

The Journal of Korean Academy of Osseointegration

AIMS AND SCOPE

The Journal of Korean Academy of Osseointegration is the official peer-reviewed, quarterly publication of The Korean Academy of Osseointegration (KAO). The Journal publishes original research papers, clinical observations, review articles, viewpoints, commentaries, technical note, case reports, and letters to the editor in subjects relating to clinical practice and related basic research on dental implant including other reconstructive procedures for maxillofacial areas. Eventually, the journal aims to contribute to academic advancement of dentistry and improvement of public oral and general health.

대한인공치아골유착학회지
2018년 12월 제10권 1호

The Journal of Korean Academy of Osseointegration
December 2018 Vol. 10 No. 1

발행인 이준석
위원장 양훈주
편집간사 김영택, 전재호

Publisher Juneseok Lee
Editor-in-Chief Hoon Joo Yang
Managing Editor Young-Taek Kim, Jae-ho Jeon

인쇄일 2018년 12월 7일
발행일 2018년 12월 11일

Printing date December 7, 2018
Publication date December 11, 2018

발행처 **대한인공치아골유착학회**
(03080) 서울시 종로구 대학로 101
서울대학교치과병원
전화. (02)2072-3059
E-mail: kaoimp@gmail.com
홈페이지: <http://www.kaoimplant.org>

PUBLISHED BY
The Korean Academy of Osseointegration
Seoul National University Dental Hospital,
101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea
Tel. 82-2-2072-3059
E-mail: kaoimp@gmail.com
Homepage: <http://www.kaoimplant.org>

편집제작 (주)메드랑
(05116) 서울시 광진구 광나루로56길 85,
프라임센터 31층
전화. (02)325-2093, 팩스. (02)325-2095

PRINTED BY MEDrang Inc.
31st Floor, Prime Center,
85 Gwangnaru-ro 56-gil, Gwangjin-gu, Seoul 05116, Korea
Tel. 82-2-325-2093, Fax. 82-2-325-2095

목 차

- 1 Effect of scannable area of scan body on accuracy of image matching in digital implant impression
Phyu Pwint Thant, Yong-Do Choi, Du-Hyeong Lee
- 5 날개 구조를 갖는 임플란트가 상부에 가해지는 응력의 분산에 미치는 영향에 관한 연구
박종욱, 공윤수, 이영만, 최동주
- 10 Maxillary sinus floor elevation by the lateral approach with hydraulic pressure: case series
HeonYoung Kim, DongKyu Jang, Michidgerel Odkhuu, JinWoo Kim, SunJong Kim
- 16 생물학적 폭경(biological width)의 변화가 주변 연조직의 변화와 세포활성화 물질(cytokine)에 미치는 영향
홍남희, 이영만, 김진수, 최동주
- 24 좁은 치조골폭에서 변형 치조능 분할술과 치조능 확장술을 이용한 임플란트의 식립
여의주, 이종빈, 방은경
- 31 전치부의 흡수된 치조제 재건을 위해 titanium mesh를 사용한 골유도 재생술: 증례보고
한성구, 정홍래, 박준봉, 강경리

CONTENTS

- 1 **Effect of scannable area of scan body on accuracy of image matching in digital implant impression**
Phyu Pwint Thant, Yong-Do Choi, Du-Hyeong Lee
- 5 **Stress discriminating effect of wing structured implant**
Jong-Wook Park, Yoon Soo Gong, Young Man Lee, Dong Ju Choi
- 10 **Maxillary sinus floor elevation by the lateral approach with hydraulic pressure: case series**
HeonYoung Kim, DongKyu Jang, Michidgerel Odkhuu, JinWoo Kim, SunJong Kim
- 16 **Effects of biological width change influencing on the inflammatory peri-implant soft tissue and cytokine appearance**
Nam Hee Hong, Young Man Lee, Jin Soo Kim, Dong Ju Choi
- 24 **Modified ridge splitting and expansion technique for implant placement in the narrow ridge**
Eui-Joo Yeo, Jong-Bin Lee, Eun-Kyoung Pang
- 31 **Guided bone regeneration with titanium mesh for reconstruction of resorbed anterior alveolar ridge: a case report**
Seonggu Han, Hong Lae Jeong, Joon Bong Park, Kyung Lhi Kang

Effect of scannable area of scan body on accuracy of image matching in digital implant impression

Phyu Pwint Thant¹, Yong-Do Choi², Du-Hyeong Lee¹

¹Department of Prosthodontics, School of Dentistry, ITRD, Kyungpook National University, ²School of Dentistry, ITRD, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose: The aim of this study was to investigate the relationship of the exposure of scan body and the positioning accuracy of implant in computer software.

Materials and Methods: An implant was placed in a stone block, and a scan body was attached to the implant. Exposure condition of scannable part of scan body was controlled: Full-exposed, 3 mm-less exposed, and 6 mm-less exposed. At each condition, the block was digitized with a desktop scanner, and a virtual implant was created by matching the scan image and design of scan body in a computer design software. The virtual implant position was located 10 times in the 3 mm- and 6 mm-less exposed conditions. The accuracy of matching process in the less-exposed conditions was evaluated comparing with the full-exposed condition at the abutment level. One sample *t* test and Independent samples *t*-test were used to verify the equivalence and difference between conditions.

Results: Non-equivalence of the implant positioning was found between the Less-exposed conditions and Full-exposed condition ($P < 0.001$). Linear and angular deviations were greater in the 6 mm-less exposed group than in the 3 mm-less exposed group ($P < 0.001$).

Conclusions: The amount of scan body exposure influences the accuracy of implant positioning in software program. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):1-4)

Key words: Scan body, Digital impression, Matching, Accuracy, Implant positioning

INTRODUCTION

A conventional silicone impression technique has already been used for many years, but it implies many possible error sources in each step^{1,2}. Since computer-aided design/computer-aided manufacturing was introduced in 1980s, the importance of digital impression has highlighted³. Now, in the complete digital workflow, the optical intraoral scanner is used for the data acquisition from oral cavity. The scan data is saved in the format of Standard Tessellation Language (STL), and then delivered to computer software program where implant prosthodontic components are designed⁴.

Scan body is a tool for transferring the actual position of implants in oral cavity to the computer software⁵. The scan body is attached to the implant inside mouth and scanned using an intraoral scanner. The geometrical feature of scan body pro-

vides a fiducial area for locating implants in computer software, relating with soft and hard tissue⁶. Clinically, as gingiva is thicker, the exposure area of scan body is decreased. The purpose of this study is to investigate the relationship of the exposure of scan body and the positioning accuracy of implant in computer software. The null hypothesis was that there is no difference in the accuracy of implant positioning in software with the different conditions of exposure level of scan body.

MATERIALS AND METHODS

Figure 1 represents the overall procedure of this *in vitro* study. A hole was made at the center of stone block, and a dental implant (AnyOne, Megagen, Daegu, Korea; Ø4.0 × 10 mm) was placed. A scan body, composed of 10-mm scan portion, was connected to the implant (Figure 2). The condition exposed

Received November 8, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018
Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

Corresponding Author: Du-Hyeong Lee, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2175 Dalgubeol-daero, Jung-gu, Daegu 41940, Korea, Tel: +82-53-600-7676, Fax: +82-53-427-0778, E-mail: deweylee@knu.ac.kr

all scan portion of scan body on the block. Afterwards, the block was digitized using a desktop scanner (IDC S1, Amann Girsch, Koblenz, Austria), and the scan file was transferred to

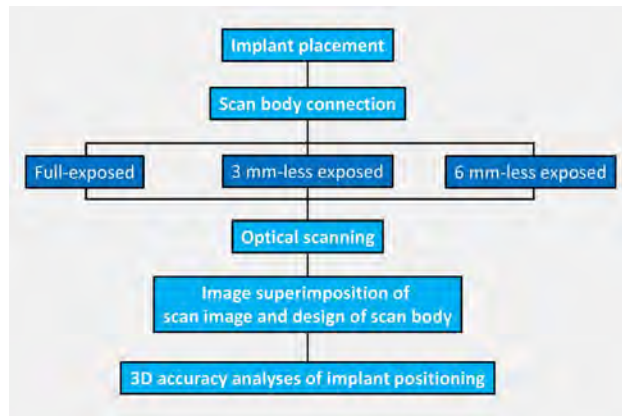


Figure 1. Workflow of this study.



Figure 2. Full-exposed condition of scan body on stone cast.

a CAD software program (IDC D1, Amann Girsch). The implant position was located by matching the scan and design image of scan body in the software (Figure 3). The scan body and drawn implant were extracted from the software (Full-exposed condition) (Figure 4).

To make a comparative group having less scan body exposure, the implant was placed deeper, exposing 7 mm of scan portion of scan body. This block was scanned, and the scan image was transferred to the software as performed before. Using the scan body portion, the implant was drawn, and the scan body-and-implant image was extracted (3 mm-less exposed group). The STL images were obtained 10 times. For make another experimental group, the implant was placed deeper, exposing 4 mm of scan portion of scan body. After scanning and image matching, another 10 scans body-and-implant images

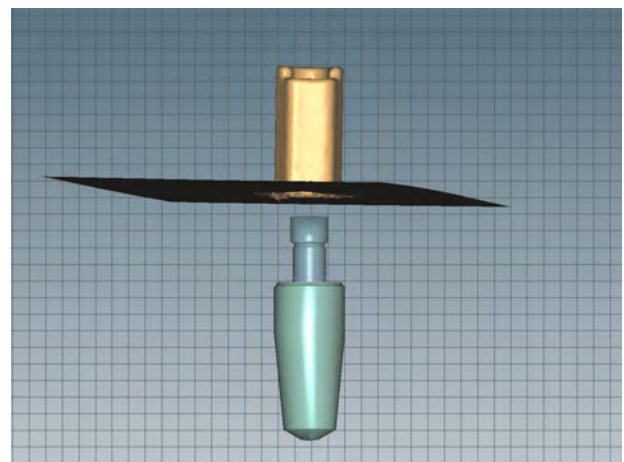


Figure 4. Virtual implant positioning according to matching process of scan body.

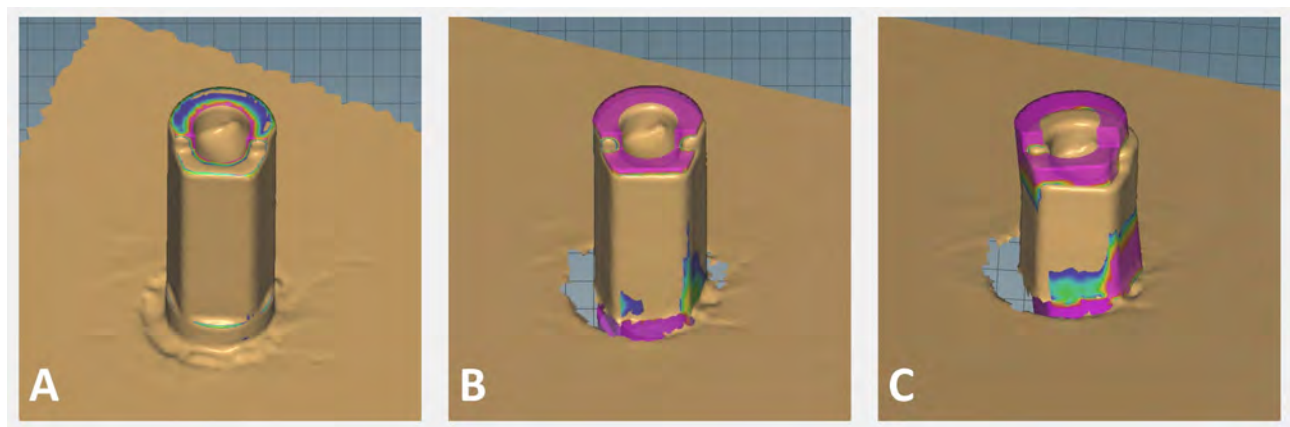


Figure 3. Matching of the scan and the design image of scan body in the software. (A) Full-exposed condition, (B) 3 mm less-exposed condition, (C) 6 mm less-exposed condition.

were obtained (6 mm-less exposed group).

