

임플란트의 초기안정성에 관한 고찰: 성견에서의 실험적 연구

김영각¹, 김성탁², 현 기¹, 황석현¹, 김재만¹, 주 총², 전상호¹, 최연조³, 류재준³, 권종진¹

¹고려대학교 의과대학 안암병원 치과학교실 구강악안면외과, ²고려대학교 의과대학 임상치의학대학원, ³고려대학교 의과대학 안암병원 치과학교실 보철과

Study of initial stability change of implant: an experimental study in the dog

Young-kak Kim¹, Sung-tak Kim², Ki Hyun¹, Suk-hyun Hwang¹, Jae-man Kim¹, Cong Zhou², Sang-ho Jun¹, Yeon-jo Choi³, Jae-jun Ryu³, Jong-jin Kwon¹

¹Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, Anam Hospital, Korea University College of Medicine, ²Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University, ³Division of Prosthodontics, Department of Dentistry, Anam Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of study was to analyze the initial stability change of N company A implant.

Materials and Methods: A total of 32 implant were placed in 4 mongrel dogs. Implant were divided into 2 groups following to manufacturer. Group 1 is consisted of 16 of A implant (N co., Seoul, Korea), and Group 2 is consisted of 16 of B implant (C co., Seoul, Korea). After implant placement, ITV (insertion torque value), ISQ (implant stability quotient), PTV (periosteal value) were measured immediately, 2 weeks, 4 weeks and 16 weeks of healing period. With the animal's sacrifice 12 weeks after implant installation and histomorphometric analyses were performed. Statistical analyses were performed using SPSS for window (ver.20.0 SPSS Inc.). Statistical differences were considered significant at $p < 0.05$.

Results: There was significant difference of ITV, ISQ, PTV between A implant and B implant at all of period ($p < 0.05$). There was no significant difference of initial stability change of A implant ($p > 0.05$). The percentage of direct bone-to-implant contact (BIC) and bone area ratio (BA) showed statistical significant between group 1 and 2 at 12 weeks ($p < 0.05$).

Conclusions: These result indicate that A implant does not have stability dip. In conclusion, A implant allows immediate or early loading implant protocol. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2013;32(2):33-39)

Key Words: Implant, Initial stability, Stability dip, Immediate loading

서 론

최근 임플란트가 대중적으로 많이 적용됨으로써 환자들의 요구 및 시술자의 필요성에 의해 전통적인 치료시기를 줄이고자 하는 많은 노력이 요구되며, 그에 따라 임플란트의 치유기간에 대해 연구가 많이 진행되어 왔다. 2002년 스페인 World Congress에서는, 즉시 및 조기 하중부여가 많은 임상케이스에서 성공적으로 적용될 수 있음을 보고하였다¹⁾. 1990년 Schnitman 등에 의하면 즉시 로딩 임플란트의 성공률은 85.7%로 보고되었으며²⁾, 최근 Kan과 Rungcharassaeng에 의하면

단일 치아 임플란트에서는 100%까지도 보고되고 있다³⁾. 2006년 Lioubavina-Hack, Natalia 등에 의하면 즉시 및 조기 하중부여의 가장 중요한 요소 중의 하나는 초기안정성이라고 연구한 바 있다⁴⁾. 하지만, Simunek 등의 연구에 의하면 초기 안정도에서 즉시 및 조기 하중부여에 제한을 가하게 만드는 요인 중 하나는 'Stability dip'이다⁵⁾. 임플란트는 식립 후 약 4주~6주 사이에 일차적 안정도가 떨어지면서 그 떨어진 만큼을 아직 올라가는 이차적 안정도가 충분히 상쇄하지 못하여 안정도 저하 현상이 나타나게 된다⁶⁾. 이 시기에 하중을 부여하게 되면 골유착에 실패하게 된다⁷⁾. 이러한 Stability dip을 줄여 안정도의 일정한 유

Received April 15, 2013. Revised April 30, 2013. Accepted May 15, 2013.

©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.

