

## s-Clean OneQ-SL과 OneQ-HA의 임플란트의 초기 골유착의 안정성 - preliminary study

이명환, 권대근, 김진욱, 최소영, 팽준영

경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

### Early osseointegration stability of OneQ-SL and OneQ-HA implant - preliminary study

Myung-Hwan Lee, Tae-Geon Kwon, Jin-Wook Kim, So-Young Choi, Jun-Young Paeng

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu, Korea

**Purpose:** This research attempted to report the preliminary results by processing the clinical trials, comparing the mobility between the HA implant, which was placed randomly on the patient's maxillary molar or premolar areas, and the SLA surface implant by targeting edentulous patients whose upper jaw has compromised bony tissue when compared with the lower jaw.

**Methods:** Twelve implants were placed in a total of 7 patients. (L: 10 mm, D: 4.2 or 4.7 mm, Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea) 4 implants were placed in the reference group while 12 implants were placed in the test group. 12 implants were installed in 7 patients, who had visited hospital for implant installation. The early stability immediately after the installation 3, 6 weeks and 12 weeks after operation were measured using Osstell™ mentor (Integration Diagnostics, Savedalen, Sweden) were measured, and subsequently analyzed statistically.

**Conclusion:** In this study, the initial RFA measurement value of the HA coated implant (the test group) proved to be higher than the SLA implant, and showed increasing tendency over time. In this study, the results of measuring the mobility after placing the HA-coated implant and the SLA implant showed that the HA-coated implant's ISQ measurement value is relatively higher and is continuously increasing during the first 3 months of follow-up. It is also expected to be clinically beneficial side if accompanied by a bone graft, or if it is installed on an upper jaw, which is relatively weaker. HA coated implants will accelerate the onset of early osseointegration. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2016;35(2):59-63)

**Key Words:** Hydroxyapatite-coated implant, Osseointegration, Stability, ISQ

## 서 론

Adell<sup>1)</sup> 등 및 Branemark 등에 의해 처음 골유착성 임플란트가 시술 된 이후 임플란트는 완전무치악 환자뿐만 아니라 부분 부치악 환자의 수복, 단일치아 수복에 있어서도 성공적으로 사용되고 임상 활용이 점점 증가하고 있다. Albrektsson<sup>2)</sup>은 골유착이란 광학 현미경하에서 임플란트와 골조직이 섬유성 결합조직의 포함 없이 직접 골조직과 접촉되어 임상적으로 움직임이 없는 상태라고 정의하였고

골유착을 얻기 위해서는 임플란트의 재질, 디자인, 표면, 골의 상태, 수술기법, 부하조건 등이 중요하다고 하였다. 식립 초기에 골유착을 촉진시킨다는 측면에서 HA는 임상적인 장점을 가지고 있어 임플란트 발달의 초기부터 Hydroxyapatite를 코팅한 임플란트에 대한 연구가 지속적으로 시도되었다. Hydroxyapatite (HA)코팅은 기계적접촉면에 HA powder를 부착시킴으로써 골유착을 조기에 연도 록 유도하는 것이며 골과 무기질성분과 화학적, 결정학적으로 동일한 표면으로 되는 장점이 있다. 하지만, 코팅기술의 미숙으로 HA가

Received June 10, 2016, Revised July 20, 2016, Accepted August 1, 2016.

©This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 팽준영, 41940, 대구시 중구 달구벌대로 2175, 경북대학교 치과병원 구강악안면외과

Correspondence to: Jun-Young Paeng, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2175, Dalgubeoldae-ro, Jung-gu, Daegu 41940, Korea. Tel: +82-53-600-7561, Fax: +82-53-426-5365, E-mail: jypaeng@knu.ac.kr

벗겨져 나오면서 임플란트의 실패가 증가하는 것으로 여겨져 임상가들에 의해 활발히 사용되지는 못하였다<sup>3)</sup>. HA 코팅이 임플란트의 식립과 치유시에 잘 유지되도록 하는 것이 중요하며, 최근에 개발된 HA coated implant는 이를 많이 개선한 상태이다. 티타늄은 표면에 안정적인 산화 피막을 형성하며, 생체 적합성이 높은 특징을 가지고 있고, 다른 금속 재료에 비해 골과 결합이 빠르고 낮은 탄성 계수를 가지는 특성으로 치과 임플란트뿐만 아니라 많은 다른 임상 분야에서 다양하게 사용되고 있다<sup>4,5)</sup>.