The accuracy of locating implant at the Less-exposed conditions was evaluated at the abutment level (Figure 5). The implant-and-scan body image at Full-exposed condition was superimposed to the implant-and-scan body image at Less-exposed conditions based on the implant portion as the congruent area. After the superimposition of implants, the error of matching process was calculated by comparing the 2 scan body images 3-dimensionally. Linear and Angular deviations were measured using the top and vertical axes of scan bodies of Full-exposed and Less-exposed conditions.

Equivalence of image matching at Less-exposed conditions to the Full-exposed condition was statistically accessed using One sample *t* test. Mean and 95% confidence interval were cal-

culated. The difference between results of 3 mm- and 6 mm-less exposed groups was compared using the Independent samples *t* test. The significant level was set 0.05.

RESULTS

The means and 95% Confidence intervals of the linear and angular deviations at Less-exposed conditions were presented in Table 1. The linear and angular deviations were greater in the 6 mm-less exposed group than in the 3 mm-less exposed group. One sample *t* test showed non-equivalence of the implant positions at Less-exposed conditions to the implant position at Full-exposed condition ($P < 0.001$). Independent samples *t* test revealed that the discrepancy data were significantly different between 3 mm- and 6 mm-exposed groups ($P < 0.001$).

DISCUSSION

Based on the results of this study, the null hypothesis, there is no difference in the accuracy of implant positioning in software with the different conditions of exposure level of scan body, was rejected. There were significant linear and angular deviations in the matching process of Less-exposed conditions in comparison with that of the Full-exposed condition. When the groups were compared each other, less deviations were shown linearly and angularly in 3 mm-less exposed group than in 6 mm-less exposed groups. Whole results of this study provide the information that inaccurate implant positioning could be occurred in computer software when the scanning process is performed with less exposure of scan body. Thus, it is important to secure the full surface of scan body so that the full area of scan body can be caught digitally by an intraoral scanner. Partial submergence of scan body happens when implants are placed deeply or the gingiva around implant is thick. Clinicians should be precautious if any level of scan body is covered with soft tissue around implants in any condition dur-

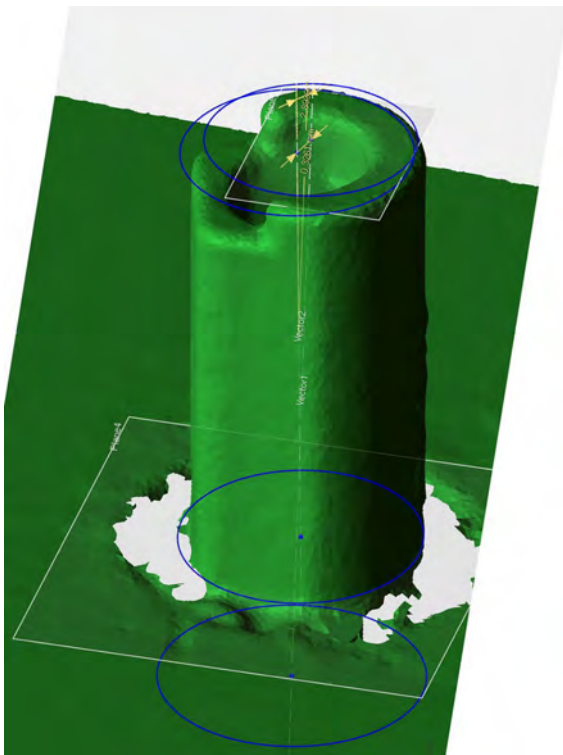


Figure 5. Linear and angular deviation assessment on matching process at abutment level.

Table 1. Mean and 95% confidence interval of deviation at abutment level in different scan body exposal

Scan body exposal	3 mm-less		6 mm-less	
	Mean (CI)	<i>P</i> *	Mean (CI)	<i>P</i> *
Lineal deviation (mm)	0.256 (0.244 ~ 0.269)	< 0.001	0.809 (0.789 ~ 0.828)	< 0.001
Angular deviation (°)	1.482 (1.126 ~ 1.838)	< 0.001	6.360 (5.699 ~ 7.022)	< 0.001

CI: Confidence interval. *Equivalence *P* value of each deviation result between the Less-exposed and the Full-exposed conditions.

ing capturing oral data and estimate the possible inaccuracy of implant positioning in software.

Related with accuracy, trueness and precision are evaluated⁷. Trueness refers to the closeness of agreement between the arithmetic mean of a large number of test results and the true or accepted reference value. Precision refers to the closeness of agreement between test results^{8,9}. In this study, to describe the accuracy of image matching of scan body, the statistical equivalence assessment was used. To control confounding factors, one scan body was used, and the high quality desktop scanner was used. Persson *et al*¹⁰ pointed out that point cloud density of scan image affects the accuracy of image surface reconstruction¹¹. In the present study, the number of point cloud per surface area was controlled to eliminate the effect of point cloud.

There are several limitations in this study. First, this study has 1 independent factor. Even though this design is clear to show the influence of the factor, other related factors should be included in the further studies. Second, this is an *in vitro* study. Comprehensive clinical studies are required to confirm the finding of this study to be confirmed.

CONCLUSION

With the limitations of this *in vitro* pilot study, we concluded that the implant positioning in software program using scan body and digital impression was affected by the amount of scan body exposure. When the soft tissue around implant covers the scan body, incomplete digital impression of scan body could lead to the production of erroneous implant prosthodontic components.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the technology transfer and

commercialization Program through INNOPOLIS Foundation funded by the Ministry of Science and ICT (2018-DG-RD-0002-01-201).

REFERENCES

1. Gjølvdal B, Chrcanovic BR, Korduner EK, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral digital impression technique compared to conventional impression technique. A randomized clinical trial. *J Prosthodont* 2016; 25:282-287.
2. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc* 2008;139: 761-763.
3. Moörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc* 2006;137:7S-13S.
4. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008;204:505-511.
5. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2018;120:343-352.
6. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng* 2017;8427595.
7. ISO 5725-1:1994. Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results. Part 1. General principles and definitions. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 1994. P.17.
8. Menditto A, Patriarca M, Magnusson B. Understanding the meaning of accuracy, trueness and precision. *Accredit Qual Assur* 2007;12: 45-47.
9. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109:121-128.
10. Persson AS, Odén A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater* 2009;25:929-936.
11. Rudolph H, Quaas S, Luthardt RG. Matching point clouds: limits and possibilities. *Int J Comput Dent* 2002;5:155-164.

날개 구조를 갖는 임플란트가 상부에 가해지는 응력의 분산에 미치는 영향에 관한 연구

박종욱¹, 공윤수², 이영만³, 최동주⁴

¹라임치과, ²미보치과, ³은평치과, ⁴라이프치과

Stress discriminating effect of wing structured implant

Jong-Wook Park¹, Yoon Soo Gong², Young Man Lee³, Dong Ju Choi⁴

¹Laim Dental Clinic, Seoul, ²Mibo Dental Clinic, Seoul, ³Eunpyeong Dental Clinic, Seoul, ⁴Life Dental Clinic, Yangpyeong, Korea

Implant connects internal part of body to its external structure of body, and mainly supported by alveolar bone. When Implants are inserted to bone, it is needed osseointegration to retain structural integrity, so the important factor is sound bone around implant. Especially, implant doesn't have periodontal ligament, stress distribution differs a lot depends on multiple forces outside. Furthermore implant tends to spread infection easily to inner tissue, and more bone resorption. The etiologic factors for resorption are (1) traumatic injury during surgery, (2) excessive load due to trauma from occlusion, (3) periimplantitis, (4) micro gap between abutment and prosthetics, (5) abutment mobility, (6) biological width, and (7) implant design. etc. Bränemark implant system is known for excessive resorption of cervical surrounding bone. The character of that system has all factors mentioned above. Current implant design strengthens the bonding force between abutment and prosthetics, so that wants to reduce mobility and stress. Changing cervical implant design to reduce stress of surrounding bone, causes reduced implant stability or unfavorable biological width. so the key is stable cervical design doesn't have negative factors. In this article, we attached a "wing" designed for implant cervical design, and saw the difference of stress distribution and changes in bone remodeling. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):5-9)

Key words: Wing structure, Stress distribution

INTRODUCTION

임플란트는 인체의 내부와 외부를 연결하는 구조를 가지고 있으며 치조골 내에 지지를 받으면서 유지가 되고 있다. 임플란트는 구조상 골 유착을 통한 유지가 필요하기 때문에 임플란트 주변에 건전한 골 조직에 의해서 둘러 쌓여 있는 것이 매우 중요한 요소가 된다.

특히 임플란트는 자연치아와는 달리 치주인대 조직이 존재하지 않기 때문에 외부에서 가해지는 여러 가지의 다양한 힘에 의해서 주위 골에 전달되는 응력의 분포가 달라지게 된다. 또한 임플란트 주변에 감염이 발생한 경우 감염이 하부 조직으로 전달 되어 나가는 속도가 빠르며 골 손실이 더 잘 일어나는 경향을 보이기도 한다¹.

이러한 이유 때문에 임플란트 주위에 건전한 골 조직이 존재하는 것이 임플란트의 장기적인 유지에 매우 중요한 요소가 된다. 그러나 임플란트

주변에는 여러 가지 열악한 환경이 존재하며 이로 인해서 임플란트 주변에 골 조직들이 소실 되는 경우를 흔히 접하게 된다. 임플란트 경부골이 흡수되어 소실 되는 원인에 대해서는 여러 가지 학설이 존재한다. 이 중 수술 도중에 발생하는 외과적 손상², 교합력이 과도하게 작용하여서 발생하게 되는 과하³, 임플란트 주위염⁴, 고정체와 지대주 사이에 존재하는 미세한 틈새⁵, 지대주의 고정 불량으로 인한 흔들림 현상⁶, 생물학적인 폭경⁷, 임플란트 경부의 디자인^{8,9} 등의 다양한 원인들이 단독으로 혹은 복합적으로 작용하는 것으로 인식되고 있다. 특히 구치부에 사용되는 직경이 넓은 임플란트는 식립 부위의 치조골 흡수를 야기하여 장기적인 예후가 불량해지는 원인이 되고 있으며 직경이 작은 임플란트를 사용하는 경우는 구조적인 취약성이 발생하여 임플란트 몸체가 파절되는 현상을 자주 보이기도 한다.

