

# Type IV 골에서 생흡수성 apatite 나노코팅 SLA 표면을 가진 임플란트의 효과

김진구\*, 배형철\*, 강주현, 박진영, 차재국, 최성호

연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직재생연구소

## Effectiveness of a bio-resorbable apatite nano-coating SLA surface implant in type IV bone

Chin-Gu Kim\*, Hyung-Chul Pae\*, Joo-Hyun Kang, Jin-Young Park, Jae-Kook Cha, Seong-Ho Choi

Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Most recently, a novel surface treatment of implant fixture has been introduced - a chemically modified sand-blasted, large grit, acid-etched titanium surface - to enhance bone apposition. This is a case of immediately placed modified SLA surface implant and conventional SLA surface implant in maxillary molar area. The aim of this case report is to evaluate whether hydrophilic properties of novel implant surfaces have higher potential to support osseointegration in type IV bone. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2017;9(2):11-15)

**Key words:** SLA surface, Osseointegration, Hydroxyapatite coating, Nanocoating

### INTRODUCTION

현재 치과 임플란트를 이용한 치료는 충분히 예지성 있는 치료로서, 피개치, 고정성 부분의치, 고정성 전체치의치, 악안면 보철치료 등 다양한 치료에 이용되고 있다. 그러나 Lekholm and Zarb은 골의 밀도에 따라 네 분류로 골질을 나누었는데, Type IV골과 같은 밀도가 낮은 골질에서의 임플란트 치료는 다른 골질에서보다 예지성이 낮다고 보고되고 있다<sup>1-4)</sup>.

임플란트의 표면처리는 초기고정력과 골유착 능력을 향상시키기 때문에 Type IV 골에서 임플란트의 생존율을 증가시킬 수 있다고 보고되고 있다<sup>5,8,9)</sup>. 최근 몇 년 간, 티타늄 임플란트의 골유착을 향상시키기 위해 임플란트의 표면형태, 구조, 화학적 성질, 표면 전하, 젖음성 등이 발전되어왔다. Buser et al. (1991)은 다양한 표면에서 골-임플란트의 접촉면적을 비교하였는데, SLA 표면에서 가장 높은 골-임플란트 접촉면적을 보였다<sup>7)</sup>.

최근에는, 화학적으로 변형된 SLA 표면의 임플란트 고정체들이 개발되고 있는데, 이는 나노 크기의 apatite가 임플란트 표면에 코팅되어 골유착 후 생흡수되는 성질을 갖는다. 또한 물과의 접촉각이 0에 가까운 젖음

성과 친수성을 보이기 때문에 골-임플란트 접촉 면적을 증가시킬 뿐만 아니라 증가된 골침착 능력을 보인다. 이러한 이유로, Type IV 골에서 생흡수성 apatite가 나노코팅된 SLA 표면의 임플란트는 기존의 SLA 표면의 임플란트보다 임플란트의 골유착 능력이 향상되었을 것이라고 생각되는바, 이에 관한 증례를 보고하고자 한다.

### CASE REPORT

#### 1. 술 전 평가

본 증례의 40세 남자 환자는 2015년 10월 임플란트 식립 주소로 내원하였다. 임상적 및 방사선학적 검사 상 #26, 27 치아는 동요도는 없었으며 3~5 mm의 탐침 깊이 및 과정출 상태를 보였고 #36, 37 치아는 결손된 상태로 해당 부위의 악간공간이 좁은 상태였다. #26, 27 치아의 과정출을 동반한 만성 치주염, #36, 37 치아의 상실로 진단하였으며, 환자분과 상의 후 #26, 27 치아는 발치 즉시 임플란트 식립을 계획하였다. 의과적 병력은 없는 전신적으로 건강한 환자였으며, 흡연력은 없었다. #26, 27 임플

Received December 1, 2017, Revised December 3, 2017, Accepted December 5, 2017

© 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: 최성호, 03722, 서울시 서대문구 연세로 50-1, 연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직재생연구소

Corresponding Author: Seong-Ho Choi, Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul 03722, Korea, Tel: +82-2-2228-3189, Fax: +82-2-392-0398, E-mail: shchoi726@yuhs.ac

\*Both authors contributed to this article equally.

