

1

임플란트 종류 및 식립부위에 따른 안정성에 대한 RFA 분석

부천사과나무치과의원¹⁾, 서울대학교 치의학대학원 예방치학교실²⁾

이 희 용^{1,2)}, 박 민 주¹⁾, 조 현 재²⁾, 유 기 준¹⁾, 하 정 은²⁾, 백 대 일²⁾, 배 광 학²⁾

ABSTRACT

Analysis of RFA related to stabilities by types and areas of dental implants

Apple Tree Dental Clinic, Bucheon, Korea¹⁾

Dept. of Preventive and Public Health Dentistry²⁾, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Yi Hee-yong^{1,2)}, Park Min-ju¹⁾, Cho Hyun-jae²⁾, Yu Ki-jun¹⁾, Ha Jung-eun²⁾, Paik Dai-il²⁾, Bae Kwang-hak²⁾

Objective : This research compared stabilities between two types of dental implant (SLA™, Institut Straumann AG, Waldenburg, Switzerland and SSII™, Osstem co, Busan, Korea) using Osstell Mentor (Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden) considering surgery methods, surgery area, diameter of implant, systemic disease, and smoking for obtaining prognosis information when installing fixture of dental implant.

Materials & Methods : 206 implants of 131 patients taken by resonance frequency analysis (RFA) were determined as a final sample. Dental implants were installed as protocol of supplier by a excellent dentist who had 10 years experience about dental implants. Before connecting abutments (3 months after installation of fixture), RFA were measured twice for buccal and lingual direction to obtain average value.

Results : Dental implants at mandible showed significantly higher stabilities significantly than at maxilla ($p<0.001$). Diameter 4.8 implants had also higher stabilities than diameter 4.1 in case of SLA™ implants ($p<0.001$). SLA™ implants showed more excellent stabilities than SSII™ implants, especially at posterior area of mandible ($p=0.045$) and premolar area of maxilla ($p=0.032$).

Conclusions : This research revealed higher stabilities of SLA™ implants than SSII™ implant, especially at posterior area of mandible ($p=0.045$) and premolar area of maxilla ($p=0.032$).

Key words : Implatn stability, ISQ (Implant stability Quotient), RFA, Osstell Mentor, SLA surface, RBM surface

I. 서론

임플란트의 안정성은 임상적 동요도가 나타나지 않는 것으로 정의된다. 안정성은 시기에 따라 일차안정

성과 이차안정성으로 분류된다¹⁾. 일차안정성이란 식립 즉시, 즉 골융합이 일어나기 전 안정성을 뜻한다. 임플란트와 골조직과의 접촉 면적 및 압축응력이 클수록 일차안정성이 높아지는 경향을 보인다. 이차안정

성은 임플란트 식립 후 임플란트와 골의 접촉 면 사이에서 일어나는 골유착 과정중 얻어지는 생물학적 안정성이다²⁾. 골유착이 시작되면서 일차안정성이 감소하고 이차안정성이 증가하는 경향을 보인다. 이러한 임플란트의 안정성이 낮은 경우 실패율이 높다는 결과를 토대로 높은 안정성이 성공적인 임플란트를 위한 전제 조건으로 제시되었다³⁾.

안정성을 평가하는 방법으로 여러 가지 방법이 제시되었다. 방사선학적 평가법⁴⁾은 방사선사진을 촬영하여 임플란트 수술 전 골질 평가와 임플란트 식립 후 골유착, 임플란트 주변골의 높이, 병변의 진행 등을 평가할 수 있다. 또한 조직학적 분석법^{6,7)}은 임플란트 표면을 반으로 절단하여 TEM(TEM, Transmission Electron Microscopy)으로 골-임플란트 접촉 계면(BIC, Bone-Implant-contact)을 관찰하는 방법이다. 제거토크 분석법⁸⁾은 임플란트를 반시계방향으로 제거하면서 그 힘에 저항하는 토크를 측정하는 방법이다. 방사선학적 방법은 해상도에 한계가 있고 골 탈회가 30% 이상 진행되지 않으면 판단하기 어렵다는 문제점이 제기되었다⁴⁾. 조직학적 분석법과 제거토크 분석법은 침습적인 문제가 있어서 임상에서는 적용하지 못하고, 토끼나 개에게서 실험적으로 사용된다^{6,7)}. 따라서 임상에 적용할 수 있도록 비침습적이고 안전하며 신뢰성과 타당성이 검증된 방법이 필요하다. Meredith 등²⁾은 안정성 평가 방법으로 공명진동수 분석법(RFA, Resonance Frequency Analysis)을 제시하였다. 공명진동수 분석법은 임플란트와 골 결합체의 굽힘력 시험이다. 이 방법은 임플란트에 자기를 이용하여 일정한 횡력을 적용하고, 임플란트의 이동을 측정한다. 변환기 끝부분의 자기가 공명진동기의 자기파에 의해 활성화되어 여기된다. 자기가 여기된 이후 진동하고, 그 진동에 의해 전압이 유도되어 분석기에 신호로 측정되어 그 결과값을 ISQ(ISQ, Implant Stability Quotient)로 1~100까지 나타낸다. 이 방법은 골-임플란트 접촉계면(BIC)과 상관