임플란트 주위 경부골의 응력을 감소시키는 것을 위해서 경부 구조를

Received November 22, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018

Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

교신저자: 최동주12556, 경기도 양평군 양평읍 역전길 24, 라이프치과

Corresponding Author: Dong Ju Choi, Life Dental Clinic, 24 Yeokjeon-gil, Yangpyeong-eup, Yangpyeong 12556, Korea, Tel: +82-31-775-8081, Fax: +82-31-775-8082, E-mail: djcdavid@hanmail.net

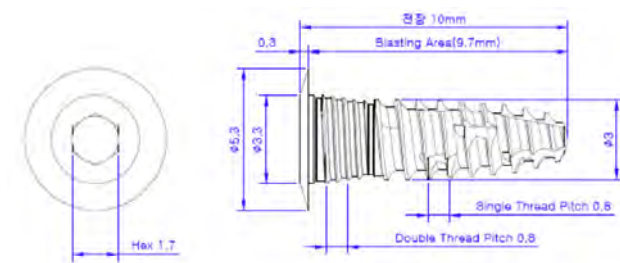
바꾸는 경우 임플란트의 안정성이 떨어지거나 생물학적 폭경이 불리해 지는 경우가 발생한다면 오히려 안정성이 떨어지기 때문에 이런 위험성을 피하고 골 형성을 촉진하기 위한 경부의 형태를 개선하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 임플란트 경부에 날개 모양의 돌출부를 만들어 이것으로 인해 임플란트 자체에 가해지는 응력을 효과적으로 분산시킴으로 안정적인 임플란트를 만들 수 있는 근거를 마련하였다.

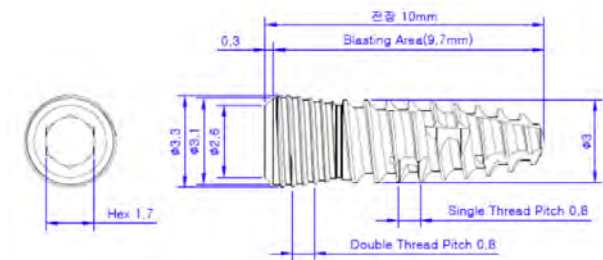
MATERIALS AND METHODS

1. 임플란트 해석 방법

1) 제시된 2가지 유형의 임플란트의 해석을 위해 도면을 기초로 하여 3

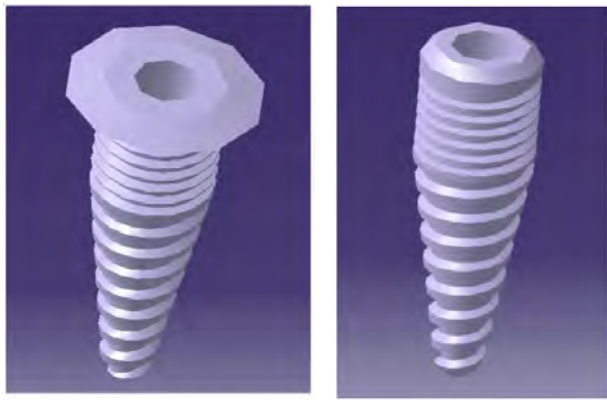


(A) IS3010WB의 CAD 도면



(B) IS3010G의 CAD 도면

Figure 1. CAD drawing of two type implant.



(A) IS3010WB의 CATIA V5 설계 모습

(B) IS3010G의 CATIA V5 설계 모습

Figure 2. Drawing of two type implant with CATIA V5.

차원적 구조 설계를 실시하였다.

2) 제 1 유형: IS3010WB, Submerged Implant - Wide Bevel Type (날개형).

제 2 유형: IS3010G, Submerged Implant - General Type.

Figure 1과 같이 CAD 도면을 기초로 3차원 설계 프로그램인 CATIA V5를 이용해 Figure 2와 같이 설계를 하였다.

3) CATIA V5로 설계된 IS3010WB / IS3010G의 구조에 다시 CATIA V5를 이용해 구조 해석을 위해 재료로 쓰인 titanium (Ti)의 물성치를 부여하였다(Table 1).

4) 물성치를 부여하고 난 뒤 구조 해석을 위해 전체 구조에 Mesh 작업을 수행하였다. IS3010WB / IS3010G의 Mesh 요소는 Table 2와 Table 3에 나타났다.

5) Mesh 작업 수행 후 finite element method (FEM)중 static analysis를 수행하였다.

4가지 조건의 force effect 30 N/m², 35 N/m², 40 N/m², 45 N/m² 부여하였다. 이 힘은 압력(N/m²)으로 Figure 3과 같이 Z축 방향, 즉 임플란트 윗면에 힘을 부여하였으며(노란색 화살표 방향) 아래쪽 부분(나사 부분)은 뼈에 고정된 것으로 가정하여 해석을 진행하였다.

RESULTS

Force effect 30 N/m², 35 N/m², 40 N/m², 45 N/m²를 부여한 결과 두 가지 Type에 대한 결과를 Figures 4~6과 같이 비교할 수 있다.

IS3010WB 윗부분의 날개형 모양이 IS3010G 보다 Z축 방향으로 가해지는 압력을 효율적으로 분산하는 모습을 확인할 수 있었다. 결과의

Table 1. Mechanical properties of Titanium for analysis

Material	Titanium
Young Modulus	1.14e+011 N/m ²
Poisson Ratio	0.34
Density	4460 kg/m ³
Thermal Expansion	0.0000095
Yield Strength	8.25e+008 N/m ²

Table 2. Elementary factors of the mesh of IS3010WB

Entity	Size
Nodes	1182
Elements	3478

Table 3. Elementary factors of the mesh of IS3010G

Entity	Size
Nodes	1229
Elements	3799

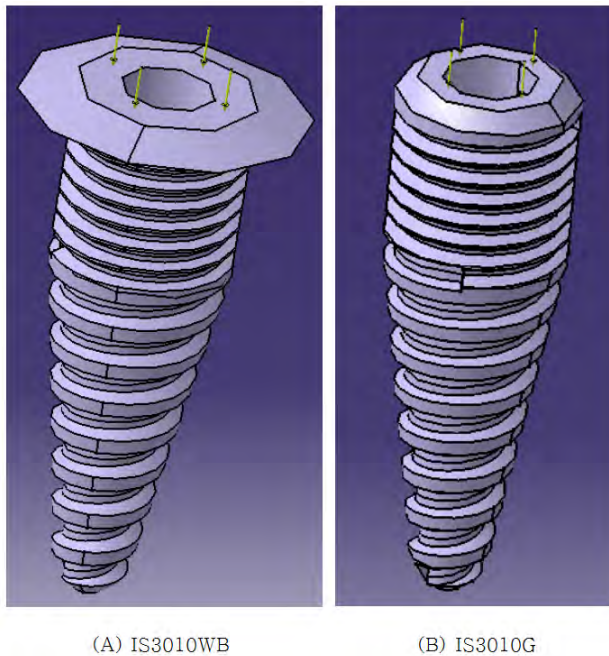


Figure 3. Stress added on the top of implant.

Maximum stress 그림에서 두가지 모형의 압력에 대한 구조적 변형을 확인해 보았을 때 압력이 점점 커짐에 따라 날개모형은 위쪽 구조가 거의 변형이 없으나, IS3010G 모형은 탭평한 부분이 점점 일그러지는 모습을 확인할 수 있었다. 상기의 결과에서처럼 IS3010WB 모형이 IS3010G 모형 보다 Maximum stress 결과로 IS3010WB 구조가 IS3010G 구조 보다 약 2 N/m^2 정도의 압력을 잘 분산하는 구조로 확인되었다. 또한 Tensor 결과도 압력으로 인한 구조적 안정성을 확인하였으며 3배 이상의 압력 분산 효과를 확인할 수 있었다. Displacement 결과에서 압력의 영향으로 구조적인 변화를 길이 단위로 보여주었으나 이 값은 $e-10 \text{ mm}$ 이하의 변화율을 보여주는 것으로 너무 그 값이 작아 그 차이가 명확하다 볼 수 없다. 전체적인 결과로 볼 때 IS3010WB 구조가 IS3010G 보다 압력 분산을 잘하는 구조로 확인되고 치과용 임플란트로 사용될 때 그 효용성이 높게 보인다.

DISCUSSION

임플란트를 식립한 후에 경부골의 안정성을 확보하기 위한 노력이 지속적으로 이루어지고 있으며 임플란트 표면의 성상을 변화시켜서 골 유착의 시간을 단축시키고 골 접촉량을 늘리고 접촉된 골의 강도를 증가시켜서 임플란트를 안정화시키는 방법, 임플란트의 경부에 미세한 나사선을 만들어서 골 손실을 최소화하는 방법, 일체형 임플란트를 만들어서 지대주의 동요를 방지하거나 생물학적인 폭경을 늘리는 방법 등이 사용중이다. 그 중 가장 많은 부분이 임플란트의 경부 형태를 변화시킴으로 응력을 가장 효율적으로 전달하는 방법이 개발되고 있다.

Pressure	IS3010WB	IS3010G
30 N/m^2	max=21.5978 N/m^2	max=23.0443 N/m^2
35 N/m^2	max=25.1974 N/m^2	max=26.885 N/m^2
40 N/m^2	max=28.7971 N/m^2	max=30.7257 N/m^2
45 N/m^2	max=32.3967 N/m^2	max=34.5564 N/m^2

Figure 4. Result of Maximum stress.

정 등¹은 임플란트의 경부에 응력의 변화를 관찰하기 위해서 일체형 임플란트 중 직선 형태를 가지고 있는 Nobel Biocare사의 NobelDirect[®]와 Straumann사의 ITT[®], 2가지 임플란트를 가지고 유한요소법을 이용하여 경부골에 미치는 응력의 변화를 관찰하여 분석한 결과 경부 공통부가 직선으로 되어 있는 경우 보다는 함몰 부위를 만들어서 곡선으로 형성한 경우가 응력이 감소되는 결과를 얻었다(Figure 1).

Bozkaya 등¹⁰은 시중에서 많은 사용자를 가지고 시판되고 있는 5종의 임플란트(Ankylos, Astra, Bicon, ITI, Nobel Biocare)를 가지고 각각의 형태를 유한요소적으로 분석해서 교합력을 가했을 때 인접된 골에 힘이 전달되는 양상을 관찰하였다. 이들은 수직력, 측방력, 전단력에 대한 과부하를 가했으며 통상적으로 발생할 수 있는 교합(11.3°)의 방향성과 임플란트의 중심축에서 1 mm 떨어진 곳에 가해지는 교합 방향에서 과부하를 가하여 어느 형태의 임플란트가 가장 많은 과부하를 인접 골에 전달하는가를 살펴보았는데 일반적으로 ITI 형태의 임플란트가 가장 많은 응력을 주변골로 전달하는 것으로 나타났다. 또한 이 실험을 통해서 임플란트에 가해지는 여러가지의 힘들은 임플란트 경부의 인접골에 가장 많은 응

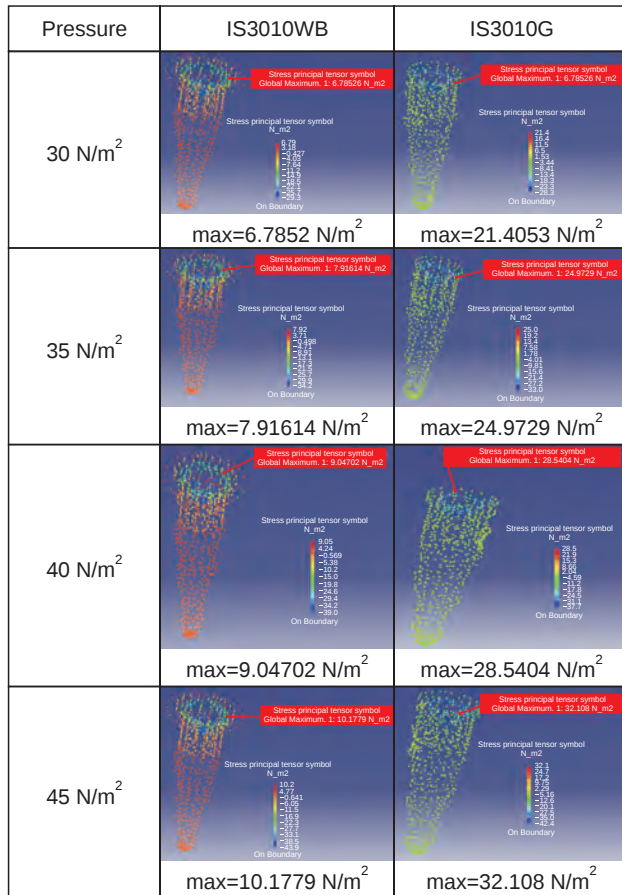


Figure 5. Result of Tensor.

