

UV Clinical Article

임상논문

광활성 표면처리에 따른 치아 임플란트 안정성 평가



Clinical Article

UV조사에 의한
임플란트의 장기적 안정성에 관한 논문

광활성 표면처리에 따른 치아 임플란트 안정성 평가

Evaluation of Dental Implant Stability with or without Photoactivated Surface Treatment

Yu-ri Heo, DDS, MSD, Ph.D1, Jaeseok Kang, DDS, MSD, Ph.D2, Mee-Kyoung Son, DDS, MSD, Ph.D

연구 목적 및 방법

본 연구는 공명 주파수 분석 (RFA)를 활용하여, 샌드 블라스팅 및 산 부식 처리된 임플란트치료한 그룹과 샌드 블라스팅 및 산 부식 후 광활성 처리를 한 임플란트로 치료한 그룹의 안정성을 평가하기 위해 진행되었습니다. 본 연구진은 25명의 환자 (남성 12명, 여성 13명)에서 50개의 임플란트를 조사하였습니다. 25개의 임플란트는 샌드 블라스팅 및 산 부식으로 처리되었고, 나머지 25개의 임플란트는 광활성 처리를 하였습니다. 연구진은 임플란트 시술 당일, 임플란트 안정성 지수 (ISQ) 값을 기록하였고, 각 임플란트에 대해 16주 동안 2주마다 연속으로 값을 기록하였습니다. RFA는 임플란트 안정성의 직접적인 측정을 위해 사용되었습니다. 분산 테스트의 반복-측정을 통하여 평균 ISQ 값을 비교하였습니다.

This study aimed to evaluate the stability of two implant groups treated either only with sandblasting and acid etching or photoactivation after sandblasting and acid etching, using resonance frequency analysis (RFA). We investigated 50 implants in 25 patients (12 men and 13 women). Twenty-five implants were treated with sandblasting and acid etching, and 25 with photoactivation. We recorded the implant stability quotient (ISQ) value on the day of implant placement and consecutively every 2 weeks for 16 weeks for each implant. RFA was used for the direct measurement of implant stability. We compared mean ISQ values using a repeated-measures analysis of variance test.

연구 결과

샌드 블라스팅과 산 부식만으로 처리된 임플란트 시술 및 16주에서의 평균 ISQ 값은 각각 77.8 ± 6.7 및 83.2 ± 2.5 였으며, 추가적으로 광활성 처리를 한 경우에서 각각 78.9 ± 5.3 및 84.1 ± 3.3 을 기록하였습니다. **광활성 처리를 한 임플란트가 광활성 표면 처리를 진행하지 않은 임플란트에 비해 평균적으로 높은 ISQ 값을 기록하였습니다.** 그러나, 두 임플란트 그룹 사이에는 큰 차이는 없었습니다. 두 임플란트 그룹 모두 임상 시험에서 높은 임플란트 안정성을 보였습니다. **광활성 처리를 한 임플란트 표면이 친수성 표면을 증가시키는 방법을 통해 광활성 처리를 하지 않은 임플란트보다 안정성이 더 높은 것으로 보입니다.**

The mean ISQ values at surgery and 16 weeks in implants treated only with sandblasting and acid etching were 77.8 ± 6.7 and 83.2 ± 2.5 , respectively, while in those treated with further photoactivation were 78.9 ± 5.3 and 84.1 ± 3.3 , respectively. The photoactivated implants showed higher ISQ values than those without photoactivated surface treatment. However, there were no significant differences between the two implant groups. Both implant groups showed high implant stability in clinical practice. The photoactivated implant surface appears to have higher implant stability than that without photoactivation by increasing the hydrophilic surface.