임플란트 표면처리에서 산부식방법으로 표면에 흠집을 내어 거칠기를 형성하는 표면 중 SLA<sup>7)</sup> (sand blasted with large grit and acid etching)는 큰 분화구속에 작은 분화구를 형성함으로써 표면 거칠기를 증가시키는 방법중에 가장 앞선 구조라고 할 수 있다.

임상적, 실험적으로 임플란트의 안정성과 골유착을 진단하기 위한 방법으로는 타진반응, 방사선검사, Periotest, Dental fine tester, Thread cutting force, Reverse torque test, 공진주파수분석(resonance frequency analysis) 등이 있으며 술자간의 시술방법과 적용에 따른 차이 때문에 표준화가 어려운 경우가 많으며 최근에는 공진주파수분석이 생체내에서 임플란트의 안정성을 정량적으로 측정하는데 유용한 방법으로 인정되고 있다<sup>6,8,9)</sup>.

본 연구에서는 임플란트 식립 시 초기 골유착의 안정성을 평가하기 위하여 Meredith에 의해 개발된 공진주파수 측정장치(Ostell R)를 이용하여 시간경과에 따른 임플란트 골유착 정도를 비교 평가해 보았다.

본 연구에서는 일반적으로 골질이 하악에 비해 양호하지 않은 것으로 여겨지는 상악의 무치악 환자를 대상으로 무작위추출에 의해 식립한 HA implant를 SLA 표면의 임플란트와 동요도를 비교하였으며 임상적인 결과를 진행하여 예비 결과를 보고하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

본 연구는 2015년 1월부터 2015.07월 사이에 임플란트 식립을 주소로 경북대학교 치과병원 구강악안면외과를 내원한 환자 중 본 연구에 동의하는 임상 시험 참가한 환자 7명을 대상으로 하였다. 또한 경북대학교 병원 IRB로부터 임상시험계획을 승인받은 후 임상 계획에 동의한 환자를 대상으로 시행하였다. 상악 구치부의 결손을 대상으로 골이식을 하지 않고 식립한 임플란트만을 대상으로 하였으며 다음의 조건을 충족하는 환자만을 대상으로 시행하였다.

### 1. Inclusion and Exclusion

- 1) 만 20세 이상으로 악골의 성장이 완료된 환자
- 2) 자연치 결손환자
- 3) 심한 상악악 약간 관례부조화가 없는 환자
- 4) 임상적으로 수직적, 근원심적, 협설적으로 충분한 가용골이 존재하는 환자

- 5) 타부위의 대구치, 소구치, 견치에 저작장애가 없는 환자
- 6) 임상시험에 자발적으로 동의 및 서명을 하고 시험계획서를 준수할 의지가 있는 경우

본 실험에서는 골이식이 동반된 경우 시험대상에서 제외시켰다. 골이식이 동반된 경우 골질이 더욱 감소하기 때문에 HA 코팅이 유리할 것으로 판단되나, 이식골질이 너무 다양하고, 골이식에 의한 영향을 배제하기 위하여 골이식이 동반되지 않은 경우만을 대상으로 하였다. Exclusion criteria는 다음과 같다.

- 1) 임신부
- 2) 동종골, 이종골, 및 합성골로 치조골 증대술, 상악동 거상술을 시행한 환자
- 3) 최근에 심근경색 발작 병력이 있는 환자
- 4) 조절되지 않는 내과적 질환 보유환자(당뇨, 갑상선 질환 등)

### 2. 실험군

상악 소구치, 대구치부의 무치악 환자를 대상으로 병록번호를 이용하여 무작위로 배분하였다.

시험군: s-clean OneQ-HA 임플란트(Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea)

대조군: s-clean OneQ-SL 임플란트(Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea)

### 3. 평가

- 1) Fixture의 안정성평가(임플란트 식립해 동요도 측정, ISQ (Implant Stability Quotient)를 식립직후, 3,6,12주, 6개월에 Osstel Mentor를 이용하여 측정하였다.
- 2) 골질의 주관적 평가(Lekholm and Zarb) (Type 1, 2, 3, 4)
- 3) 파노라마 또는 치근단 방사선 사진: 치조정 골의 소실, 임플란트 주위 방사선 투과 상 증가 등 변화 관찰
- 4) 임플란트 식립 위치에 따른 분포 및 성공률