력을 전달하는 것으로 나타났다. Geng 등¹¹에 의하면 치조골과 임플란트 사이의 계면에 힘을 전달하는 기전에 영향을 주는 것으로는 힘의 종류, 임플란트와 보철물의 물성, 임플란트의 형태, 표면의 구조, 등이 있다고 하였다. 이들의 연구에 따르면 충이 저있는 구조가 직선으로 되어있는 원통형 디자인에 비해서 균질적인 힘의 전달력을 가지고 있다는 것을 발견하게 되었다. 특히 이러한 요구를 수용하기 위해서 임플란트의 크기, 형태, 재료, 표면 등이 변화해 되었는데 이들 중 일부는 소비자의 요구를 수용하기 위해서 기초 연구를 앞서서 개발되기도 하였다는 주장을 하기도 한다¹².

Hammad 등¹³은 임플란트 표면을 단면으로 잘라서 이들의 표면을 각각 매끄러운 면, 나선을 가지고 있는 표면 그리고 별 모양으로 형성한 표면을 만들어 분석한 결과 표면에 아무런 변화를 주지 않은 임플란트 형태에서 주변 골에 가해지는 응력이 최소였다고 주장하였다. 그러나 이는 필자의 생각으로는 오히려 주변 골에 마찰력을 극대화함으로 임상에 적용하여 사용하기는 불가능 할 것으로 판단된다.

오늘날 임플란트 경부의 디자인은 여러가지로 중요한 의미를 가지게 되는데 심미적인 면에서나 임플란트의 안정성에 대해서 작용하는 연구가 이루어지고 있다. 특히 Bischof 등은 동일한 재료의 ITI 임플란트를 이용해서 경부 구조만 하나는 4.8 mm로 하고 다른 하나는 6.5 mm로 하여서

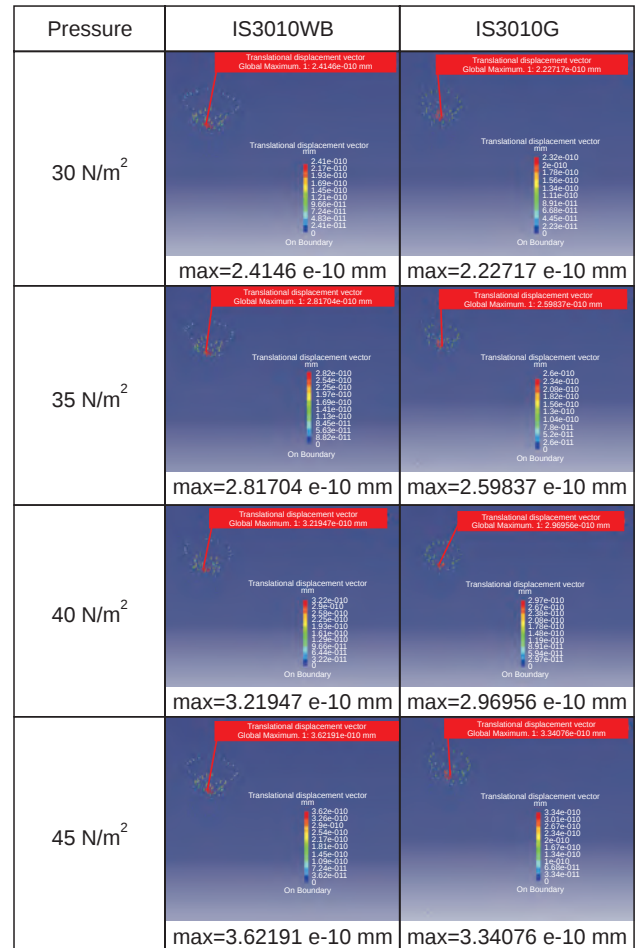


Figure 6. Result of Displacement.

임상적으로 사용한 것을 비교 분석한 결과 임플란트 경부의 골 손실이 넓은 쪽에서 더 적게 일어났음을 보고하기도 하였다.

저자들이 본 실험을 통해서 관찰 한 결과도 임플란트의 치경부를 넓게 형성함으로 응력의 분산 효과를 좋게 하였으며 특히 날개 형태의 경부 디자인은 임플란트 자체의 변형을 최소화하는 의미를 가지고 있어서 임플란트가 골 내에 심겨 있을 때 임플란트 자체의 변형력에 의한 인접골에 가해지는 힘을 최소화할 수 있는 장점을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이는 임플란트와 골 계면 간에 가해지는 힘의 국소적 응력이 골 소실과 관련이 있음을 생각 할 때에 매우 중요한 의미를 가지고 있다는 것을 생각할 수 있는 것이다.

또한 날개형태의 경부 디자인으로 인해서 이 하부에 연조직이 자라 들어오는 것을 막아주는 우산 역할을 하게 됨으로 하부에 골 형성이 잘 일어나게 되는 것을 기대하게 되는데 임상적으로 임플란트를 식립하는 과정에서 만나게 되는 불량한 골질이 있다 하더라도 하방에서 골 형성을 도와줌으로 임플란트의 성공률을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

CONCLUSION

1. 임플란트 경부의 디자인을 바꾸는 경우 주변의 골에 가해지는 힘의 분산에 영향을 주는 것을 알 수 있다. 이 결과는 임플란트 자체의 변형뿐 아니라 주변의 골에 가해지는 힘의 크기를 변화시키며 주변골의 흡수에 영향을 미칠 것으로 생각된다.
2. 날개형 임플란트는 표준 임플란트에 비해서 힘의 분산 능력이 좋을 뿐 아니라 날개 하방에 연조직의 침투를 막아 줌으로 이곳에 골 조직의 형성을 도와줌으로 임플란트와 치조골 간의 접촉 면적을 증가시키는 효과가 발생하게 될 것으로 생각된다.
3. 그러나 날개의 길이가 심미적인 면에서 불리하다는 점을 감안하여 필요한 효과를 얻을 수 있는 최소의 길이를 찾는 노력이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Chung JM, Jo KH, Lee CH, Yu WJ, Lee KB. Finite element analysis of peri-implant bone stress influenced by cervical module configuration of endosseous implant. *J Korean Acad Prosthodont* 2009;47:394-405.
2. Eriksson RA & Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration: an experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42:705-11.
3. Misch CE, Suzuki JB, Misch-Dietsh FM, Bidez MW. A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss. *Implant Dent* 2005;14:108-16.
4. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK et al. Persistent acute inflammation at the implant-attachment interface. *J Dent. Res* 2003;82:232-7.
5. Piattelli A, Vrespa G, Pertone G, Lezzi G, Annibaldi S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment a retrospective histologic evaluation monkeys. *J Periodontol* 2003;74:346-52.
6. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2001;72:1372-83.
7. Sanavi F, Weisgold AS, Rose LF. Biologic width and its relation to periodontal biotype. *J Esthet Dent* 1998;10:157-63.
8. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 2002;73:323-33.
9. Van de Velde T, Collaert B, Sennerby L, Bruyn HD. Effect of Implant Design on preservation of marginal bone in the mandible. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12:134-41.
10. Bozkaya D, Muftu S, Muftu A. Evaluation of load transfer characteristics of five different implants in compact bone at different load levels by finite elements analysis. *J Prosthet Dent* 2004;92:523-30.
11. Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2001;85:585-98.
12. Brunski JB. In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface. *Adv Dent Res* 1989;13:99-119.
13. Hammad OA, Khraisat Q, Odeh ND, Maaytah ME. Effect of dental implant cross-sectional design on cortical bone structure using finite element analysis. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9:217-21.

Maxillary sinus floor elevation by the lateral approach with hydraulic pressure: case series

HeonYoung Kim¹, DongKyu Jang¹, Michidgerel Odkhuu², JinWoo Kim¹, SunJong Kim^{1,2}

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital, ²Department of Implantology, Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Womans University, Seoul, Korea

The insufficient thickness of alveolar bone together with low bone density make difficult to place of dental implants at posterior of the maxilla. To overcome this anatomical restriction, there has been sinus floor elevation (SFE) that can provide sufficient bone volume for implant placement. In the present report, three cases of SFE using hydraulic lift kit to the posterior maxillary site with reduced vertical bone height, and the evaluations of the clinical and radiographic evaluations were completed. Three patients with an insufficient alveolar bone height were treated with sinus augmentation without any complications. A radiographic evaluation showed that augmented bone height was consistently maintained through the follow-up periods and no specific bone resorption was shown. Based on the results in this report, the hydraulic pressure might be an effective procedure to elevate sinus floor with/without implant placement and reduced the risk of membrane perforation in the atrophied posterior maxilla. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):10-15)

Key words: Dental implant, Hydraulic lift, Sinus floor elevation, Lateral approach

INTRODUCTION

Following tooth loss, resorption of the alveolar process and reduction of the height in the posterior maxilla begins. Moreover, the osteoclastic capacity of the periosteum adjacent to the sinus membrane is activated, thereby resultant to the pneumatization of the sinus¹. The insufficient thickness of alveolar bone together with low bone density makes difficult to the place of dental implants at the posterior of maxilla. To overcome this anatomical restriction, there has been sinus floor elevation that can provide sufficient bone volume for implant placement and proven to be a reliable procedure with predictable results²⁻⁴.

There has been two main access to the sinus, the lateral sinus wall osteotomy (the lateral approach) and the passage through the crestal osteotomy (transalveolar approach), to elevate the Schneiderian membrane and augment the bone graft^{5,6}. Between them, the lateral approach first introduced by Boyne² in 1969 utilized surgical opening at the lateral wall of the maxillary sinus to have good visual and instrumental access during sinus floor elevation (SFE). Today the modified

Caldwell-Luc approach is the most generally accepted method, allowing for the benefit of ready access to the sinus, significant elevation of the floor, and thus creation of sufficient bone volume to support the placement of implants. However, since this technique requires a relatively large surgical operation, patient morbidity resulting from bleeding and postoperative swelling and membrane perforation during the surgery have been the common complication of lateral SFE⁷.

In the clinical trials to perform SFE with less invasive and effective way, the innovative surgical tools have been developed including the hydraulic sinus lift (hydrodissection), specially designed reamers, drills and piezoelectric devices to minimize the trauma while cutting the sinus floor and decrease patient's discomfort related to the rupture of the Schneiderian membrane⁸.

In the present report, three cases of SFE using hydraulic lift kit to the posterior maxillary site with reduced vertical bone height, and the evaluations of the clinical and radio graphic outcomes were done.

Received November 15, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018
Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

Corresponding Author: SunJong Kim, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital, 1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 07985, Korea, Tel: +82-2-2650-2720, Fax: +82-2-2650-2754, E-mail: oralsurgeonsj@gmail.com

CASE REPORT

1. Case I

A 57-year-old female patient who had missed the first molar in left maxilla was referred to the Department of Oral and Maxillofacial Surgery of Ewha Medical Center in July 2016 for SFE. The patient had an unremarkable medical history. Panoramic radiography and computed tomography (CT) examinations were performed, panoramic view showed deficient residual bone height (RBH) at the first molar in left maxilla with sinus pneumatization (Figure 1A). In computed tomography, the RBH at the first molar in left maxilla was measured to be 2.5 mm and 3.0 mm, respectively, and SFE using hydraulic lift kit was planned (Figure 1B).