관계가 유의함이 증명되었고, 비침습적이고 안전하여 임상에 적용하기 편리하다.

임플란트의 안정성에 대하여 RFA를 이용한 많은 연구들^{9~16)}이 발표되었다. Kim 등⁹⁾은 종류와 부위가 다른 임플란트 45개를 이용하여 시간과 부위에 따라서 ISQ가 달라짐을 보여주었으나 표본의 수가 충분하지 못했다. Rabel 등의 연구에서는 임플란트 표본 수는 602개로 충분하였으나 RFA와 임플란트 식립 토크(torque)의 관련성에 초점을 두었다. 이 외에 연구들도 대부분 한가지 종류의 임플란트에서 안정성을 분석하였으며, 형태가 다른 임플란트간의 안정성을 비교 평가한 연구는 부족한 실정이다. 또한 형태가 다른 임플란트 종류간 안정성 비교시 RFA값에 영향을 주는 임플란트의 직경이나 동반 시행된 술식, 식립 위치, 흡연양과 같은 요인 등^{17~19)}을 고려되지 않았다.

이에 본 연구에서는 안정성 평가도구로 신뢰성과 타당성이 검증되었고, 비침습적이어서 임상 적용이 가능한 Osstell Mentor^{20~24)}를 사용하여 RFA값을 측정하였다. 시술에 쓰인 임플란트는 식립 후 치유기간이 빠르고 안정성이 높은 것으로 알려진 Straumann사의 SLATM(SLA, Institut Straumann AG, Waldenburg, Switzerland) 임플란트 1종²⁵⁾과 국내 시장점유율 1위의 Osstem사의 SS IITM(SS II, Osstem co, Korea) 임플란트 1종²⁶⁾을 사용하였다. RFA에 영향을 미칠수 있는 수술방법, 수술부위, 임플란트 직경, 동반시행된 술식, 전신질환 및 흡연유무를 고려하여 시술된 임플란트의 종류간 안정성을 비교하였다. 이를 토대로 임플란트 식립 시 부위, 종류, 직경에 따른 예후와 관련된 정보를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상자 및 부위

2009년 11월부터 2010년 12월까지 부천 사과나무 치과의원에서 상, 하악 구치부에 임플란트 식립 수술을 받고 보철 지대주 연결 전 RFA측정을 받은 131명의 환자, 206개의 임플란트를 대상으로 했다. 조절되지 않는 당뇨 환자²⁷⁾, 하루 20개피 이상 흡연 환자²⁸⁾, 즉시 부하(immediate loading)를 가한 임플란트 환자는 대상자에서 제외하였다.

2. 임플란트 식립

임플란트 식립은 10년이상 임플란트를 시술해온 치과의사 1인(구강외과 수련)이 담당하였다. 수술 시행 전 구강내 환경 조절을 위하여 치석제거를 시행하였으며, 추가적으로 치근활택술이 필요한 경우 진행하였다.

수술부위에 1:10만 에피네프린이 함유된 리도카인으로 국소마취를 시행 후 클로르헥시딘으로 구내소독과 구외소독을 시행하였다. 식립 수술 과정은 각 제조사에서 제시한 방법을 따랐다.

3. 임플란트

임플란트는 Straumann사의 SLA™(SLA, Institut Straumann AG, Waldenburg, Switzerland) 임플란트 1종과 Osstem사의 SS II™(SS II, Osstem co, Korea) 임플란트 1종을 사용하였다. SLA™ 임플란트는 SLA(Sandblasted, Large grit, Acid-etched) surface, SS II™ 임플란트는 RBM(Resorbable Blasted Media) surface 형태를 가진다. 임플란트의 직경은 Ø 4.8mm, Ø4.1mm을 선택하였다.