## 결 과

남성 1명, 여성 6명, 평균 연령이 60±4.8세인 총 7명 환자에서 12개의 임플란트가 식입되었고 대조군으로 4개 시험군에서 12개의 임플란트가 식립되었다. 시험군으로는 s-clean OneQ-HA 임플란트(Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea)가 사용되었고 대조군에서는 s-clean OneQ-SL 임플란트(Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea)가 사용되었다. 임플란트의 식립 분포를 보면 상악 대구치부가 6개, 상악 소구치부에 6개 임플란트가 각각 1개씩 식립되었다(Table 1). 식립된 임플란트의 길이는 실험군, 대조군 모두에서 10 mm, 폭경은 4.2 mm에서 4.7 mm까지의 임플란트가 식립되었다.

6개월 이상의 추적 조사에서 실패한 임플란트는 없었으며, ISQ 측정에 문제는 없었다.

**Table 1.** Summary of patients

Patient	Gender	Age	location	Bone quality	Medical history
S-1	F	64	#27	IV	
S-2	M	55	#16, 17, 26	III	Hepatitis B
S-3	F	53	#24, 25	IV	
S-4	F	64	#14, 24	III	
S-5	F	59	#16	IV	Hepatitis B
S-6	F	65	#16	III	Controlled hypertension, diabetes
S-7	F	62	#24, 25	III	

**Table 2.** Value of Osstell™ mentor

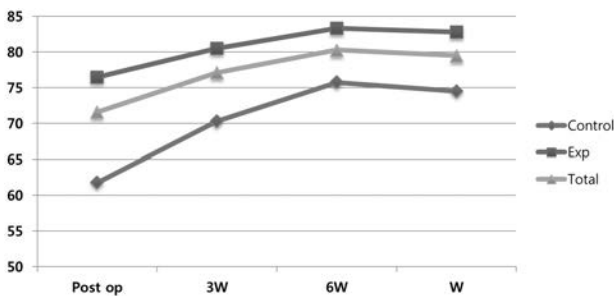
	Immediate post op	3 W	6 W	12 W
HA Group	76.5±4.6	80.5±2.1	83.3±2.3	82.8±3.1
Control Group	61.8±6.9	70.3±4.5	75.8±3.8	74.5±7.0
Total	71.6±8.9	77.1±5.8	80.3±4.8	79.5±6.3

Implant stability quotient (ISQ) value

hydroxy-apatite coated implant (HA)

sand blasted with large grit and acid etching (SLA)

\*Statistically significant difference between fixation and 12 weeks (P<0.001).



**Fig. 1.** RFA values depending upon timing tested and type of surface treatment of implants.

Osstell™ mentor 측정값은 실험군의 경우 식립 시 76.5±4.6으로 조사되었고, 3주 후 측정된 평균값은 80.5±2.1였으며, 6주 후 측정된 평균값은 83.3±2.3, 12주 후 측정된 평균값은 82.8±3.1으로 측정되어 식립 직후와 12주 후 비교 시 유의할 만한 수치 증가가 관찰되었다.

반대로 대조군의 경우 식립초기, 3주 후, 6주 후, 12주 후 측정된 평균값은 61.8±6.9, 70.3±4.5, 75.8±3.8, 74.5±7.0으로 조사되었고 이는 시험군인 s-clean OneQ-HA 임플란트(Dentis Co. Ltd., Daegu, Korea)가 대조군인 SLA implant보다 초기 공진주파수 분석(Resonance Frequency Analysis, RFA) 측정값이 높게 나타났으며, 시간이 경과 함에 따라 증가하는 양상을 보인다는 것을 알 수 있다(Table 2).(Fig. 1)