The patient rinsed with 0.12% chlorhexidine digluconate solution (Hexamidine, Bukwang, Seoul, Korea) before the operation. Following a 2% lidocaine with 1:100,000 epinephrine local anesthetic injection, a flap including the mid crestal incision and the vertical incision was reflected, also the lateral wall was prepared with a hydraulic lift kit (Hydro-Lateral Approach

Kit®, Shinhung, Seoul, Korea) (Figure 2A). After the perforation of the sinus wall by the sequential use of lateral drills (Figure 2B), Hydro membrane lift cap was connected and the lift cap was engaged with a 1.0 ml syringe filled with saline solution. Approximate 0.3 ml of the sterile saline was pumped back and forth gently to elevate the sinus membrane (Figure 2C). And after that, the lateral wall was opened by trephine drill and elevation of the sinus membrane was performed with curettes to make space for the bone graft. A graft of bovine hydroxyapatite 1.25 g (Bio-Oss®, Geistlich Pharm AG, Wolhusen, Switzerland) was prepared and carefully packed without excessive pressure into the anterior part of the sinus cavity and then into the posterior part (Figure 2D).

Postoperative recovery was uneventful without complication. It has been 3 months since patient had a surgery, dome-shaped radiopacity was observed in panorama and CT view (Figure 3A). Vertical augmented height measured from the distance between inferior border of the sinus floor and most coronal margin of the dome was 12.0 mm and 13.5 mm (Figure 3B and C).

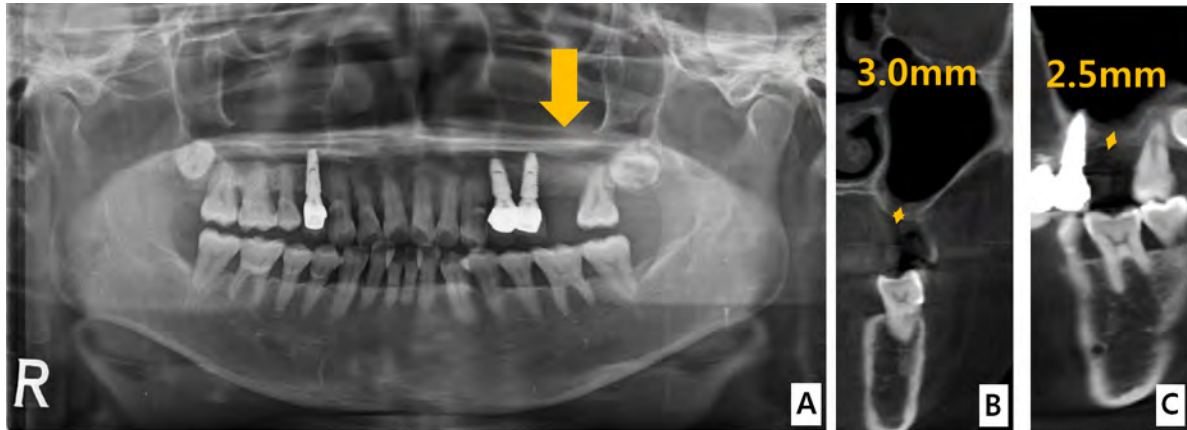


Figure 1. (A) Preoperative panoramic view, (B) Preoperative CT scan (paraxial view), (C) Preoperative CT scan (axial view).

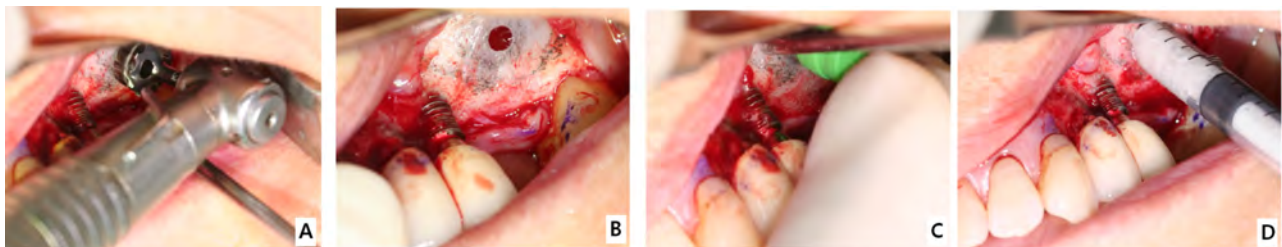


Figure 2. (A) Process of the lateral wall perforation with the use of the hydraulic lift kit, (B) After the perforation of the sinus wall with the use of lateral drills, (C) Hydro membrane lift cap was connected, pumped back and forth gently, (D) The bone graft material was prepared and packed carefully without an excessive pressure.

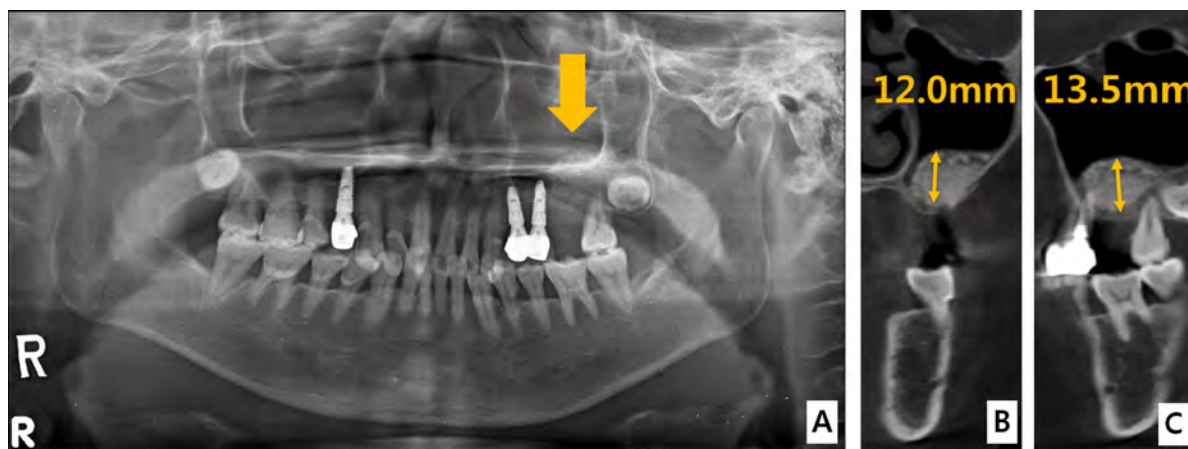


Figure 3. (A) The dome shaped radiopacity was observed (postoperative panorama at 3-month), (B) In CT view, vertical augmented height is enough for dental implant, (C) In CT view, vertical augmented height is enough for dental implant.

2. Case II

A 45-year-old male patient had an extraction of molar teeth in left maxillary visited the Department of Oral and Maxillofacial Surgery of Ewha Medical Center in August 2016 for the rehabilitation of the posterior maxilla with implant. His past medical history was unremarkable. Panoramic radiography and CT examinations were performed, panoramic view showed deficient RBH in left maxilla with sinus pneumatization (Figure 4A). In computed tomography, the RBH at the first molar in left maxilla was measured to be 1.7 mm and 2.3 mm (Figure 4B and C). Dental implants with simultaneous sinus augmentation were planned using a hydraulic lift kit.

Prior to surgery, the patient rinsed with 0.12% chlorhexidine digluconate solution (Hexamedine, Bukwang, Seoul, Korea). Following local anesthetic injection, a full-thickness mucoperiosteal flap was reflected, and the lateral wall was prepared with a hydraulic lift kit (Hydro-Lateral Approach Kit®, Shin-hung, Seoul, Korea) (Figure 4D). After the perforation of the sinus wall by the sequential use of lateral drills, Hydro membrane lift cap was connected and the lift cap was engaged with a 1.0 ml syringe filled with saline solution. Approximate 0.3 ml of the sterile saline was pumped back and forth gently to elevate the sinus membrane.

And after that, the lateral wall was opened using trephine drill and elevation of the sinus membrane was performed with curettes to make space for the bone graft. Bone graft material 1.0 g (Bio-Oss®, Geistlich Pharm AG, Wolhusen, Switzerland) was inserted beneath the elevated membrane (Figure 4E), and two fixtures (TS III® diameter 4.5 × 11.5 mm & 5.0 × 11.5 mm; Oss-

tem, Seoul, Korea) were installed (Figure 4F and G).

Postoperative recovery was uneventful with no complication. In panoramic view after 1 month, dome-shaped radiopacity which is surrounding implant apex was observed (Figure 4H).

3. Case III

In October 2016, a 39-year-old male patient was referred for the treatment in his right maxillary second molar area. The patient did not have any medical abnormal conditions. Panoramic radiography and CT examinations were performed, panoramic view showed deficient RBH in right maxilla with sinus pneumatization (Figure 5A). In computed tomography, the RBH at the second molar in right maxilla was measured to be 2.5 mm (Figure 5B). Treatment plan consisted of implant installation with simultaneous sinus augmentation using hydraulic lift kit in the right posterior area was being set up.

Prior to surgery, the patient rinsed with 0.12% chlorhexidine digluconate solution (Hexamedine, Bukwang, Seoul, Korea). Following local anesthetic injection, a full-thickness mucoperiosteal flap was reflected, and the lateral wall was prepared with a hydraulic lift kit (Hydro-Lateral Approach Kit®, Shin-hung, Seoul, Korea). After the perforation of the sinus wall by the sequential use of lateral drills, Hydro membrane lift cap was connected and engaged with a 1.0 ml syringe filled with saline solution. Approximate 0.3 ml of the sterile saline was pumped back and forth gently to elevate the sinus membrane.