원본 논문

광활성 표면처리에 따른 치아 임플란트 안정성 평가

Yu-ri Heo, DDS, MSD, Ph.D¹, Jaeseok Kang, DDS, MSD, Ph.D², Mee-Kyoung Son, DDS, MSD, Ph.D^{3*}

¹Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Korea

²Doctor of Dental Clinic, Department of Implant-Prosthodontics, Yedam Dental Hospital, Mokpo, Korea

³Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Korea

*교신 저자: Mee-Kyoung Son, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Chosun University, 309 Pilmun-daero, Donggu, Gwangju 61452, Korea.
Tel:+82-62-220-3820. Fax : +82-62-227-7811. E-mail : son0513@chosun.ac.kr

 OPEN ACCESS

pISSN 2765-7833

eISSN 2765-7841

Journal of implantology and applied sciences 2021; 25(2): 57-63

<https://doi.org/10.32542/implantology.2021006>

Received: March 10, 2021

Revised: June 8, 2021

Accepted: June 17, 2021

ORCID

Yu-ri Heo

<https://orcid.org/0000-0002-1806-3822>

Jaeseok Kang

<https://orcid.org/0000-0003-0419-2559> Mee-Kyoung Son <https://orcid.org/0000-0001-9225-1744>

Copyright © 2021. The Korean Academy of Oral & Maxillofacial Implantology



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.

서론

치과 임플란트의 초기 성공은 골유착 유무에 따라 결정된다고 할 수 있다. 임플란트와 골유착을 개선하기 위하여 많은 재료 및 방법이 개발되고 연구되고 있다. Albrektsson 등은 임플란트의 골유착에 영향을 주는 요소로 생체적합성, 매식체의 디자인, 표면 특성, 환자의 골 상태, 외과적 술식, 하중 조절을 언급하였다.¹

이 중 임플란트의 표면은 임플란트와 골조직 사이의 결합에 영향을 주는 가장 중요한 요인이다.² 임플란트의 표면 처리를 통해 표면적을 증가시키고 골 치유 과정을 촉진시켜 임플란트와 골 사이의 빠르고 강한 결합을 얻기 위한 연구가 계속되고 있다. 임플란트 표면처리하는 방법으로는 기계적으로 절삭가공방법이 있으며, 코팅하는 방법으로는 티타늄 입자를 분출하여 표면에 분사시키는 방법, 수산화 인회석을 코팅하는 방법이 있다. 이런 분사 및 코팅방법은 임플란트 표면에서 입자가 떨어져 나올 수 있다는 단점이 있다. 그 후로 거친 입자들을 임플란트 표면에 분사시켜 요철을 생기게 하여 표면적을 증가시키는 방법, 산부식처리하여 임플란트 표면의 거칠기를 증가시키는 방법이 개발되었으며, 이를 병용하는 방법도 있다. 양극산화법을 이용하여 산화막 두께를 증가시키는 방법 등 여러 방법이 개발되어왔으며, 최근에는 임플란트 표면에 세포와 조직의 반응을 유도할 수 있는 단백질, 효소, 펩타이드 등의 생체 분자를 결합시키는 방법이 연구되고 있다.³

임플란트 표면의 친수성은 임플란트 표면과 생체 조직 사이의 상호작용을 빠르고 향상되게 도와줘 골유착에 유리하게 작용한다.⁴ 친수성 표면을 만드는 방법으로는 알칼리 용액으로 처리하는 방법, 자외선을 조사하는 방법 등이 소개되었다.⁵

이 연구의 목적은 분사처리와 산부식을 병용하여 표면처리한 임플란트와 분사처리와 산부식을 병용한 후 광촉매 효과를 응용하여 초친수성 표면으로 처리한 임플란트를 공진주파수 분석법을 이용하여 임플란트의 안정성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

소구치 또는 대구치 부위에 직경 4에서 5mm, 길이 10 mm 또는 11.5mm 의 임플란트를 골이식없이 식립한 20세 이상의 성인의 임플란트를 대상으로 하였다. 환자의 의무기록에서 고정체의 안정성을 평가하기 위해 Osstell™ mentor® (Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden)를 이용하여 측정된 임플란트 안정지수 (Implant stability quotient, ISQ)를 기록하였다.