Table 1. Features by types of implants

	SLA™(Straumann®)	SS II™(Osstem®)
type	Non-submerged	Non-submerged
surface	SLA	RBM
neck	2.8	1.8

4. 측정방법

RFA측정 방법은 각 임플란트 종류에 맞는 Magnetic Peg(Smartpeg)를 연결하고 Osstell Mentor(Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden)을 이용하여 Buccal, Palatal(Lingual) 측에서 2회 측정하여 평균값을 사용한다. 임플란트 식립 3개월 후 지대주 연결시에 측정하였다.

5. 분석방법

모든 자료는 전산으로 입력하였고, SPSS 19.0(SPSS Inc., Chicago, IL., USA)을 이용하여 분석하였다. 환자의 성별이나, 흡연, 음주행태를 조사하기 위하여 각 조사항목에 대한 빈도분석을 시행하였다. 식립 부위별 임플란트 종류간의 안정성을 비교하기 위하여, ISQ 값의 평균을 t-검정하였다.

III. 결과

Table 2에서 구치부에서 상악보다 하악이 임플란트 안정성이 유의하게 높은걸 확인할 수 있었다($p<0.001$). 또한 Table 3에서는 상악 구치부에서 SS II™ 임플란트보다 SLA™ 임플란트의 안정성이 높지만 유의하지는 않은($p=0.074$) 반면에 하악 구치부에서 SS II™ 임플란트보다 SLA™ 임플란트의 안정성이 유의하게 높았다($p=0.045$). 상, 하악 소구치, 대구치 4부위 모두에서 SS II™보다 SLA™ 임플란트가 ISQ 수치가 높았으며, 특히 상악 소구치에서 유의함을 보였다($p=0.032$). Table 4에서 SLA™, SS II™ 임플란트 모두 큰 직경의 임플란트가 안정성이 높았으나 유의한 차이를 보이지는 않았다, 다만 하악 구치부 SLA™ 임플란트에서는 직경 4.8이 4.1보다

Table 2. ISQ by implant position

	number	mean(±SD)	p*
Implant position(n=206)			
Maxillary posterior	63	73.94(±5.16)	<.001
Mandibular posterior	143	77.23(±4.34)	

* by independent t-test

Table 3. ISQ by implant type

	number	mean(±SD)	p*
Maxillary posterior(n=63)			
SLA™	48	74.59(±5.46)	.074
SS II™	15	71.87(±3.44)	
Mandibular posterior(n=143)			
SLA™	78	77.90(±3.75)	.045
SS II™	65	76.44(±4.88)	
Maxillary molar(n=34)			
SLA™	24	72.21(±5.86)	.674
SS II™	10	71.35(±3.82)	
Maxillary premolar(n=29)			
SLA™	24	76.98(±3.83)	.032
SS II™	5	72.90(±2.56)	
Mandibular molar(n=114)			
SLA™	61	78.06(±3.79)	.171
SS II™	53	76.94(±4.83)	
Mandibular premolar(n=29)			
SLA™	17	77.32(±3.64)	.053
SS II™	12	74.20(±4.65)	

* by independent t-test

안정성이 유의하게 높았다($p=0.001$).

IV. 고찰

Kim 등⁹⁾의 연구에 의하면 Replace® (NobelBiocare, Sweden) 임플란트의 경우 하악의 임플란트 안정성이 상악보다 높게 나타났으며($P = .0238$) 식립 초기 이러한 경향성이 Osseospeed® (Astra Tech, Sweden)와 Camlog® (Biotechnologies AG, Switzerland)에서도 나타났다. 본 연

구는 식립 후 지대주 연결 전에 측정된 자료이므로 이러한 연구결과와 일치한다고 볼 수 있다.

Han 등⁸⁾이 쓴 연구결과에 따르면 임플란트 직경에 따른 안전성에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다고 보고하였다. 본 연구결과에서는 하악구치부를 SLA™를 제외하고 마찬가지로 직경에 따른 임플란트 안정성의 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

본 연구에서는 상, 하악 구치부에 식립된 두가지 제품의 임플란트의 안정성 비교를 목적으로 RFA값을 측정하였다. 그리고 이를 각 부위별, 직경별 종류간 안정성을 비교 분석하였다. 구치부에서 상악보다 하

Table 4. ISQ by implant diameter

	number	mean(±SD)	p*
Maxillary posterior SLA™(n=45)			
Diameter 4.1mm	31	74.35(±5.82)	.545
Diameter 4.8mm	14	75.46(±5.24)	
Maxillary posterior SS II™(n=15)			
Diameter 4.1mm	8	71.50(±4.35)	.676
Diameter 4.8mm	7	72.29(±2.27)	
Mandibular posterior SLA™(n=76)			
Diameter 4.1mm	52	77.08(±3.18)	.001
Diameter 4.8mm	24	80.08(±3.90)	
Mandibular posterior SS II™(n=65)			
Diameter 4.1mm	49	75.96(±4.83)	.167
Diameter 4.8mm	16	77.91(±4.89)	

* by independent t-test

악이 임플란트 안정성이 유의하게 높게 나타났다. 그 이유는 상악과 하악의 골질 차이에서 비롯된 것으로 사료되었다^{29~31)}.