And after that, the lateral wall was opened using trephine drill and elevation of the sinus membrane was performed with

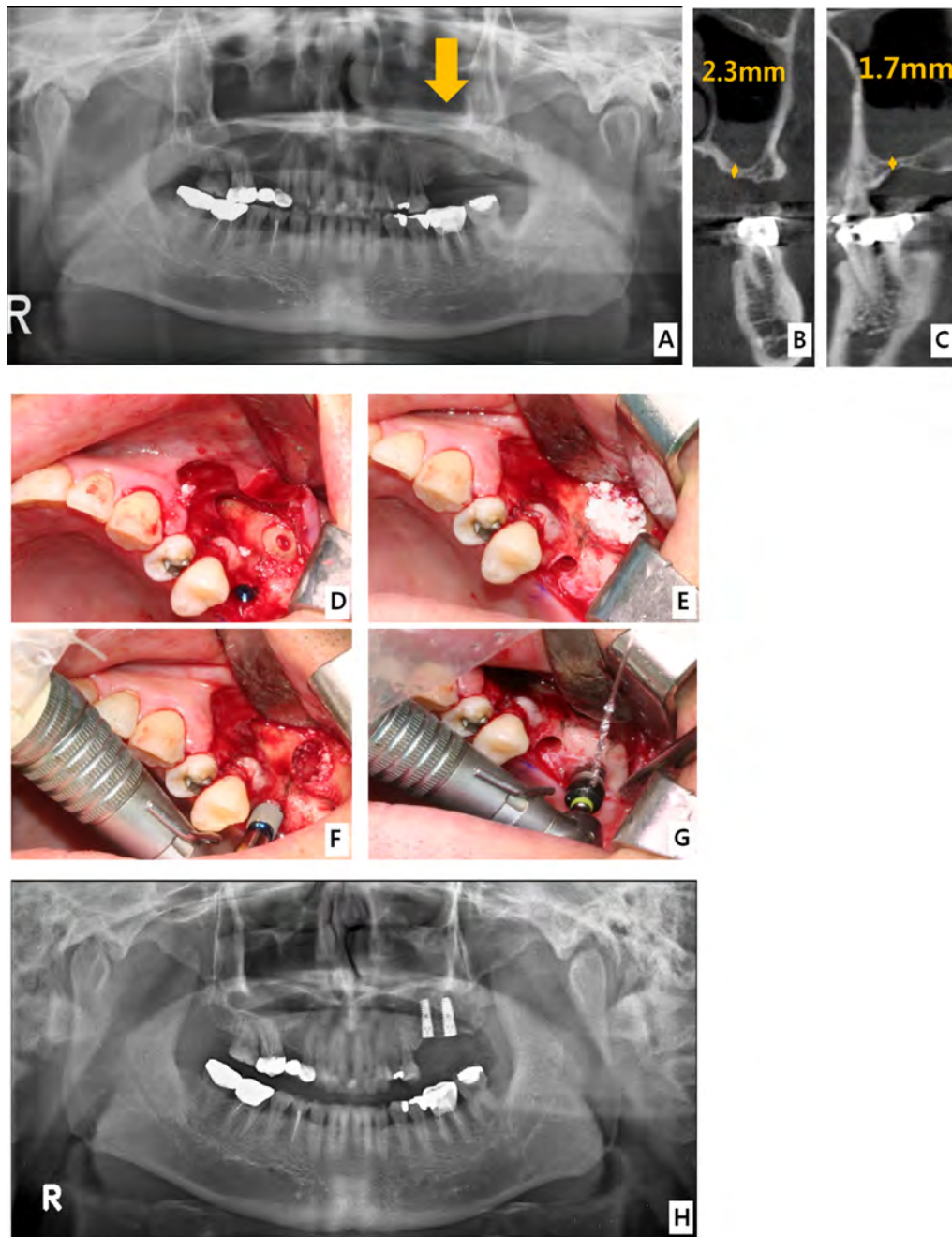


Figure 4. (A) Preoperative panoramic view, (B) Preoperative CT scan (paraxial view), (C) Preoperative CT scan (axial view), (D) The Lateral wall was prepared with a hydraulic lift kit, (E) Bone graft material was inserted beneath the elevated membrane, (F, G) Two fixtures were installed (Length = 11.5 mm), (H) The dome shaped radiopacity was observed which is surrounding the implant apex (Postoperative panorama at 1-month).

curettes to make space for the bone graft (Figure 5C). Bone graft material 0.5 g (Bio-Oss®, Geistlich Pharm AG, Wolhusen, Switzerland) was inserted beneath the elevated membrane. After the placement of fixture and the wound was closed with sutures (Figure 5D and E). Postoperative recovery was uneventful without complication.

Dome-shaped sinus bone augmentation around the implant

apex was shown immediately after the surgery (Figure 5G) and prosthetic delivery was done within 4 months of healing periods.

DISCUSSION

Rehabilitation of missing posterior teeth in maxilla with

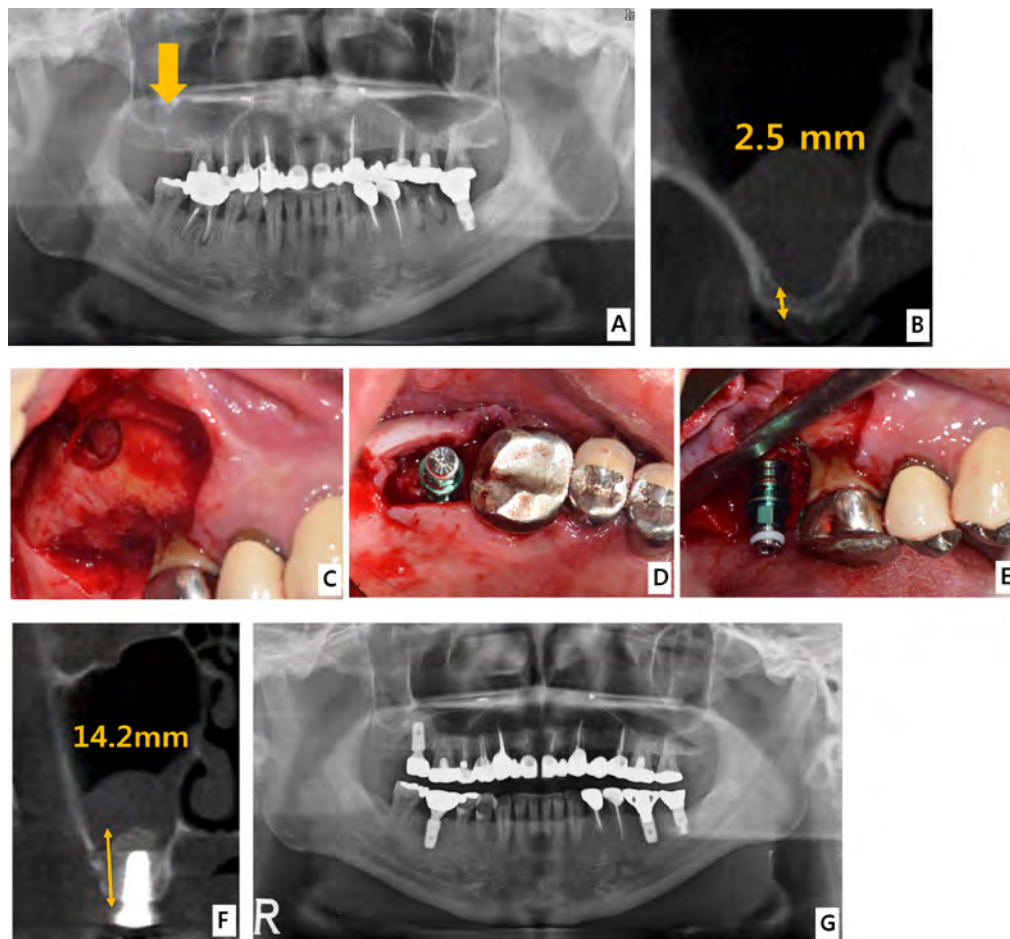


Figure 5. (A) Preoperative panoramic view, (B) Preoperative CT scan (paraxial view), (C) Lateral wall was prepared with a hydraulic lift kit and elevation of the sinus membrane was performed, (D, E) A fixture was placed (TS III® diameter 5.0 × 10.0 mm; Osstem, Seoul, Korea), (F) Dome-shaped sinus bone augmentation around the implant apex was shown, (G) Prosthetic delivery was done within 4 months of healing periods.

dental implants often face with clinical challenges from the limited bone height and poor bone quality⁹. To overcome the reduced vertical bone height associated with the sinus pneumatization and ridge atrophy, SFE has been accepted to be a solid procedure with predictable results^{2,3}. Different approaches have been reported to augment the maxillary sinus cavity of the severely atrophied posterior maxilla¹⁰⁻¹². Pjettersson et al.⁷ reported that implant placement in the combination with a lateral window sinus lift is a predictable treatment option, showing high implant survival rates and low incidences of complications. However, maxillary sinus floor elevation using a lateral approach implies execution of a large mucosal periosteal flap that inevitably affects postoperative recovery and the additional expense of the augmentation procedure¹³. Thus, surgical tools and skills have been developed for less invasive and effective way of sinus floor elevation.

Among them, several surgical techniques have been pro-

posed by using hydraulic pressure, so-called “hydraulic sinus lift” procedure. Kao and DeHaven¹⁴ reported that using the controlled hydrostatic sinus elevation kit includes pressure sensor meter, hand-actuated pump, stainless steel Luer-Loc cannula allows smooth, evenly applied, force application through gentle fluid pressure in a closed system to elevate the Schneiderian membrane. Chen and Cha¹⁵ have developed a new kit that consists of round diamond sinus burs and titanium-coated sinus graft condensers. They suggested that clinicians can safely separate the Schneiderian membrane from the sinus floor and prepare the area for immediate implant placement using these tools in the combination with hydraulic pressure supplied by a surgical handpiece. Son et al.¹⁶ informed the technique using ultrasonic piezoelectric vibration and hydraulic pressure, so-called Hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation. Hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation breaks the sinus floor with ultrasonic vibration and elevates the sinus

membrane using hydraulic pressure, without bone compaction. Besides that, many alternative tools and technique have been reported.

Unlike previous reports, in the present cases, the alternative method of the lateral sinus wall osteotomy (the lateral approach) using special devices of "Hydro membrane lift system" was described and it showed an adequate amount of SFE to place standard fixture length at the site showing reduced remaining bone height of 1.5 to 3.0 mm preoperatively. This device included specially designed drills to minimize the trauma of the membrane while cutting the sinus wall for the lateral approach and showed no signs of perforations in clinical detection. In addition, Hydro membrane lift cap connected with the water syringe brought out hydraulic pressure into the cavity and elevation of the floor was done indirectly without any contact of instruments to the membrane. Results on the reduced perforation rates were in accordance with the former clinical studies utilizing these devices, which also suggested that the safer surgery makes less dependent on the operator's skill⁸. As results, three patients with an insufficient alveolar bone height were treated with successful sinus augmentation without any complications. A radiographic evaluation showed that augmented bone height was consistently maintained through the follow-up periods and no specific bone resorption was shown.

CONCLUSION

From the present case reports, it could be concluded that the hydraulic pressure method might be an effective procedure to elevate sinus floor with/without implant placement and can reduce the risk of membrane perforation in atrophied posterior maxilla. Future clinical trials are needed to evaluate the effectiveness of this technique on a broader scale than these case reports.

REFERENCES

- Galindo P, Sánchez-Fernández E, Avila G, Cutando A, Fernandez JE. Migration of implants into the maxillary sinus: two clinical cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:291-295.
- Boyne PJ. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-616.
- Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH et al. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:853-858.
- Tetsch J, Tetsch P, Lysek DA. Long-term results after lateral and osteotome technique sinus floor elevation: a retrospective analysis of 2190 implants over a time period of 15 years. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:497-503.
- Taum H. Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North Am* 1986;30:207-229.
- Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152-162.
- Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation: part I: lateral approach. *J Clin Periodontol* 2008;35:216-240.
- Hong JY, Lim HC, Herr Y, Chung JH, Shin SI, Shin SY. Sinus floor elevation using alternative methods for the transalveolar approach: a case report on hydro membrane lift system and hatchreamer. *Implantology* 2015;19:218-226.
- Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23:48-56.
- Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24(Suppl):237-259.
- Esposito M, Felice P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;13:CD008397.
- Meloni S, Jovanovic S, Lolli F, Cassisa C, De Riu G, Pisano M et al. Grafting after sinus lift with anorganic bovine bone alone compared with 50: 50 anorganic bovine bone and autologous bone: results of a pilot randomised trial at one year. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2015; 53:436-441.
- Geminiani A, Weitz DS, Ercoli C, Feng C, Caton JG, Papadimitriou DE. A comparative study of the incidence of Schneiderian membrane perforations during maxillary sinus augmentation with a sonic oscillating handpiece versus a conventional turbine handpiece. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:327-334.
- Kao DW, DeHaven Jr HA. Controlled hydrostatic sinus elevation: a novel method of elevating the sinus membrane. *Implant Dent* 2011;20:425-429.
- Chen L, Cha J. An 8-year retrospective study: 1,100 patients receiving 1,557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol* 2005;76:482-491.
- Kim JM, Sohn DS, Heo JU, Park JS, Jung HS, Moon JW, et al. Minimally invasive sinus augmentation using ultrasonic piezoelectric vibration and hydraulic pressure: a multicenter retrospective study. *Implant Dent* 2012;21:536-542.