20세 이상의 성인 25명(남자 12명, 여자 13명, 평균 : 63.9세)의 부분 무치악 환자에 식립된 50개의 임플란트가 조사되었으며, 임플란트의 표면처리 방법에 따라 두 그룹으로 분류하였다. A 그룹은 분사처리와 산부식을 병용(HSA, Hybrid sandblast & acid etched)하여 표면처리한 임플란트(UF II HSA, DIO, Busan, Korea) 그룹으로 상악에 식립된 15개, 하악에 식립된 10개를 조사하였으며, B 그룹은 분사처리와 산부식을 병용한 후 광활성화시켜(Photofunctionalized HSA, P-HSA) 표면처리한 임플란트(UV Active, DIO, Busan, Korea) 그룹으로 상악에 식립된 15개 하악에 10개를 조사하였다(Table 1). 임플란트 안정 지수는 식립시부터 2주 간격으로 16주까지 기록하였다. 이 연구는 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다. (CUDGIRB2101005)

측정값은 SPSS Ver. 26.0(SPSS INC, Chicago, IL, USA)프로그램을 이용하여 통계 처리하였다. 두 그룹간의 임플란트 안정 지수 값의 차이가 시간에 따라 있는지 분석하기 위하여 반복 측정 분산분석(repeated-measures ANOVA)을 사용하였다(P<0.05).

Table 1. Information about the implants placed

Implant surface	Jaw implanted		Implant diameter (mm)			Implant length (mm)	
	Maxilla	Mandible	4	4.5	5	10	11.5
HSA	15	10	2	9	14	8	17
P-HSA	15	10	2	4	19	12	13

결과

수술 시의 평균 임플란트 안정지수 값은 A그룹이 77.8±6.7, B 그룹이 78.9±5.3 로 B그룹이 약간 높은 값을 보였다. 10주까지 A,B 그룹 모두 임플란트 안정지수가 증가하는 양상을 보였으며, 수술 10주후에는 A그룹이 85.6±15.7, B그룹이 84.1±2.9 로 A그룹이 더 높은 값을 보였다. 이후 약간 감소하여 수술 16주 후에는 A그룹이 83.2±2.5, B그룹이 84.1±3.3 로 B그룹이 더 높은 값을 보였다. 각 그룹을 상악과 하악으로 나누어 비교해 봤을 때, 두 그룹 모두 상악보다 하악에서 임플란트 안정지수 값이 높게 나타났으며, 수술 16주 후의 임플란트 안정지수는 B그룹의 하악에 식립한 임플란트(86.0±1.8), A그룹의 하악(84.5±1.7), B그룹의 상악(82.9±3.5), A 그룹의 상악(82.4±2.7) 순서로 높게 나타났다(Table 2), (Fig. 1,2).

통계학적으로 각 그룹 내의 시간에 따른 유의성 있는 변화는 없었으며, 두 그룹의 시간에 따른 변화는 같았다.(P=0.417>0.05). 두 그룹간의 ISQ 값에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다(P=0.204>0.05). 각 그룹내에서 식립 위치에 따른 유의한 차이도 나타나지 않았다(P=0.093>0.05).

Tble 2. Mean(SD) vibration ISQ values of each group

	0w	2w	4w	6w	8w	10w	12w	14w	16w
Group A	77.4±	78.3±	79.3±3.9	79.9±	80.6±	86.7±	82.1±	81.9±	82.4±2.7
Mx.	5.6	4.7		3.7	3.2	20.4	2.8	2.5	
Group A	78.5±	82.6±	81.8±3.0	82.7±	83.2±	84.0±	83.6±	84.3±	84.5±1.7
Mn.	8.3	6.4		2.4	2.7	2.8	1.5	2.0	
total	77.8±	80.0±	80.3±3.7	81.0±	81.6±	85.6±	82.7±	82.8±	83.2±2.5
	6.7	5.7		3.5	3.2	15.7	2.4	2.6	
Group B	78.5±	81.1±	81.6±2.8	82.3±	82.5±	83.3±2.9	83.0±	82.7±	82.9±3.5
Mx.	5.2	4.3		2.3	2.9		3.4	3.5	
Group B	79.5±	82.4±	83.7±2.9	84.7±	84.7±	85.1±2.7	85.0±	85.5±	86.0±1.8
Mn.	5.6	5.1		2.2	2.1		1.9	2.2	
Total	78.9±	81.6±	82.4±3.0	83.3±	83.4±	84.1±2.9	83.8±	83.8±	84.1±3.3
	5.3	4.6		2.5	2.8		3.0	3.3	