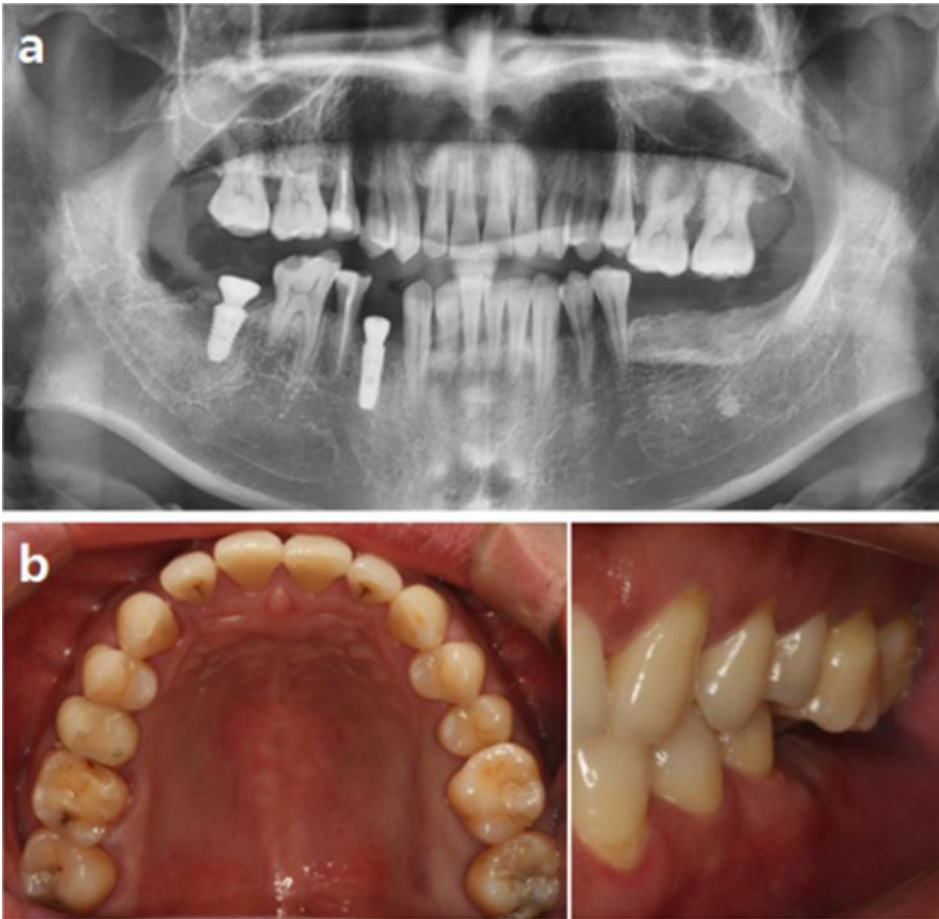


Fig. 1. (a) Pre-operative panoramic radiograph. (b) Pre-operative clinical photograph.