교신저자: 권종진, 136-705, 서울시 성북구 안암동 5가 126-1, 고대안암병원 치과 구강악안면외과

Correspondence to: Jong-jin Kwon, Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, Anam Hospital, Korea University Medical Center, 126-1, Anam-dong 5-ga, Seongbuk-gu, Seoul 136-705, Korea. Tel: +82-2-920-5786, Fax: +82-2-921-7348, E-mail: kwonjj@korea.ac.kr

지가 가능하게 할 수 있다면 즉시 및 조기 하중부여에 유리한 조건을 만들어 줄 수 있다. 안정도의 저하를 극복하기 위한 노력으로는 일차적으로 기계적 안정도를 높이기 위해 임플란트의 전반적인 모양을 taper 형태로 제작하는 방법, 임플란트의 thread 디자인을 변경하는 방법, 임플란트 식립 시 under-drilling을 이용하는 방법, 임플란트의 상부 표면에 미세 나사산을 형성하는 방법 등을 통해 ITV (insertion torque value)를 물리적으로 높여 주어 초기 안정도에 기여하는 여러 가지 테크닉들이 소개되었다. 다음으로 생물학적 안정도를 높이기 위한 방법으로는 주로 임플란트의 표면처리를 개선하는 형태로 소개되고 있다. HA 코팅 임플란트나 SLA 표면처리 임플란트 등을 필두로 표면에 친수성을 부여한 임플란트까지 출시되어 각광을 받고 있다⁸⁾. 본 연구에서는 표면 처리된 임플란트의 연구와 즉시 및 조기 하중부여의 연구 사이에 상관 관계를 찾기 위해, 최근 출시된 N사의 SLA 표면처리된 임플란트인 A implant를 이용하여 stability dip의 형성 유무와 즉시 및 조기하중 부여의 가능성에 대해 살펴보았다⁹⁾.

대상 및 방법

1. 실험동물

연구치가 완전히 맹출되고 체중이 20 kg 내외인 생후 1년 전후의 수컷 성견 총 4마리를 동일한 조건 하에서 약 2주간 사육한 후 실험하였다.

2. 실험재료

실험에 사용한 임플란트는 N사의 A 임플란트 16개와 C사의 B 임플란트 16개를 사용하였다. 사용된 임플란트 모두 직경 4.0 mm에 길이 10 mm 크기로 총 32개의 임플란트가 사용되었다.

1) N사의 A implant

Root form - tapered submerged type의 fixture 디자인을 갖고 있으며, SLA (Sandblasted, Large grit, Acid-etched) 표면처리 되어 있고, 상부에 micro thread가 없는 직경 4.0 mm, 길이 10 mm의 임플란트 16개를 식립하였다.(Fig. 1)

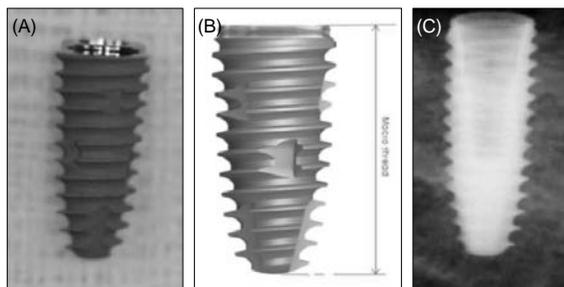


Fig. 1. N company A implant. (A) Picture of implant, (B) Illustration of structure of implant, (C) X-ray image of implant.

2) C사의 B implant

Flat shoulder tapered submerged type의 fixture 디자인을 갖고 있으며, RBM (Resorbable Blasted Media) 표면처리 되어 있고, 최상부에 machined surface, 상부에는 double micro-thread, micro-thread의 2중 구조를 갖고 있다. Fixture 직경은 4.0 mm, 길이는 10 mm의 임플란트 16개를 식립하였다.(Fig. 2)

3. 실험방법

Ketamine (10 mg/kg)으로 전신마취를 한 후 1/10으로 희석한 베타딘으로 구강내외와 수술부위를 소독하고, 구강내는 생리식염수로 세척한 후 1 : 100,000 에피네프린 첨가 2% 리도케인으로 침윤마취를 시행한 뒤 하악 좌우측 1, 2, 3, 4 소구치를 발거하고, 임플란트의 수술 kit와 Kavo[®]의 전동 모터와 핸드피스, 그리고 N사의 임플란트 수술 기구들을 사용하여 임플란트를 식립하였다.

좌우측에 N사 임플란트와 C사 임플란트를 4개씩, 총 8개의 임플란트를 4마리의 실험견에 식립하였다.(Fig. 3) 식립된 임플란트는 식립 직후 0주, 2주, 4주, 12주차에 ITV, ISQ, PTV값을 각각 측정하였고 X-ray (periapical view) 촬영도 하였다. 또한 12주 후 측정이 끝난 실험견을 희생하여 조직탈회표본을 제작하여 BA, BIC값을 측정하여 조직형태계측학적 분석을 하였다.