생물학적 폭경(biological width)의 변화가 주변 연조직의 변화와 세포활성화 물질(cytokine)에 미치는 영향

홍남희¹, 이영만², 김진수¹, 최동주³

¹치아사랑치과, ²은평치과, ³라이프치과

Effects of biological width change influencing on the inflammatory peri-implant soft tissue and cytokine appearance

Nam Hee Hong¹, Young Man Lee², Jin Soo Kim¹, Dong Ju Choi³

¹Chia-Sarang Dental Clinic, Pyeongtaek, ²Eunpyeong Dental Clinic, Seoul, ³Life Dental Clinic, Yangpyeong, Korea

Biological width affects on the bone loss around implant and as a result it affects on pocket depth and BOP. Pus on probing may occur when peri-implantitis is progressed. So, the author makes wing structure on the top of implant and installed it as the top of implant located on alveolar crest and after compared clinical result between cis implant and general type implants. And also check the cytokines that are related with inflammation. IL-1 β , MMP-2, MMP-12 was checked. The author gets less pocket depth with BOP level and find correlation with the finding of cytokine level. Probing depth in cis implant shows 2.074 ± 2.016 mm, and in general type implant 3.276 ± 2.091 mm ($P < 0.05$). BOP of cis implant is occurred 4 among the 61 implant and for general implant, BOP was occurred in 48 implants among the 87 implants (55.17%). Bone level difference in cis implants was 0.908 ± 1.176 mm, in general type implant was 2.509 ± 1.896 mm ($P < 0.05$). IL-1 β of cis implants was 3.23600 ± 1.660060 , in general type implants 4.94553 ± 4.679710 , in normal gingiva 5.2713 ± 3.316547 , and in inflamed gingiva 9.06986 ± 6.575085 . MMP-2 of cis implants was 2.43527 ± 1.629108 , in general type implants 3.02379 ± 2.715090 , in normal gingiva 5.89583 ± 4.522338 , and in inflamed gingiva 4.93683 ± 4.509219 . MMP-12 of cis implants was 4.81556 ± 4.915005 , in general type implants 3.58310 ± 4.884115 , in normal gingiva 9.14640 ± 2.829904 , and in inflamed gingiva 5.08586 ± 2.403748 . As a results cis implant shows better in probing depth, BOP, and less cytokine expression then other comparing groups and also shows less bone loss than general type implants for the conclusion, wing typed implant has 1.0 mm longer biological width and this may roll on the protection of invasion of infection from the gingival sulcus to underlying bone. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):16-23)

Key words: Biological width, Periodontitis, Periodontal index, Biomarkers

INTRODUCTION

임플란트를 식립하고 나면 가장 중요한 관리점의 하나가 임플란트 주위에 발생하는 염증을 얼마나 효과적으로 조절 해 나가는가 하는 데에 있다. 임플란트 주위염은 일단 한번 발생하는 경우에 잘 조절이 되지 않으며 지속적으로 진행되어 임플란트의 상실로 이어지는 경향이 있기 때문에 예방적인 차원에서 관리를 해 나가는 것이 가장 바람직하지만 염증의 발생 원인이 다양하고 환자의 관리 능력이나 치과를 내원할 수 있는 여건의 변화 등에 따라서 부득이하게 정상적인 관리로부터 멀어지는 경우가 발생하

게 된다.

한편 임플란트의 형태와 임플란트와 지대주 사이의 틈이 임플란트 주위의 치조골의 안정성과 연조직의 반응에 중요한 영향을 미치고 있다는 것이 여러 연구를 통해서 밝혀진 바 있으며 임플란트의 장기적인 예후를 결정하는 데에도 관여를 하게 되는 것을 볼 수 있다¹. 임플란트 상부에서의 골 조직의 변화에 관계되는 요소는 여러 가지이지만 그 중 생물학적인 폭경(biological width)이 미치는 영향이 매우 큰 것으로 되어 있으며 Lindhe 등²에 의해서 임플란트에서 나타나는 생리학적인 폭경과 자연치에서 나타나는 생리학적인 폭경의 관계에 대한 연구 결과가 발표되기도

Received November 22, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018

Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

교신저자: 최동주, 12556, 경기도 양평군 양평읍 역전길 24, 라이프치과

Corresponding Author: Dong Ju Choi, Life Dental Clinic, 24 Yeokjeon-gil, Yangpyeong-eup, Yangpyeong 12556, Korea, Tel: +82-31-775-8081, Fax: +82-31-775-8082, E-mail: djcdavid@hanmail.net

하였다.

실험을 위하여 임플란트에 날개의 구조를 가진 cis (Choice Implant System, Medimeca. co., Seoul, Korea) 임플란트와 날개 구조가 없는 일반형 임플란트를 무작위로 선정하여 치주질환에 이환된 정도를 측정하였으며 이를 객관적으로 수치화 하기 위해서 탐침의 깊이(probing depth), bleeding on probing (BOP), pus discharge, bone level change 들을 측정하였다.

또한 이들 수치가 임플란트 주위염과의 관계가 있는지에 대한 것을 알아보기 위하여 염증인자인 IL-1, MMP-2, 그리고 염증 회복인자인 MMP-12를 측정하여 이들의 발현 정도와 임상적인 결과를 연관시켜 임플란트의 형태가 염증의 발현정도에 미치는 영향이 있는지 알아보고자 하였다. 또한 이들 수치가 일반적인 치주염과 관계가 있는지에 대한 것도 조사를 해 보았다.

결과적으로 cis 임플란트에서 통계적으로 유의한 수준의 probing depth 차이와 의미있게 적은 BOP, pus discharge를 보였으며 적은 bone loss 양을 나타내었다. 또한 cytokine의 발현에서도 cis 임플란트에서 적은 양의 염증인자가 발현되고 있는 것을 볼 수 있었다.

본 연구에서 시행하는 것은 사용하는 임플란트의 경부를 날개형으로 만들어서 일반 임플란트에 비해서 생리학적인 폭경이 1.0 mm 가량 증가하게 하였고 이 변화가 치은 상방에서 시작된 염증이 치조골에 영향을 미치는 현상을 차단하는데 결정적인 역할을 하게 되는 것으로 가정하였다. 이 가정을 기초로 하여 임플란트의 변형된 날개 부분을 치조골의 상방에 위치시키고 보철물을 연결한 상태에서 임플란트의 주변에 존재하는 치조골과 연조직에서 일어나는 현상을 관찰하고자 하였다. 또한 이를 일반형 태의 임플란트와 비교를 해 보고 임플란트 주변의 조직에서 일어나는 세포 활성화 물질에 대한 변화를 알아보고자 연구를 진행하였다.

MATERIALS AND METHODS

실험을 시행하기 위한 대상의 설정은 실험군으로 Choice Implant를 사용한 군 15명과 대조군으로 일반적인 platform을 가진 임플란트를 사용한 군 15명을 선정하였고, negative control군으로는 치주염이 발생하지 않은 건강한 치은을 가지고 있는 군과 염증에 이환된 치은을 가지고 있는 군을 각각 선정하여 실험을 진행하였다.

실험 대상은 임플란트의 지대주(abutment)를 연결한 후 3개월 이상 지난 환자군으로 하였고 치은의 분류는 환자의 임상적인 증상과 gingival index를 기준으로 하였다. 건강한 치은의 조직은 예방적 지지 발치를 하는 도중에 얻어지는 조직으로 대신하였다.

실험에서 제외되는 환자의 기준은 다음과 같다.

1. 최근 1주일 이상 항생제나 소염진통제를 복용하고 있는 환자
2. 의학적 합병증을 가지고 있는 환자:
 - 만성 신부전증이 있어서 투석을 시행해야 하는 환자
 - 만성 간질환으로 인해서 지속적인 치료를 받고 있는 환자

조절되지 않는 당뇨병 질환을 가지고 있는 환자

면역 결핍증이 있는 환자

3. 악성종양 치료 후 방사선 치료를 시행하고 1년이 지나지 않은 환자
4. 항암제를 복용 중이거나 약물 중단 후 6개월이 경과하지 않은 환자
5. 약물이나 알코올의 오, 남용 환자
6. 심한 이갈이 환자
7. 구강위생상태로 볼 때 중증도 이상의 치주질환을 가지고 있다고 판단되는 환자
- 자연치의 평균 probing depth가 6 mm 이상인 환자
8. lichen planus, pemphigus 등의 점막 질환을 가지고 있는 환자

측정 항목은 임상적 평가를 위해서 1) probing depth, 2) BOP, 3) bone loss, 4) pus discharge 여부를 관찰하였으며 염증인자 측정 및 임상 증상과의 연관성을 관찰하기 위해서 1) MMP-2, MMP-12와 2) IL-1 β 를 측정하였다.

탐침의 깊이는 Hu-Friedy (USA) periodontal probe를 이용하여 임플란트 주위 4곳(mesiobuccal, buccal, distobuccal, palatal)을 측정하고 탐침 깊이의 비교는 buccal side만을 이용하고 나머지 부분은 참고용으로 사용하였다(나머지 부분에 대한 측정의 정확성을 평가하기 어렵기 때문). 이때 탐침의 깊이와 함께 BOP와 pus discharge 여부를 같이 측정하였다(Figure 1).

전체 201명의 임플란트를 대상으로 무작위로 검사를 시행하였고 일반형 임플란트 중 시술 개수가 적은 것들을 제외하고 남은 일반형 임플란트 87개와 실험용 cis 임플란트 61개를 가지고 비교 평가하였다.

1. 골손실의 측정

골손실을 측정하기위해서 그림과 같이 임플란트의 최상방과 치조골의 최상방 간의 거리를 측정하였다. 측정은 panorama 사진을 가지고 하였으며 처음 식립한 환자의 사진과 지대주를 연결하고 3개월 이상 지난 환자의 사진을 가지고 측정하였다. 길이의 측정은 PACS system에 들어있는 길이재기 program을 이용하였다. cis 임플란트가 식립후 최장 1년 6개월의 기간인 점을 감안하여 다른 형태의 임플란트의 기록도 2년 이하의 것을 사용하여 통계처리를 하였다(Figures 2~4).



Figure 1. Testing BOP. Bleeding from gingiva is checked.

2. Cytokine 측정

실험 대상은 다음의 기준을 가지고 선정하였다.

1. 실험군: 날개가 있는 임플란트를 사용한 군 16명
2. 대조군: 일반적인 platform switching을 가진 임플란트를 사용한 군 16명
3. Negative control: 치주염이 발생하지 않은 건강한 치은을 가지고 있는 군 8명과 염증을 가지고 있는 치은 군 8명

일반적으로 임플란트와 지대주를 연결하면 3개월 내에 대부분의 골 손실이 일어나는 것을 기준으로 하여 임플란트의 지대주를 연결한 후 3개월 이상 지난 환자군을 대상으로 실험을 진행하였다. Cytokine은 치주 조직에서 일반적으로 나타나는 염증인자 중 IL-1 β , MMP-2, MMP12에 대한 것을 관찰하였으며 real time PCR을 이용하여 유전자 정보를 얻었으며 SYBR green법을 사용하여 검출하였다.

조직채취는 periodontal curette를 이용하였으며 치은 열구 주변의 조직을 추출하였고 다음과 같은 조건으로 채취를 하였다.