## 고 찰

치과용 임플란트의 표면형태는 최근 수년동안 급속한 변화를 이루고 있다<sup>7,8)</sup>. 또한 임플란트 표면처리에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며 이는 임플란트 표면이 임플란트와 골과의 유착에 있어 중요한 역할을 하기 때문이다<sup>9,10)</sup>. 임플란트의 안정성은 골과 임플란트 표면 사이의 접촉양상에 의해 영향을 받는다<sup>11)</sup>. 임플란트 표면을 거칠게 하여 표면적을 증가시킴으로써 골유착 속도를 빠르게 하려는 임플란트 표면처리 방법으로는 수산화인회석 코팅 표면(hydroxyapatite coating surface), 산부식 처리 표면(acid etching surface), 입자 분사 표면(blasted surface), 입자 분사 후 산부식 처리 표면(blasted and etched surface), 티타늄 플라즈마 분사 표면(titanium plasma sprayed surface, TPS), SLA, 등 다양한 방법들이 개발되어 임상에 적용되고 있다. 수산화인회석은 골조직의 구성 성분 중 하나로서 골과 뛰어난 생체 친화성을 보이며, 골 조직과의 결합성이 매우 우수한 것으로 보고되고 있다<sup>12-14)</sup>. 이러한 이유로 수산화인회석을 이용한 임플란트 표면처리가 지속적으로 연구되고 있다. 1990년 Kohri<sup>15)</sup> 등은 수산화인회석 코팅 임플란트가 초기 골반응이 우수하다고 보고하였고, 1992년 Golec와 Krauser<sup>16)</sup>는 수산화인회석 코팅 임플란트가 골과 임플란트 접촉량이 순수 티타늄 재료보다 증가하였고, 계면 강도를 비교하였을 때, 약 5~8배 정도 증가한다고 보고하였다. 하지만 임플란트 표면으로부터 코팅이 벗겨지고, 이것으로 인한 임상적 실패의 가능성이 HA 코팅의 임플란트의 문제점으로 지적되어져 왔다<sup>17)</sup>. 또한 HA 코팅으로 인한 거친 표면으로 접착부와 관련하여 임플란트 주위염의 위험성에 대해서도 취약하다는 점이 논란이 되었다<sup>18)</sup>.

현재 가장 많이 사용되는 임플란트의 표면처리인 SLA 표면 처리로 이 연구에서 HA코팅에 대한 대조군으로 사용이 되었다. 임플란트의 거친 표면을 만들기 위해 Bowers<sup>19)</sup> 등은 sand-blasting을 시행하였다. 하지만 sandblasting시 사용되는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 위해성 논란이 발생하면서 sandblasting 후 산부식을 시키는 방법인 SLA가 개발되었다. SLA 임플란트는 일차적으로 sandblasting 과정에서 microrough한 micropis을 형성하여 표면 거칠기를 증가시킨다<sup>20)</sup>.

본 연구에 사용된 HA 코팅은 상온 초박막 HA 코팅 기술로 고속 충돌에 의한 코팅방법으로 두께가 약 2 um 이하로 다른 코팅 기술에 비해 현저히 낮은 두께를 가지고 있는 제품이다. 두께가 얇으며, 접착력(adhesion strength)이 높아 식립시에 탈락이 적은 것이 특징이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 시험군인 HA coated implant가 SLA implant보다 초기 RFA 측정값이 높게 나타났으며, 시간이 경과 함에 따라 증가하는 양상을 보였다. 두 임플란트의 기계적 디자인이 같은 것으로 감안한다면, HA 코팅 층에 의해 식립시 ISQ 값이 차이가 났던 것으로 생각할 수 있다.

골밀도가 높지 않은 골 특히 상악구치부에서의 골밀도가(D3 혹은 D4)낮은 경우에 임플란트의 초기고정력이 감소하게 되고 임플란트의 초기 실패와 관련이 있는 경우가 많다<sup>21)</sup>. 또한 임플란트 주변의 낮은 골밀도는 %BIC나 %BV같은 조직형태학적인 인자들에 부정적인 영향을 미치게 된다<sup>22)</sup>. 초기 ISQ와 골유합이 끝나는 시점인 8주 경에서의 2차 ISQ에 관한 실험들에서 초기의 ISQ가 낮은 경우 시간이 지남에 따라 측정값이 증가하지만, 초기의 ISQ가 높은 경우에는 오히려 나중에 감소한다는 보고도 있다<sup>23)</sup>. 다른 논문에서는 초기에 70 이상의 ISQ를 가지는 높은 고정력은 시간이 지남에 따라 기계적인 고정력은 감소하나 생물학적인 고정력이 증가하여 전체적으로 고정력이 증가하지 않는다고 보고하고 있다<sup>24)</sup>. 하지만 공통적으로 고정력이 낮은 경우에는 시간이 지남에 따라 골의 재형성으로 고정력이 증가한다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 상악 구치부에서 대조군으로 사용된 SLA 표면의 임플란트가 평균 61.8±6.9로 76.5±4.5의 HA 코팅 임플란트보다 낮은 초기 고정을 보였다. 두 군에서 모두 시간이 지남에 따라 ISQ 값이 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