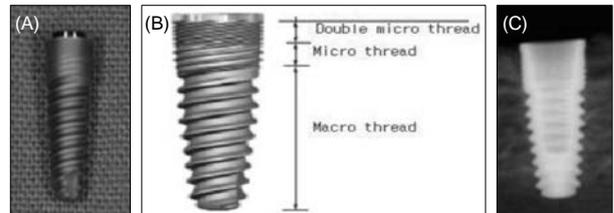


Fig. 2. C company B implant. (A) Picture of implant, (B) Illustration of structure of implant, (C) X-ray image of implant.

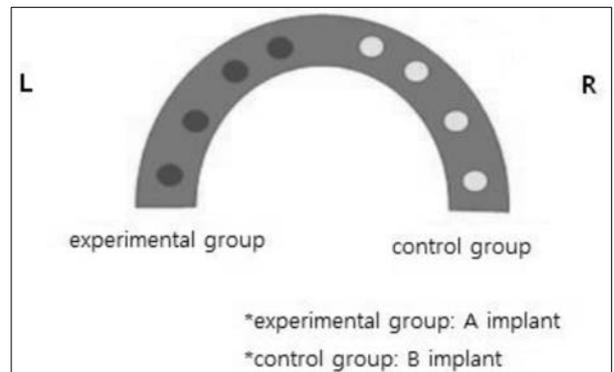


Fig. 3. Diagram showing the installation of implants location.

4. 관찰 및 분석 방법

1) 육안적 관찰

연조직을 포함한 임플란트 식립 부위의 염증 유무, 임플란트의 노출 여부, 기타 이상 유무를 육안과 확대경을 이용하여 관찰하였다.

2) 방사선학적 관찰

매식체 주위의 방사선 투과상의 유무 및 변화, 주변골의 괴사와 변연골 소실 여부를 관찰하였다.

3) 임플란트 안정도 측정

임플란트 식립시 KaVo[®] 전동모터에 표시되는 Insertion Torque Value (ITV: 식립토크 값)를 기록하고 Resonance Frequency Analysis (RFA: 진동수 분석)를 3회, Periotest[®]를 5회 측정하고, 희생 후 RFA 3회, Periotest[®]를 5회 측정하여 식립 전과 비교하였다.

5. 비탈회표본 제작 및 조직형태계측학적 분석

1) 실험동물의 희생

임플란트 식립 후 12주에 실험동물을 희생시키고, 연조직을 포함한 임플란트 식립부위의 염증유무, 임플란트의 노출 여부, 기타 이상 유무를 육안과 확대경을 이용하여 확인하였다. 양측 하악골을 임플란트 식립 부위로부터 3 cm 거리에서 골막을 박리하고 부검용 톱으로 매식체를 포함한 골조직면을 조심스럽게 채취하였다.

2) 표본제작 및 관찰방법

(1) 비탈회표본 제작: 채취된 매식체를 포함하고 있는 골조직면을 10% 포르말린으로 고정시킨 뒤 2~4 mm의 두께로 자른 후 다시 고정시켰다. 고정된 조직은 에틸알코올로 24~32시간씩 처리하여 탈수시켰다. 탈수 후 에틸알코올(Sung Kwang Pharma, Co., Korea)과 레진(Technovit 4000, Kulzer)을 3 : 1, 1 : 1 그리고 1 : 3의 비율로 바뀌가면서 12시간씩 조직에 레진을 침투시켰다. 이후 플라스틱으로 만들어진 틀에 조직을 넣고 액체상태의 광중합레진(Technovit 4000, Kulzer)으로 채운 후 450 nm 파장의 U.V. 광선으로 레진블록을 제작하였다.

만들어진 레진블록을 플라스틱 틀로부터 제거한 후 거친 사포에 갈아 관찰하고자 하는 면을 노출시킨 뒤 반대쪽 면이 보고자 하는 면과 평행한 상태에서 자가중합레진(Technovit 4000, Kulzer)을 이용하여 반대쪽 면을 슬라이드에 붙이고, 보고자 하는 면을 광중합레진 접착제(Technovit 7210, Kulzer)를 이용하여 슬라이드에 접착시켰다. 이렇게 두 슬라이드가 평행한 상태에서 보고자 하는 면 쪽으로 두께가 200 μm 가 되도록 절단하여 접착제의 최종 두께를 제외한 조직의 두께가 30 μm 정도가 되도록 grinding paper (P800, P1200, P2500의 순차적

으로 사용)로 갈아내었다(EXAKT grinding System). 이때 이렇게 완성된 슬라이드는 Hematoxilin-Eosin 염색을 실시한 후 Vanox-S research microscope (Olympus, Japan)을 이용하여 관찰하였다.