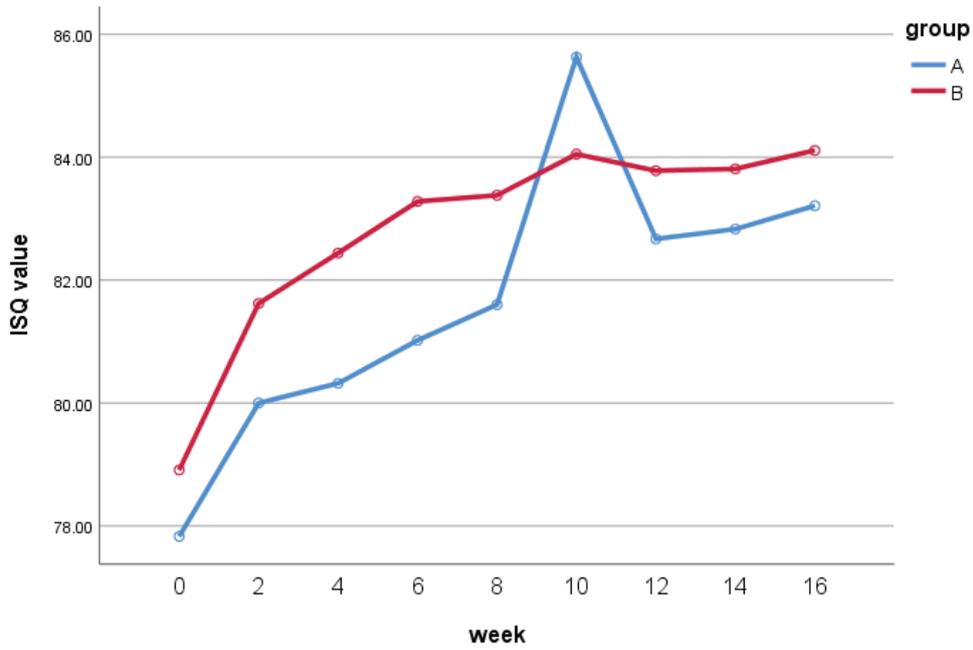


Fig. 1. Mean ISQ changes over time for each group.

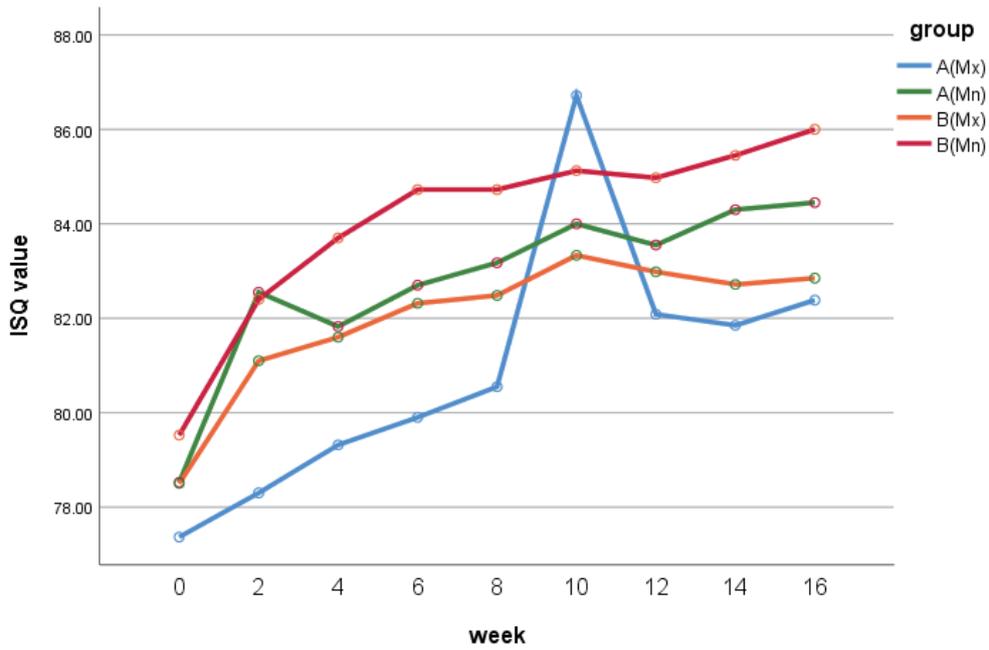


Fig.2. Mean ISQ changes over time according to implant placement of each group.