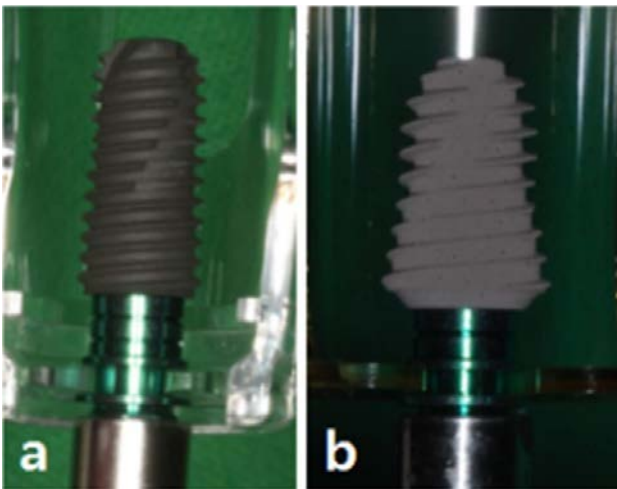


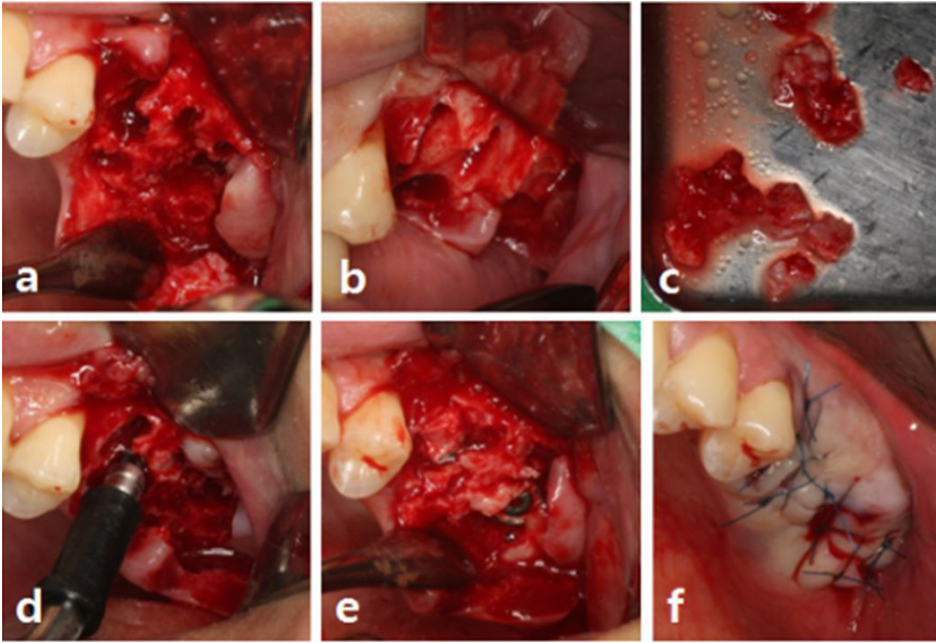
Fig. 2. Fixture (a) TSIII BA 5010, (b) TSIV SA 7010.

란트 식립 예상 부위의 잔존골 높이는 상악동 하연까지 약 5~6 mm 정도로 계속되었다. #26, 27 치아의 발치 후 해당 부위의 상악동거상술 및 골이식을 동반한 임플란트 식립을 계획하였으며, #26 부위에는 변형된 SLA 표면의 임플란트 매식체(TSIII BA 5010, Osstem Implant Co.,

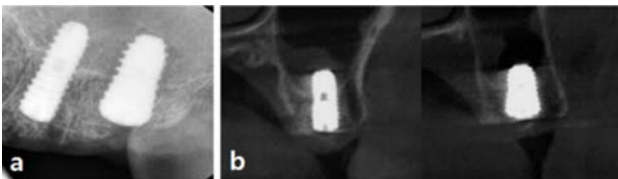
Seoul, Korea), #27 부위에는 기존 SLA 표면의 임플란트 매식체 (TSIV SA 7010, Osstem Implant Co., Seoul, Korea)를 식립하여 두 개의 임플란트 매식체를 비교하기로 하였다(Fig. 1, 2).

## 2. 술식

국소마취 하에 골막을 포함한 전층판막을 거상한 후, #26, 27 치아의 발치를 시행하였다. drilling kit (122 Taper kit, Osstem Implant Co.)를 이용하여 임플란트 식립 부위에 드릴링 후 osteotome을 이용하여 상악동 점막을 약 4~5 mm 거상하였다. 발살바 검사를 통하여 상악동 점막의 천공이 발생하지 않은 것을 확인하였다. 이후 주변부위에서 자가골을 채득하였다. #26, 27 부위에 변형된 SLA 표면의 임플란트 매식체와 기존 SLA 표면의 임플란트 매식체를 각각 식립하였으며 골개조를 고려하여 약 1 mm 가량 깊게 식립하였고, 식립토크는 두 부위 모두 5~10 N/cm이었다. 거상된 상악동 공간에는 골이식 재료를 사용하지는 않았다. 이후 임플란트 픽스처 주변 발치와 공간에 채득한 자가골과 Collagen membrane (Genoss, Suwon, Korea)을 이용하여 골유도재생술을 시행하였다. 골막 절개를 동반하여 연조직의 긴장 없이 일차 봉합을 시행하였다. 이후 치유과정에서 이상조건이나 염증반응은 없었다(Fig. 3, 4).



**Fig. 3.** Surgical procedure (a) after extraction, (b) vertical reduction/collecting autogenous bone, (c) autogenous bone graft, (d) fixture installation, (e) after fixture installation, (f) suture.