(2) 조직형태계측학적 분석 및 관찰: 30 μm 두께의 표본을 제작하여 컴퓨터에 연결된 Leitz Microvid 장비를 이용하여 관찰하였다. 현미경으로 관찰하면서 임플란트의 표면과 골조직과의 접촉율과 나사산 사이의 골량을 측정하였다. 골접촉율(BIC)과 골량(BA)은 다음 식에 의해 백분율로 나타냈으며, 식립된 임플란트의 경우 1/3과 근단부 1/3에서, 양호한 골유착을 이룬 나사산 3개 부위(협-설로 6개의 나사산)에서 측정하여 평균치로 나타내었다.

BIC (Bone-Implant Contact ratio) 골로 덮이는 임플란트 표면의 비율(%)=(total contact surface/Implant circumference)×100

BA (Bone Area ratio) 골수강 내에 망상골, 석회화된 골의 비율(%)=(total bone area/total tissue area)×100

6. 통계 분석

자료에 대한 통계분석을 위해 SPSS ver. 20.0 프로그램을 사용하였다. 2가지 임플란트에 대해 각 주군별로 측정된 값을 T-test를 통해 임플란트 그룹별, 각 주군별 비교를 하였다.

결 과

1. 육안적 소견

임플란트 식립 직후 및 2주, 4주, 12주 모두에서 임플란트 식립 부위에 염종의 소견은 보이지 않았으며, 창상의 이거나 임플란트의 노출도 발견되지 않았다. 실험기간 동안 실패하여 탈락된 임플란트도 발견되지 않았다. 전체적으로 육안적으로 양호한 치유를 나타냈다.

2. 방사선학적 소견

임플란트와 골 사이에서 특별히 골이 흡수되거나 특이적인 형태는 발견되지 않았다. 모두 양호한 방사선학적 치유소견을 보였다.

3. 안정도 검사결과 및 통계 분석 결과

본 연구에서는 임플란트의 표면처리가 초기안정성에 미치는 영향을 알아보기 RMB 표면처리된 임플란트를 대조군으로, SLA 표면처리된 임플란트를 실험군으로 설정하여 성견의 하악골에 식립한 후, 안정도를 측정하는 여러 가지 방법(ITV, ISQ, PTV)을 사용하여 식립 직후, 식립 후 2주, 식립 후 4주, 식립 후 12주에 각각 안정도를 측정하였다. 식립 12주 후에는 성견을 희생시켜 조직형태계측학적 평가를 시행하여 BIC와 BA값을 측정하였다. 결과값은 다음과 같다.

1) Insertion Torque Value (ITV: Ncm)

임플란트 식립 직후 Kavo 임플란트 엔진에 측정된 토크값을 측정된 것으로 N사 임플란트의 값이 41.83 Ncm, C사 임플란트의 값이 36.75

Ncm로 나왔다. N사 임플란트의 ITV 값이 C사 임플란트보다 통계적으로 유의한 수준으로 5.13 만큼 높게 나왔다.(Fig. 4)

2) 각 주 군별 N사 임플란트와 C사 임플란트 간의 ISQ 값의 차이

N사 임플란트의 ISQ 값은 식립 직후에는 75.88, 식립 후 2주에는 74.63, 식립 후 4주에는 77.31, 식립 후 12주에는 81.19로 각각 측정되었다. C사 임플란트의 ISQ 값은 식립 직후에는 73.38, 식립 후 2주에는 67.25, 식립 후 4주에는 72.50, 식립 후 12주에는 75.69로 각각 측정되었다. 각 주 군별 두 임플란트 사이에는 각각 ISQ값이 통계적으로 유의한 수준으로 모두 N사 임플란트의 수치가 더 높게 나왔다.(Fig. 5)