직경별로 RFA값을 비교한 결과는 모두 직경 4.8이 4.1보다 높은 RFA값을 나타냈으며, 하악 구치부 SLA™ 임플란트에서 유의한 차이를 보여주었다. Han 등¹⁸⁾의 연구에서는 직경이 RFA값에 유의한 영향을 주지 않는다는 결과가 나왔다. 또한, OHTA 등¹⁹⁾의 연구에서는 직경이 클수록 RFA값이 증가하였으나, 유의한 차이는 아닌 것으로 나타났다.

식립 부위에 따른 임플란트 두 종류의 안정성을 비교 결과를 보면, 모든 부위에서 SS II™ 임플란트보다 SLA™ 임플란트의 안정성이 높게 나타났으며, 하악 구치부와 상악 소구치부에서 유의성을 나타냈다. 이는 RFA 값이 치조골 상부 임플란트 높이(Supracrestal implant height)가 길어질수록 작아진다³²⁾는 점을 고려하면 neck이 2.8mm로 SS II™ 임플란트보다 1mm 더 긴 SLA™ 임플란트의 RFA값이 실제보다 좀 더 낮게 측정되었다고 볼 수 있다. SS II™ 임플란트의 neck이 2.8mm인 것을 사용했다면 실제로는 모든 부위에서 두 종류간 유의한 차

이를 보이는 결과를 가져왔을 것으로 기대된다.

본 연구에서 RFA값에 영향을 줄 수 있는 모든 요인들을 최대한 고려하려고 하였으나, 골질(bone quality)이나 smart peg 연결힘은 고려되지 못했다. 또한 임플란트 시술 후 지대주 연결 시에만 측정되었고 이후 시간에 따른 RFA값의 변화를 추적하지 못하였고 식립 임플란트 길이를 고려하지 않은 한계점이 있다. 이러한 아쉬운 점에도 불구하고 본 연구는 이전 연구보다 많은 표본을 이용하여 식립 부위별 임플란트 형태별 안정성을 비교했다는 점에서 의의가 있다. 향후 임플란트 안정성에 대한 추적설계 연구 설계 시 시간에 따른 RFA값의 변화를 추적해야 될 뿐 만 아니라 식립 임플란트 길이를 고려하여 분석할 필요성이 있다고 사료되었다.

V. 결론

종류에 상관없이 하악구치부에 식립한 임플란트가 높은 안정성을 보여주었다. 전반적으로 SLA™의 임플란트 안정성이 SS II™보다 높은 경향성을 보였고,

특히 상악소구치와 하악구치부에서 뚜렷한 유의성을 보였다. 직경에 따른 임플란트 안정성 차이는

SLA™(직경4.8mm)가 하악구치부에 식립된 경우를 제외하고는 유의한 결과를 확인할 수 없었다.