고찰

임플란트와 주위 골간의 골유착을 평가하기 위한 방법으로는 타진, 방사선 사진 분석, 식립 토크 측정값, Periotest, 공진주파수 분석법 등이 있다. 이 중 공진주파수 분석법은 임플란트와 주위 골 조직 사이의 강성과 관련이 있어, 임플란트 안정 지수 값의 증가는 골과 임플란트 사이의 골 침착 및 골 개조를 나타낸다. 또한 하나의 특정 임플란트를 시간의 변화에 따라 연속적으로 여러 번 측정하고 변화하는 경향을 분석하는데 유용하다.⁶

이번 실험의 수술 시의 평균 임플란트 안정지수 값은 분사처리와 산부식을 병용하여 표면처리한 A그룹이 77.8, 표면을 광활성화 처리한 B 그룹이 78.9로 B그룹이 약간 높은 값을 보였다. 10주까지 A, B 그룹 모두 임플란트 안정지수가 증가하는 양상을 보였으며, 수술 10주 후에는 A그룹이 85.6, B그룹이 84.1로 A그룹이 더 높은 값을 보였다. 이후 약간 감소하여 수술 16주 후에는 A그룹이 83.2, B그룹이 84.1로 B그룹이 더 높은 값을 보였다. 공진주파수 분석법을 이용한 임플란트 안정지수를 측정하고 연구한 논문은 많다. Bischof 등은 수술직 후 평균 임플란트 안정지수 값을 60.3이라고 하였고,⁷ Boronat 등은 62.6이라고 하였다.⁸ Han 등의 연구에서는 수술 후부터 12주까지 측정한 안정 지수 값은 64에서 81로 나타났다.⁶ 많은 연구자들이 식립 후 3주에서 임플란트 안정 지수 값이 감소하며 이는 골 개조로 인한 것이라고 언급하였고,^{9,10} Branemark 등은 2에서 4주에 안정성이 감소한다고 하였다.¹¹ 본 연구에서는 식립 후부터 2주까지의 값의 증가량보다 2주에서 4주까지의 안정 지수 값의 증가 정도가 감소하였으나, 값 자체는 감소하지 않았다. 안정지수 값의 감소는 10주에서 12주로 가는 기간에 두 그룹 모두 약간 감소하여 나타났으나, 감소량의 유의적인 차이는 없었다. 12주에서 16주까지는 안정지수 값의 변화가 적었고 안정된 상태를 유지하였다. 여러 논문에서 안정지수 값이 최소 65 이상일 경우 부하를 추천한다.¹² 이번 연구에 사용된 임플란트는 초기 안정지수 값이 77.8, 78.9로 모두 65 이상이었으며, 16주까지 모두 65 이상의 값을 보였다.

임플란트 표면처리의 발전을 통해서 여러가지 방법이 개발되었다. 현재는 임플란트 표면을 친수성으로 변화시켜 생체와의 적합도를 향상시키려는 노력이 더해지고 있다. 임플란트 매식체의 표면을 친수성으로 유지하기 위한 방법으로 표면처리한 후 알칼리 용액에 포장하여 보관하는 방법, 광조사하는 방법 등이 개발되었다. 이번 연구에서는 광활성화시켜 친수성을 부여한 임플란트의 안정지수 값이 평균적으로 약간 높았으나, 그렇지 않은 임플란트와 통계적인 차이는 없었다. 이전의 스트라우만 회사의 SLA 임플란트와 SLActive 임플란트의 ISQ 값을 12주간 측정한 논문에서도 유의한 값의 차이는 없었다.^{6,13} 이는 두 임플란트 간에 유의한 차이가 없거나 공진주파수 분석법이 미세한 차이를 감지할 만큼 민감하지 않을 수 있다고 추측할 수 있다. 또한 이번 연구에서는 골이식을 하지 않을 정도의 충분한 골이 있는 경우와, 충분한 직경과 길이를 갖는 임플란트를 대상으로 하였기 때문에 두 그룹간의 유의적인 차이가 나타나지 않았을 수도 있어 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