3) 각 주 군별 N사 임플란트와 C사 임플란트 간의 PTV 값의 차이

본 연구에서는 그래프의 왼쪽 수치의 음과 양을 반대로 표현하여 안정도의 상승 하락을 ISQ 값과 비슷한 양상으로 나타내었다. N사 임플란트의 PTV 값은 식립 직후에는 -2.38, 식립 후 2주에는 -1.75, 식립 후 4주에는 -2.25, 식립 후 12주에는 -3.44로 각각 측정되었다. C사 임플란트의 PTV 값은 식립 직후에는 -2.13, 식립 후 2주에는 +0.25, 식립 후 4주에는 -1.88, 식립 후 12주에는 -3.25로 각각 측정되었다. 식립 후 2주에서 N사의 PTV 값이 -1.75로 C사의 PTV 값 +0.25보다 통계적으로 유의한 수준으로 1.5만큼 낮게 나왔고, 다른 시기에서는 N사와 C사의 통계적 유의성이 없었다.(Fig. 6)

4) N사 임플란트의 각 주군별 ISQ 값 및 PTV 값의 차이

N사 임플란트의 ISQ 값은 식립 직후에는 75.88, 식립 후 2주에는 74.63, 식립 후 4주에는 77.31, 식립 후 12주에는 81.19로 각각 측정되었다. PTV 값은 식립 직후에는 -2.38, 식립 후 2주에는 -1.75, 식립 후 4주에는 -2.25, 식립 후 12주에는 -3.44로 각각 측정되었다. 식립 직후와 식립 후 2주 사이의 ISQ 값과 PTV 값은 모두 통계적으로 유의성이 없었다. 그리고 식립 후 2주와 식립 후 4주 사이에서 ISQ 값은 통계적으로 유의하게 식립 후 4주의 ISQ 값이 증가하였으나, PTV 값은 통계적 유의성을 띠지 않았다. 식립 후 4주와 식립 후 12주 사이에는 ISQ 값과 PTV 값 모두에서 통계적으로 유의한 수준으로 식립 후 12주의 수치가

더 높았다.

5) C사 임플란트의 각 주군별 ISQ 값 및 PTV 값의 차이

C사 임플란트의 ISQ 값은 식립 직후에는 73.38, 식립 후 2주에는 67.25, 식립 후 4주에는 72.50, 식립 후 12주에는 75.69로 각각 측정되었다. PTV 값은 식립 직후에는 -2.13, 식립 후 2주에는 +0.25, 식립 후 4주에는 -1.88, 식립 후 12주에는 -3.25로 각각 측정되었다. 식립 직후와 식립 후 2주 사이의 ISQ 값은 통계적으로 유의하게 식립 직후의 값이 더 크게 나타났으며, PTV 값은 통계적으로 유의하게 식립 후 2주의 값이 더 크게 나타났다. 그리고 식립 후 2주와 식립 후 4주 사이에서 ISQ 값은 통계적으로 유의하게 식립 후 4주의 ISQ 값이 증가하였으나, PTV 값은 식립 후 2주의 값이 더 크게 나타났다. 식립 후 4주와 식립 후 12주 사이에서 ISQ 값은 통계적으로 유의하게 식립 후 12주에서 높았으며, PTV 값은 통계적으로 유의한 수준으로 식립 후 4주의 수치가 더 높았다.

6) 조직분석계측학적 분석

임플란트 식립 12주 후, 실험견을 희생하여 조직형태계측학적 분석을 통해 BA와 BIC 값을 측정하였다. 각각의 임플란트에서 전반적인 골융합 상이 양호하였고, 임플란트와 융합되어 있는 골 조직은 혈관을

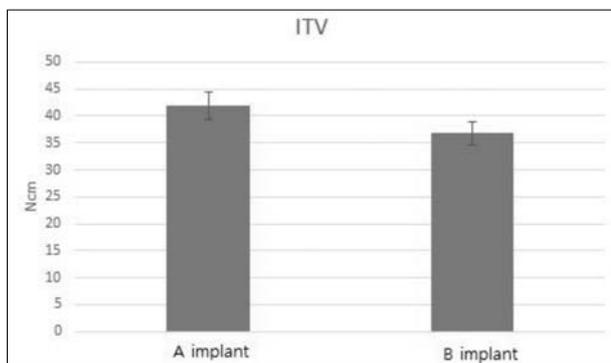


Fig. 4. Graph of ITV (Insertion Torque Value) at installation period.