## 결 론

본 연구에서는 HA coating된 임플란트와 SLA로 처리된 임플란트 식립후 동요도를 측정된 결과 HA coated implant의 ISQ 측정치가 상대적으로 높게 나타났으며, 3개월 간의 추적 기간동안 계속 증가하는 것을 보였다. 예비 실험이나 무작위로 진행되어 추가적인 시험을 통해서도 유의한 결과가 도출될 것으로 기대된다. 골질이 상대적으로 약한 상악이나, 골이식을 동반한 경우에 임상적으로 유리한 측면을 가질 것으로 예상된다.

## REFERENCES

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10(6):387-416.
2. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52(2):155-170.
3. Whitehead RY, Lucas LC, Lacefield WR. The effect of dissolution on plasma sprayed hydroxylapatite coatings on titanium. *Clin Mater* 1993;12(1):31-39.
4. Eliades T. Passive film growth on titanium alloys: physicochemical and biologic considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(5):621-627.
5. Pan J, Thierry D, Leygraf C. Electrochemical impedance spectroscopy study of the passive oxide film on titanium for implant application. *Electrochimica Acta* 1996;41(7-8):1143-1153.
6. 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):261-267.
7. Gottlander M, Albrektsson T. Histomorphometric studies of hydroxylapatite-coated and uncoated CP titanium threaded implants in bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(4):399-404.
8. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B. Design and surface characteristics of 13 commercially available oral implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8(6):622-633.
9. Cochran DL. A Comparison of Endosseous Dental Implant Surfaces. *J. Periodontol.* 1999;70(12):1523-1539.
10. Shalabi MM, Gortemaker A, van't Hof MA, Jansen JA, Creugers NHJ. Implant surface roughness and bone healing: a systematic review. *J. Dent. Res.* 2006;85(6):496-500.
11. O'Sullivan D, Sennerby L, Meredith N. Measurements Comparing the Initial Stability of Five Designs of Dental Implants: A Human Cadaver Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2(2):85-92.
12. Yang G-L, He F-M, Hu J-A, Wang X-X, Zhao S-F. Biomechanical comparison of biomimetically and electrochemically deposited hydroxyapatite-coated porous titanium implants. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2010;68(2):420-427.
13. Block MS, Kent JN, Kay JF. Evaluation of hydroxylapatite-coated titanium dental implants in dogs. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1987;45(7):601-607.
14. Kasemo B. Biocompatibility of titanium implants: surface science aspects. *J Prosthet Dent* 1983;49(6):832-837.
15. Kohri M, Cooper EP, Ferracane JL, Waite DF. Comparative study of hydroxyapatite and titanium dental implants in dogs. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1990;48(12):1265-1273.
16. Golec TS, Krauser JT. Long-term retrospective studies on hydroxyapatite coated endosteal and subperiosteal implants. *Dental Clinics of NA* 1992;36(1):39-65.
17. Lee JJ, Rouhfar L, Beirne OR. Survival of hydroxyapatite-coated

- implants: A meta-analytic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2000;58(12):1372-1379.
18. YANG Y, KIM K, ONG J. A review on calcium phosphate coatings produced using a sputtering process?an alternative to plasma spraying. *Biomaterials* 2005;26(3):327-337.
  19. Bowers KT, Keller JC, Randolph BA, Wick DG, Michaels CM. Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7(3):302-310.
  20. Cook SD, Baffes GC, Palafox AJ, Wolfe MW, Burgess A. Torsional stability of HA-coated and grit-blasted titanium dental implants. *J Oral Implantol* 1992;18(4):354-365.
  21. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *The International journal of prosthodontics* 1998;11(5):491-501.
  22. Trisi P, Berardini M, Falco A, Podaliri Vulpiani M. New Osseodensification Implant Site Preparation Method to Increase Bone Density in Low-Density Bone. *Implant Dent* 2016;25(1):24-31.
  23. Sennerby L, Andersson P, Verrocchi D, Viinamäki R. One-year outcomes of Neoss bimodal implants. A prospective clinical, radiographic, and RFA study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14(3):313-320.
  24. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol.* 2000 2008; 47(1):51-66.