참 고 문 헌

- 1) Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis : biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodonto* 2000. 2008;47:51-66.
- 2) Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont*. 1998; 11(5):491-501.
- 3) Rodrigo D, Aracil L, Martin C, Sanz M. Diagnosis of implant stability and its impact on implant survival : a prospective case series study. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(3):255-261.
- 4) Friberg B, Sennerby L, Lin den B, Grondahl K, Lekholm U. Stability Measurements of noe-stage Branemark implants during healing in mandibles. A clinical resonance frequency analysis study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1999;28(4):266-272.
- 5) 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(2):192-203.
- 6) Sykaras N, Triplett RG, Nunn ME, Iacopio AM, Opperman LA. Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 on bone regeneration and osseointegration of dental implants. *Clin Oral Implants res*. 2001;12(4):339-49).
- 7) Albrektsson T, Jacobsson M. Bone-metal interface in osseointegration. *J Prosthet Dent*. 1987;57:597-607).
- 8) Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1988;3(1):21-24.
- 9) Kim JM, Kim SJ, Han I, Shin SW, Ryu JJ. A comparison of the implant stability among various implant systems:clinical study. *J Adv Prosthodont*. 2009 Mar;1(1):31-36.
- 10) Fröberg KK, Lindh C, Ericsson I. Immediate loading of Brånemark System Implants: a comparison between TiUnite and turned implants placed in the anterior mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2006;8(4):187-197.
- 11) Al-Khaldi N, Sleeman D, Allen F. Stability of dental implants in grafted bone in the anterior maxilla : longitudinal study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2011 Jun;49(4):319-323.
- 12) 오 준 호, 장 문 택. Resonance Frequency Analysis(RFA)를 이용한 임플란트 종류간의 초기 안정성 비교. *대한치주과학회지*. 2008;38(3):529-534.
- 13) 이진숙. 상악동저거상 이종골이식과 동시에 식립한 비매립형 임플란트의 초기 안정성에 관한 공명진동수 분석(RFA). *이화여대 임상치의학대학원* 2008.
- 14) Sul YT, Jönsson J, Yoon GS, Johansson C. Resonance frequency measurements in vivo and related surface properties of magnesium-incorporated, micropatterned and magnesium-incorporated TiUnite, Osseotite, SLA, TiOblast implants. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Oct;20(10):1146-1155.
- 15) Rabel A, Köhler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study in the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Investig*. 2007 Sep;11(3):257-265.
- 16) Chong L, Khoht A, Suzuki JB, Gaughan J. Effect of implant design on initial stability of tapered implants. *J Oral Implantol*. 2009;35(3):130-135.
- 17) Sim CP, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: 1. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clin*

참 고 문 헌

- Oral Implants Res. 2010 Jun;21(6):598-604.
- 18) Han J, Lulic M, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: 2. Implant surface modifications and implant diameter. Clin Oral Implants Res. 2010 Jun;21(6):605-611.
 - 19) Ohta K, Takechi M, Minami M, Shigeishi H, Hiraoka M, Nishimura M, Kamata N. Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. J Oral Rehabil. 2010 Feb;37(2):131-137.
 - 20) Valderrama P, Oates TW, Jones AA, Simpson J, Schoolfield JD, Cochran DL. Evaluation of two different resonanace frequency devices to detect implant stability : A Clinical trial. J Periodontol. 2007;78(2):262-272.
 - 21) Oh JS, Kim SG, Lim SC, Ong JL A comparative study of two noninvasive techniques to evaluate implant stability : Periotest and Osstell Mentor. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;107(4):513-518.
 - 22) Lachmann S, Jager B, Axmann D, Gomex-Roman G, Groten M, Weber H. Resonance Frequency analysis and damping capacity assessment, Part 1 : an in vitro study on measurement reliability and a methodof comparison in the determination of primary dental implant stability. Clin Oral Implants Res. 2006 Feb;17(1):75-79.
 - 23) Zix J, Hug S, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R. Measurement of Dental Implant Stability by Resonance frequency analysis and damping capacity assessment : Comparison of both techniques in a clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants. 2008;23(3):525-530.
 - 24) Winter W, Möhrle S, Holst S, Karl M. Parameters of Implants stability measurements based on resonance frequency and damping capacity : A comprative finite element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2010;25(3):532-539.
 - 25) Guler AU, Sumer M, Duran I, Ozen Sandikci E, Telcioglu NT. RESONANCE FREQUENCY ANALYSIS OF 208 STRAUMANN DENTAL IMPLANTS DURING THE HEALING PERIOD. J Oral Implantol. 2011 Nov 21.
 - 26) 이상윤, 치과 임플란트 산업의 글로벌 경쟁력 확보 방안에 관한 연구 : 아시아 태평양지역을 중심으로, 한양대 산업경영디자인대학원 2009.
 - 27) Mombelli A, Cionca N. Systemic diseases affecting osseointegration therapy. Clin Oral Implants Res. 2006;17(2):97-103.
 - 28) Alsaadi G, Quirynen M, Koma' rek A, van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. J Clin Periodontol. 2007;34(7):610-617
 - 29) Huang HM, Lee SY, Yeh CY, Lin CT. Resonance frequency assessment of dental implant stability with various bone qualities : a numerical approach. Clin Oral Implants Res. 2002;13(1):65-74.
 - 30) Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lin LH, Lee SY. Early detection of implant healing process using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 2003a;14(4)437-443.
 - 31) Huang HM, Chiu CL, Yeh CY, Lee SY. Factors influencing the resonance frequency of dental implants. J Oral Maxillo fac Surg. 2003b;61(10):1184-1188.
 - 32) 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(3):261-7.