**Fig. 4.** Post-operative radiograph. (a) Periapical radiograph. (b) CBCT.

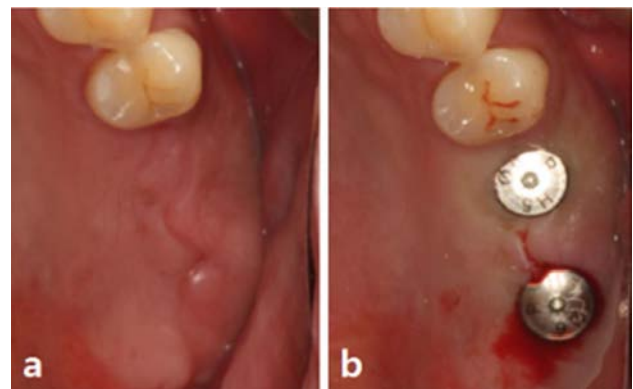
### 3. 술 후 평가

임플란트 식립 3개월 후에 2차 수술을 시행하였으며(Fig. 5), ISQ 값을 2회 측정 시 #i26은 68/70, #i27은 60/59 값이 측정되었다. 2차 수술 1달 후(1차 수술 4개월 후) ISQ 값을 다시 2회 측정하였으며, #i26은 74/76, #i27은 68/67로 값이 측정되었다. 최종 보철물 하중은 1차 수술로부터 6개월 후에 가해졌다(Fig. 6).

## DISCUSSION

구강재건을 위한 임플란트 치료 시, 임플란트의 생존율은 높다. 하지만 골질이 불량할 경우 임플란트의 성공에 있어서 그 예지성은 떨어지게 된다<sup>1,2</sup>. Holahan 등<sup>3</sup>은 골질이 불량한 골에 식립된 임플란트의 생존율은 그렇지 않은 곳에 식립된 임플란트의 생존율보다 낮은 것으로 보고하였다. 또한 Turkyilmaz 등<sup>4</sup>은 골질이 불량한 골에서보다 골질이 좋은 골에서 임플란트의 고정력 및 임플란트의 안정성이 더 높다고 보고하였다. 따라서 이러한 골질이 불량한 곳에서의 임플란트 수술 시 추가적인 고려가 필요하다.

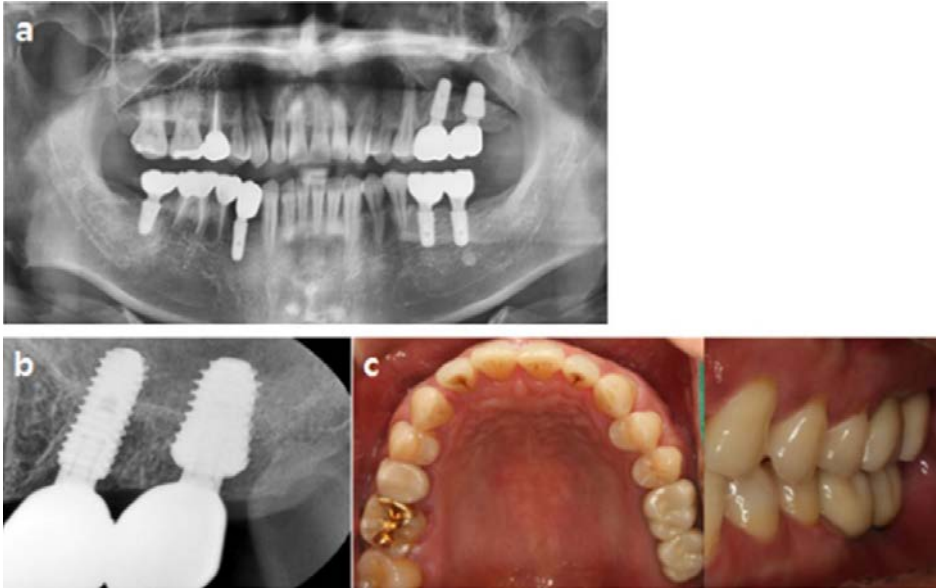
임플란트의 표면처리는 골질이 불량한 곳에서 조기에 골과 임플란트의 접촉면적을 증가시킬 수 있다는 장점이 있는데, 평활한 표면의 임플란



**Fig. 5.** (a) At 3 months after 1st surgery. (b) After 2nd surgery.

트에서보다 거친 표면의 임플란트에서 골-임플란트 접촉면적이 더 높으며, 토크에 대한 저항성이 더 높다고 보고되고 있다<sup>5,6</sup>. Buser 등은 동물 실험에서 SLA 표면이 가장 골-임플란트 접촉면적이 높았으며<sup>7</sup>, 친수성이 높은 SLA 표면은 일반적인 SLA 표면보다 골-임플란트 접촉면적이 더 높다고 보고하였다<sup>8</sup>. 많은 문헌에서 임플란트의 표면 거칠기가 골유착의 속도와 생역학적인 고정에 영향을 준다고 보고하고 있다<sup>5,9</sup>.