임플란트 안정성에 영향을 미치는 요인으로는 임플란트 표면처리 뿐만 아니라, 임플란트 직경, 길이, 디자인, 나사산의 형태, 환자의 골질, 수술 테크닉 등 많은 요인들이 있다.¹⁴ 이번 연구에서는 표본이 적어 다른 요인에 대한 고려를 하지 못하였으며 기록을 이용한 후향적 연구로, 측정하는 술자에 따라 측정값의 오차가 있었을 것으로 보인다. 앞으로의 연구는 골질 및 식립 위치 등의 환자의 상태와 임플란트 자체의 요인을 나누어 임플란트 안정성에 영향을 주는지 연구할 필요가 있다.

결론

광촉매 효과를 응용하여 초친수성 표면으로 처리한 임플란트가 그렇지 않은 임플란트보다 평균 임플란트 안정 지수 값이 높았으나, 이는 유의한 차이는 없었다.

분사 처리와 산부식을 병용하여 표면 처리한 임플란트와 분사 처리와 산부식을 병용한 후 광촉매 효과를 응용하여 초친수성 표면으로 처리한 임플란트 모두 초기부터 16주까지 높은 임플란트 안정지수를 보였으며, 이는 임플란트와 골간의 골유착이 성공적으로 이루어졌음을 나타낸다. 두 임플란트 모두 임상에서 높은 골유착을 보인다고 할 수 있다.

감사의 표시(Acknowledgement)

이 논문은 2019년도 조선대학교 치과병원 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The Long-Term Efficacy of Currently Used Dental Implants: A Review and Proposed Criteria of Success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
2. Eriksson C, Lausmaa J, Nygren H. Interactions between human whole blood and modified TiO₂-surfaces: influence of surface topography and oxide thickness on leukocyte adhesion and activation. *Biomaterials* 2001;22:1987-96.
3. Lee YJ, Lee BU, Kim YS. Current studies of implant surface treatment in perspective of bone healing mechanism. *Implantology* 2003;12:12-29.
4. Kilpadi DV, Lemons JE. Surface energy characterization of unalloyed titanium implants. *J Biomed Mater Res* 1994;28:1419-25.
5. Kim C, Kendall MR, Miller MA, Long CL, Larson PR, Humphrey MB, Madden AS, Tas AC. Comparison of titanium soaked in 5 M NaOH or 5 M KOH solutions. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2013;33:327-39.
6. Han J, Lulic M, Lang NP. Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:605-11.
7. Bischof M, Nedir R, Szmukler MS, Bernard JP, Samson J. Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:529-39.
8. Boronat LA, Balaguer MJ, Lamas PJ, Carrillo GC, Penarrocha DM. Resonance frequency analysis of dental implant stability during the healing period. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13:244-7.
9. Barewal RM, Oates TW, Meredith N, Cochran DL. Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:641-51.
10. Ersanli S, Karabuda C, Beck F, Leblebicioglu B. Resonance frequency analysis of one-stage dental implant stability during the osseointegration period. *J Periodontol* 2005;76:1066-71.
11. Branemark R, Ohnrell LO, Skalak R, Carlsson L, Branemark PI. Biomechanical characterization of osseointegration: an experimental in vivo investigation in the beagle dog. *J Orthop Res* 1998;16:61-9.
12. Bornstein MM, Hart CN, Halbritter SA, Morton D, Buser D. Early loading of nonsubmerged titanium implants with a chemically modified sand-blasted and acid-etched surface: 6-month results of a prospective case series study in the posterior mandible focusing on peri-implant crestal bone changes and implant stability quotient (ISQ) values. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11:338-47.
13. Valderrama P, Oates TW, Jones AA, Simpson J, Schoolfield JD, Cochran DL. Evaluation of two different resonance frequency devices to detect implant stability: a clinical trial. *Journal of Periodontology* 2007;78:262-72.
14. Ramón S, Pablo V, Felipe C. Effect of macro-design in the primary stability of short and extra-short implants using resonance frequency analysis. An ex vivo study. *J Oral Biol Craniofac Res* 2020;10:603-7.

UV Clinical Article