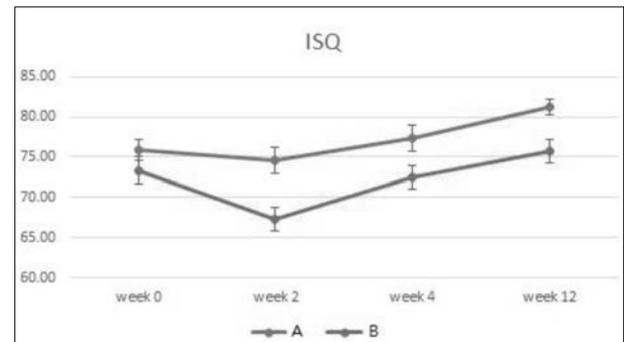


Fig. 5. Graph of ISQ (Implant Stability Quotient) of placed implants by healing period.

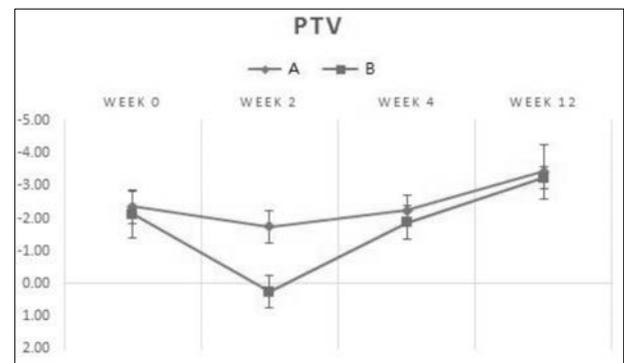


Fig. 6. Graph of PTV (Periotest® Value) of placed implants by healing period (attention to X-axis value).

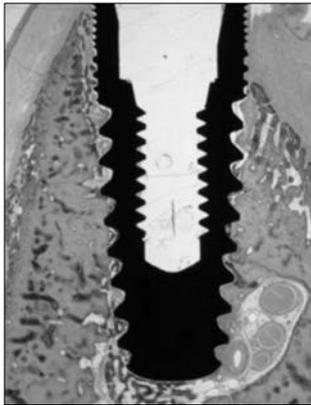


Fig. 7. Histologic features at week 12 after N company implant installation (bone stain, original magnification ×20).



Fig. 8. Histologic features at week 12 after C company implant installation (bone stain, original magnification ×20).

포함하는 골수강 구조가 현저히 감소된 성숙 치밀골로 구성되었다. 골원의 중심이 확장된 골수강이 부분적으로 관찰되나 N사 임플란트(Fig. 7)에서 C사 임플란트(Fig. 8)에 비해 골원 구조가 보다 명확하고 치밀하였다. 또한 임플란트 계면이 보다 성숙된 골조직에 의해 골성 융합을 이루고 있음이 확인되었다.

N사 임플란트의 BA값은 51.31, C사 임플란트의 BA 값은 42.06으로 N사의 수치가 통계적 유의하게 9.25만큼 높았다.(Fig. 9) 또한, N사 임플란트의 BIC값은 71.6, C사 임플란트의 BIC 값은 59.4으로 N사의 수치가 통계적으로 유의하게 12.2만큼 높았다.(Fig. 10)

고찰

Bränemark 등은 임플란트의 성공적인 골유착과 하중 후의 꾸준한 안정을 위해서는 임플란트 식립 후 최소 3~6개월에 임플란트에 하중을 가하도록 권장하였다¹⁰⁾. 결과적으로 발치 후 3개월을 기다리고 하중부여 시기까지 고려하면, 전체 임플란트 치료는 끝날 때까지 6~12개월이 소요되게 된다. 이 전통적인 치료 기간은 임플란트 디자인, 표면처

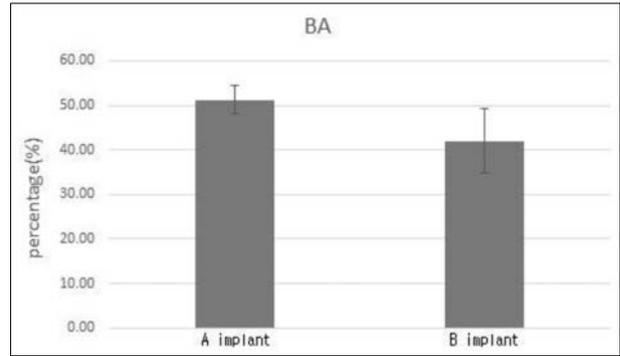


Fig. 9. Graph of BA (Bone Area ratio) at week 12.