본 증례에서는 기존 SLA 표면의 임플란트 매식체와 SLA 표면에 생흡수성 apatite를 나노단위로 코팅한 임플란트 매식체가 사용되었다. 새로운 SLA 표면은 10 nm 이하의 크기를 갖는 저결정화 HA (apatite)를 임플란트 표면에 코팅하여 친수성을 증가시켰는데, 본 케이스에서 사용된 임플란트 매식체의 제조회사에서 발표한 실험결과에 따르면, 기존 SLA 표면(SA)의 경우 수면과의 접촉각이 96.74°인 반면, 변형된 SLA 표면(BA)의 경우 수면과의 접촉각이 0°에 가깝게 측정되었다. 따라서 혈액에 대한 젖음성이 높고 혈액 반응이 매우 빠르다. 나노미터 단위의 임플란



**Fig. 6.** 6 months after 1st surgery (after loading). (a) Panoramic radiograph, (b) Periapical radiograph, (c) Clinical photograph.

표면에는 단백질 침착과 조골세포의 부착이 증가하여 골유착이 증진된다<sup>10)</sup>. 토끼를 이용한 동물실험에서는<sup>11)</sup> 나노구조의 임플란트 표면에서 직접적인 골조직 침착이 증가하며 따라서 골유착 및 골-임플란트 접촉면적이 더 증가된다고 보고된 적이 있다. 또한 변형된 SLA 표면(BA)의 apatite는 생흡수성을 갖는데, 제조사에서 제시한 토끼의 경골을 이용한 실험에 따르면 골개조가 일어난 6주 경과 후 확인했을 때 apatite 코팅이 흡수되어 사라진 것으로 나타났다. 표면에 코팅된 apatite는 골 전도능을 가져 골개조를 촉진하며 골개조 이후 코팅층의 불안정한 박리 없이 생체 내에서 흡수되는 것으로 보인다.

따라서 본 증례에서처럼 골질, 골양이 부족하여 상악동거상술 및 골유도재생술과 같은 부가적인 술식이 동반되고 낮은 고정력을 보일 것이라고 예상되는 케이스에서는 나노코팅된 SLA 표면 임플란트를 고려해볼 수 있다.

본 증례에서는 두 종류의 임플란트를 비교하기 위해 resonance frequency analysis (RFA) (Osstell Mentor, Integration Diagnostics AB, Göteborg, Sweden)를 이용하여 ISQ 값을 측정하였다. 여러 문헌에서 ISQ 값은 임플란트 안정성의 지표로서 임플란트의 골유착 정도를 판단하는 데에 유용하고<sup>12)</sup> 임플란트 주변의 골형성 정도와 비례한다고 보고하고 있다<sup>13)</sup>. ISQ 값은 1부터 100까지의 수치로, 그 값이 높을수록 임플란트가 더 안정적이라고 볼 수 있다. 본 증례에서 #26, 27 두 부위에 대한 골질과 각각 사용된 임플란트의 직경, 디자인 등이 다르며 단지 ISQ 값을 가지고 임플란트의 표면의 차이를 분명하게 비교할 수는 없다는 한계점은 존재한다. 하지만 전체적인 과정을 보았을 때 적어도 새로운 SLA 표면의 임플란트가 기존의 SLA 표면의 임플란트와 비교해서 부족하지 않은 임상 결과를 나타낸다는 것을 볼 수 있다.

## CONCLUSION

생흡수성 apatite가 나노코팅된 SLA 표면의 임플란트는 기존 SLA 표면의 임플란트와 비교해 골유착의 측면에서 부족하지 않은 결과를 갖는 것으로 보인다. 본 증례에서는 Type IV 골질에서 apatite 나노코팅 SLA 표면의 임플란트 매식체와 기존의 SLA 표면의 임플란트 매식체를 비교하였다. 두 임플란트 모두 수술과정부터 하중이 가해질 때까지 안정적으로 유지되었으며, 모두 양호한 골유착 결과를 보였다. 기존 SLA 임플란트 매식체와 비교하였을 때, 변형된 SLA 표면의 임플란트 매식체는 향후 골질이 불량한 부위에서 더 효과적으로 쓰일 가능성이 있을 것으로 기대된다. 새로운 SLA 표면 임플란트의 더 정확한 검증을 위해서는 더 체계적이고 많은 데이터의 비교가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

1. Lekholm U. & Zarb, G.A. (1985) Patient selection and preparation. In: Brånemark, P.-I., Zarb, G.A., Albrektsson, T., eds. *Tissue Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*, 199-209. Chicago: Quintessence Publ Co.
2. Molly, L. (2006), Bone density and primary stability in implant therapy. *Clinical Oral Implants Research*, 17:124-135. doi:10.1111/j.1600-0501.2006.01356.x
3. Holahan, C.M., Wiens, J.L., Weaver, A., Assad, D. & Koka, S. (2011) Relationship between systemic bone mineral density and local bone quality as effectors of dental implant survival. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 13:29-33.
4. Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: A retrospective clinical study. *BMC Oral Health*. 2008;8:32.
5. L.L. Guéhenneq, A. Soueidan, P. Layrolle, Y. Amouriq Surface treat-

- ments of titanium dental implants for rapid osseointegration *Dent Mater.*, 23 (2007), pp. 844–854.
6. A. Wennerberg, T. Albrektsson, B. Albrektsson, J.J. Krol Histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies *Clin Oral Implant Res*, 6 (1996), pp. 24-30.
  7. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H (1991) Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 25(7):889–902.
  8. D. Buser, N. Broggini, M. Wieland, R.K. Schenk, A.J. Denzer, D.L. Cochran, et al., Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface *J Dent Res*, 83 (2004), pp. 529-533.
  9. D.L. Cochran, R.K. Schenk, A. Lussi, F.L. Higginbottom, D. Buser Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible *J Biomed Mater Res*, 40 (1998), pp. 1-11.
  10. Iwata N, Nozaki K, Horiuchi N, Yamashita K, Tsutsumi Y, Miura H, et al. Effects of controlled micro-/nanosurfaces on osteoblast proliferation. *J Biomed Mater Res Part A* 2017;105A:2589–2596.
  11. L. Salou, A. Hoornaert, G. Louam, P. Layrolle Enhanced osseointegration of titanium implants with nanostructured surfaces: An experimental study in rabbits *Acta Biomater.*, 11 (2015), pp. 494–502.
  12. N. Meredith, D. Alleyne, P. Cawley Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis *Clin Oral Implants Res*, 7 (1996), pp. 261-267.
  13. J.S. Oh, S.G. Kim, S.C. Lim, J.L. Ong A comparative study of two non-invasive techniques to evaluate implant stability: Periotest and Ostell Mentor Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 107 (2009), pp. 513-518.
  14. Alsaadi, G., Quirynen, M., Michiels, K., Jacobs, R. and Van Steenberghe, D. (2007), A biomechanical assessment of the relation between the oral implant stability at insertion and subjective bone quality assessment. *Journal of Clinical Periodontology*, 34:359–66. doi:10.1111/j.1600-051X.2007.01047.x
  15. Rozé, J., Babu, S., Saffarzadeh, A., Gayet-Delacroix, M., Hoornaert, A. and Layrolle, P. (2009), Correlating implant stability to bone structure. *Clinical Oral Implants Research*, 20:1140–5. doi:10.1111/j.1600-0501.2009.01745.x
  16. Papaspyridakos P, Mokti M, Chen CJ, Benic GI, Gallucci GO, Chronopoulos V. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013.
  17. Pjetursson BE, Karoussis I, Brånemark W, Brånemark U, Lang NP. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16:185–93.
  18. Aalam AA, Nowzari H. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:793–8.
  19. Goiato MC, Pellizzer EP, dos Santos DM, Barão VA, de Carvalho BM, Magro-Filho O, et al. *J Craniofac Surg*. 2009;20:2139–42.
  20. Binon PP. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:76–94.
  21. Trisi P, Rao W. Bone classification: *Clin Oral Implants Res*. 1999;10:1–7.
  22. Bahat O. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15:646–53.
  23. Testori T, Del Fabbro M, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi Jr R et al. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13:154–61.
  24. Stach RM, Kohles SS. *Implant Dent*. 2003;12:87–96.