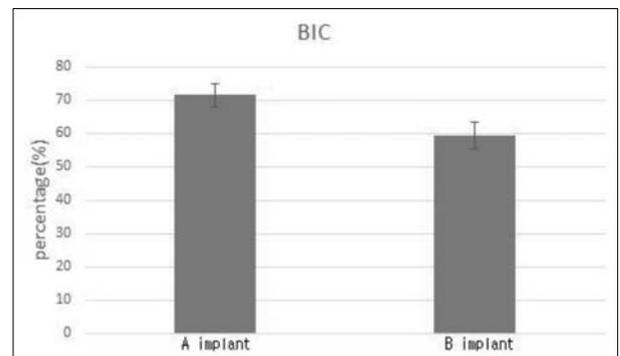


Fig. 10. Graph of BIC (bone to implant contact ratio) at week 12.

리 방법, 수술테크닉 등의 발달과 환자의 요구가 맞물리면서 그 기간이 점점 단축되게 되었다. 하지만 이러한 즉시 및 조기 하중부여 테크닉은 모든 환자에게 적용 가능한 술식은 아니며, 성공률을 높이기 위해서는 무엇보다 적절한 증례 선택이 중요하다. 또한 즉시 및 조기 하중부여시에 높은 성공률을 얻기 위해서는 임플란트의 골유착 과정에서 발생하는 임플란트 안정도의 기계적, 생물학적 변화에 대해 심도 있는 이해가 필요하며, 임플란트 식립 과정에서 식립 시 초기 안정도 및 후 안정도를 높이는 노력을 하여 임플란트의 성공률을 높여야 한다. 즉시 및 조기 하중부여시, 임플란트의 성공기준은 임플란트를 식립할 때의 초기 고정도와 일차 및 이차 치유과정 중에 얻어지는 골유착에 의해 결정된다. 이러한 초기 고정 및 일차, 이차 치유과정에 영향을 미칠 수 있는 인자들에는 식립 시 임플란트의 식립토크, 임플란트 디자인, 나사산의 형태 및 위치, 표면처리의 특징 등이 있다.

이러한 많은 인자들에 의해 영향을 받는 임플란트의 안정도는 객관적으로 수치화하여 측정할 필요가 있다. 임플란트의 안정도 측정에는 많은 연구들에서 다양한 방법들이 소개되어왔다¹¹⁾. 그 중 식립토크 (Insertion torque; ITV), 공진주파수 분석법(Resonance Frequency Analysis; RFA - ISQ), Periostest (PTV) 등이 안정도 측정에 비교적 객관적인 역할을 한다고 연구되었다¹²⁾. 본 실험에서는 임플란트와 골과의 골유착시기에 어떠한 하중을 부여하지 않고 치유시켰다. 임플란트의 골유착 초기에 가해지는 하중에 의해 미세한 움직임이

발생하면 이러한 미세한 움직임은 골유착에 유해한 환경을 제공한다는 Ivanoff 또는 Brunski 등의 연구에서 볼 수 있듯이^{13,14}, 즉시 및 조기 하중 부여를 시행했을 때의 골 유착 형태 및 안정도를 측정하는 추가적인 실험이 필요하다고 하겠다. 또한, 본 연구에서는 PTV의 값이 ISQ 값과는 다르게 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 PTV 값이 안정도를 측정하는 결정인자로서의 의미와 신뢰도에 대한 고찰이 필요할 것으로 사료된다¹⁵.

Boyan 등의 연구¹⁶에서는 임플란트의 표면조도에 따라 골 유착이 더 성공적으로 이루어 졌으며, 그 결과는 BIC (bone to implant contact ratio)를 통하여 간접적으로 측정할 수 있음을 보고하였다. 또한, Buser 등의 연구에서는 조직형태측정학적인 분석을 통하여 임플란트의 표면 거칠기를 증가시키는 것은 골과 임플란트의 접촉을 증가시키는 경향이 있음을 보고하였다¹⁷. 본 실험의 결과에서, N사의 SLA 표면처리된 A 임플란트의 BA, BIC값이 통계적으로 유의하게 C사의 임플란트에 비해 높은 수치를 보이는 것은 이러한 임플란트의 표면처리의 차이에서 오는 임플란트 표면조도와 관계가 있는 것으로 사료된다. Huang 등은 연구에서 ISQ 값과 BIC 값의 양의 상관관계에 대해 보고하였고¹⁸, Abrahamsson 등은 ISQ 값과 BIC 값과의 관계는 아직 불명확하다는 연구를 발표하는 등, 아직 정립된 연구는 없는 것으로 보고되고 있다¹⁹. 본 실험결과 중, 높은 ISQ 값을 보이는 임플란트에서 12주 후 골수강 내에 망상골, 석회화된 골의 비율(BA)와 골로 덮이는 임플란트 표면의 비율(BIC)의 값이 꾸준히 비례하는 것을 알 수 있다. 그러므로 향후 ISQ 값과 BA, BIC 값의 상관관계에 대한 추가 연구도 필요할 것으로 생각된다²⁰.

결론

본 실험의 결론으로는, N사의 A 임플란트의 ITV 값이 C사 임플란트보다 통계적으로 유의하게 높았으며, N사의 A 임플란트와 C사 임플란트 모두 시간이 지날수록 통계적으로 유의하게 ISQ와 PTV 값이 증가되는 양상을 보였다. 식립 2주 후에 측정된 ISQ와 PTV값에서 N사의 A 임플란트가 C사 임플란트에 대해 통계적으로 유의한 수준으로 높게 나타났다. 또한, 12주 후 조직형태측정학적 분석을 통해 N사의 A 임플란트의 BA와 BIC가 통계적으로 유의한 수준으로 C사 임플란트의 BA, BIC높게 나타났다. 이로써, N사의 A 임플란트가 C사 임플란트보다 초기 안정성 및 전체적인 안정성에서 높게 나타났으며, 이러한 결과는 N사의 A 임플란트가 초기 안정도 감소량(stability dip)을 줄여 즉시 및 조기하중 부여에 유리한 조건을 갖는다고 결론지을 수 있다.

REFERENCES

1. Multiple independent investigators have demonstrated that immediate/early loading of implants is possible in many clinical situations; (Immediate/Early Loading of Dental Implants:

- a Report from the Sociedad Espanola de Implantes World Congress Consensus Meeting in Barcelona, Spain, 2002).
2. Schnitman PA, Wohrle PS, Rubenstein JE. Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: Methodology and results. *J Oral Implantol* 1990;16:96-105.
3. Kan YK, Rungcharassaeng K. Immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:31-9.
4. Lioubavina-Hack N, Lang NP, Karring T. Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17: 244-50.
5. Simunek A, Kopecka D, Brazda T, Strnad I, Capek L, Slezak R. Development of implant stability during early healing of immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27:619-27.
6. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:425-31.
7. Albrektsson T, Sennerby L. Direct bone anchorage of oral implants: Clinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. *Int J Prosthodont* 1990;3:30-41.
8. Mardas N, Schwarz F, Petrie A, Hakimi AR, Donos N. The effect of SLActive surface in guided bone formation in osteoporotic-like conditions. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:40615.
9. Oslini G, Assenza B, Scarano A, Piatelli M, Piatelli A. Surface analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15: 779-84.
10. 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;10:387-416.
11. Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:261-7.
12. Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999;28:297-303.
13. Ivanoff CJ, Sennerby L, Lekholm U. Influence of initial implant mobility on the integration of titanium implants. An experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:120-7.
14. Brunski JB. Avoid pitfalls of overloading and micro motion of intraosseous implants. *Dent Implantol Update*. 1993;4:77-81.
15. Al-Jetaily S, Al-dosari AF. Assessment of Osstell™ and Periotest® systems in measuring dental implant stability (in vitro study). *Saudi Dent J* 2011;23:17-21.
16. Boyan BD, Lohmann CH, Dean DD, Sylvia VL, Cochran DL, Schwartz Z. Mechanisms involved in osteoblast response to implant surface morphology. *Ann Rev Mat Res* 2001;31:357-71.
17. Buser D, Scjenk RK, Steinemann S. Influence of surface characteristics in bone integration titanium implants. A stoma-phometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater* 1991;25:889-902.
18. Huang HL, Tsai MT, Su KC, Li YF, Hsu JT, Chang CH, et al. Relation between initial implant stability quotient and bone-implant contact percentage: an in vitro model study. *Oral*

Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2013;116:e356-61.

19. Abrahamsson I, Linder E, Lang NP. Implant stability in relation to osseointegration: an experimental study in the Labrador dog. Clin Oral Implants Res 2009;20:313-8.
20. Seong WJ, Kim UK, Swift JQ, Hodges JS, Ko CC. Correlations between physical properties of jawbone and dental implant initial stability. J Prosthet Dent 2009;101:306-18.