1. 국소마취하에서 무균상태로 채취
2. 채취된 조직을 채취한 즉시(5분 이내) 액체질소에 급속 냉동을 시킨다(-70°C)

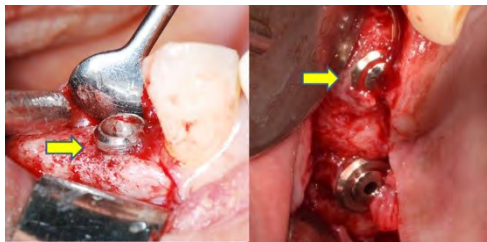


Figure 2. Distance from top of implant and crest of bone.

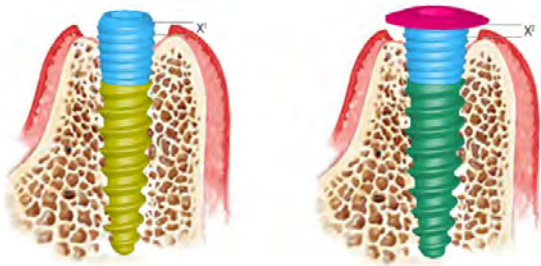


Figure 3. Drawing of the method of measuring of the distance.

3. 정상치주군: 발치시 채취되는 주변 조직을 사용
4. 염증치주군: 치주 수술을 시행 하면서 채취되는 조직을 이용
조직은 통법에 따라서 처리하였으며 trisol 용액에 넣어서 RNA를 분리하고 참고 문헌을 이용하여 설계한 primer를 검색하였다.

RESULTS

위의 실험을 통해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

Probing depth는 cis 임플란트에서 2.074 ± 2.016 mm, 일반형 임플란트에서 3.276 ± 2.091 mm로서 t 검증에서 유의수준 0.001 ($P < 0.05$)로 유의한 차이를 보이고 있다.

BOP는 cis 임플란트 61개 중 4개에서 발생하였으며 발생률이 약 6.55%이며 일반형 임플란트에서 87개 임플란트 중 48개의 임플란트에서 발생하여 발생률 약 55.17%였다.

Bone level의 차이는 cis임플란트에서 0.908 ± 1.176 mm, 일반형 임플란트에서 2.509 ± 1.896 mm로 t 검증하에 유의있게 적은 수치를 나타내고 있음을 보여주고 있다 ($P < 0.05$).

Probing depth와 BOP, pus discharge, 그리고 bone level에 대한 결과가 Table 1과 Figures 5~15에 나타나 있다.

1. Cytokine의 발현에 대한 변화

IL-1 β 는 cis 임플란트에서 3.23600 ± 1.660060 , 일반형 임플란트에서 4.94553 ± 4.679710 , 정상 치은에서 5.2713 ± 3.316547 , 염증증상을 보이는 치은에서 9.06986 ± 6.575085 의 수치를 나타내고 있다. MMP-2는 cis 임플란트에서 2.43527 ± 1.629108 , 일반형 임플란트에서 3.02379 ± 2.715090 , 정상치은에서 5.89583 ± 4.522338 , 염증증상을 보이는 치은에서 4.93683 ± 4.509219 의 수치를 나타내고 있다. MMP-12는 cis 임플란트에서 4.81556 ± 4.915005 , 일반형 임플란트에서 $3.58310 \pm$

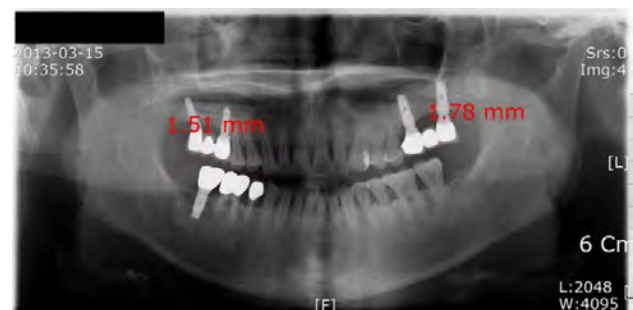


Figure 4. Panoramic view for measuring the amount of bone loss.

Table 1. Compare for BOP and probing depth and bone level around implant

	Pocket depth (mm)	Bone level (mm)	BOP (o/x)	Pus (o/x)
실험용 implant (CIS)	2.074 ($\pm$ 2.016)	0.908 ($\pm$ 1.176)	61개 implant 중 4개 (6.55%)	0 %
대조군	3.276 ($\pm$ 2.091)	2.509 ($\pm$ 1.896)	87개 implant 중 48개 (55.17%)	87개 implant 중 7개 (8.04%)

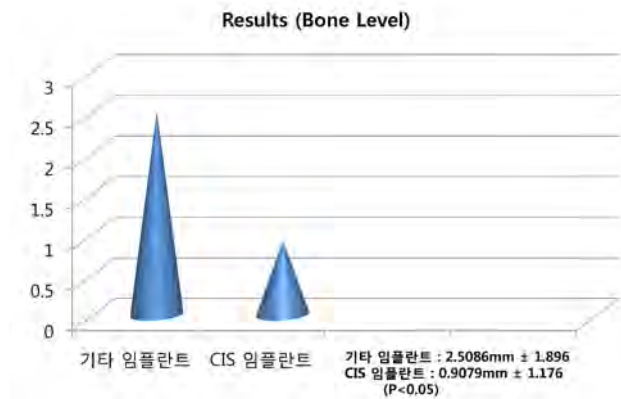


Figure 5. Bone level difference.

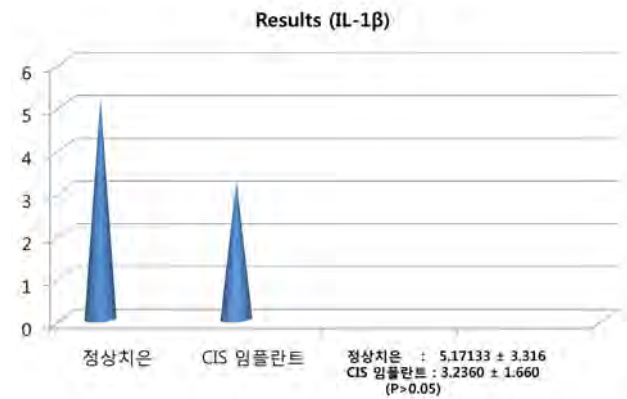
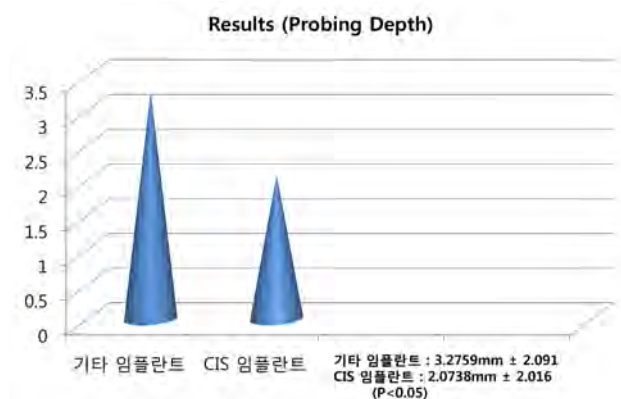
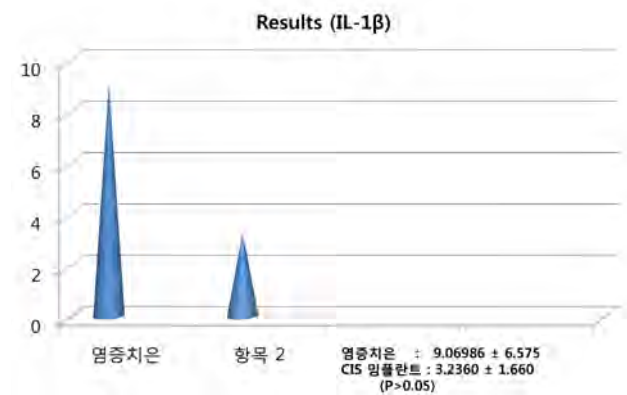
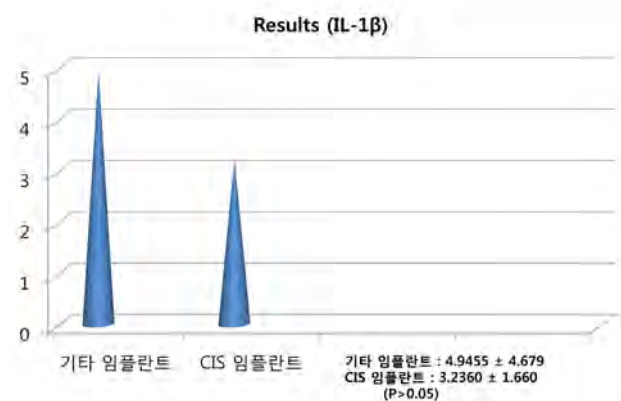
Figure 8. Difference of expression of IL-1 β between the cis implant and normal gingiva.

Figure 6. Difference of probing depth.

Figure 9. Difference of expression of IL-1 β between inflamed gingiva and cis implant.Figure 7. Difference of expression of IL-1 β between two type implant.

4.884115, 정상치은에서 9.14640 ± 2.829904 , 염증증상을 보이는 치은에서 5.08586 ± 2.403748 의 수치를 나타내고 있다.

DISCUSSION

임플란트는 지대주를 연결하고 3개월이 지나면 치조골의 소실과 함께

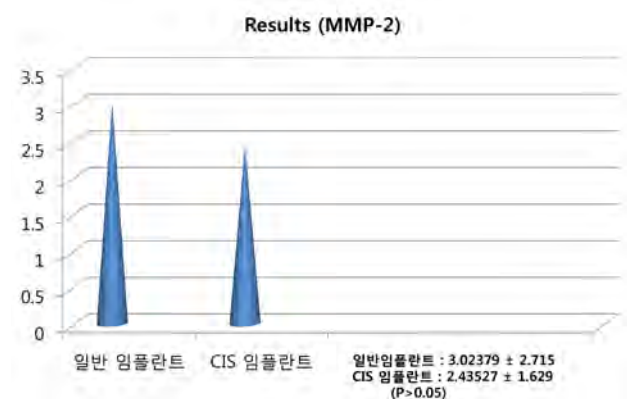


Figure 10. Difference of expression of MMP-2 between two type of implant.

염증이 발현하게 되는 경향을 보이게 된다.

본 연구에서는 임플란트를 식립하고 보철물을 연결 한 후에 3개월 이상 지난 날개를 가진 cis 임플란트와 그렇지 않은 기타 임플란트와 BOP, pus형성, pocket depth, bone loss, 그리고 임플란트 주위 조직에서 나

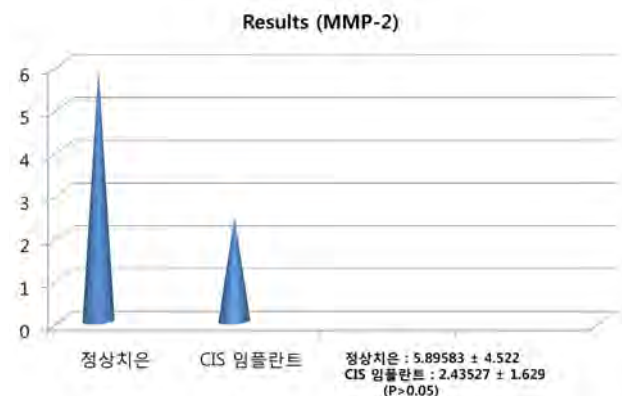


Figure 11. Difference of expression of MMP-2 between the cis implant and normal gingiva.

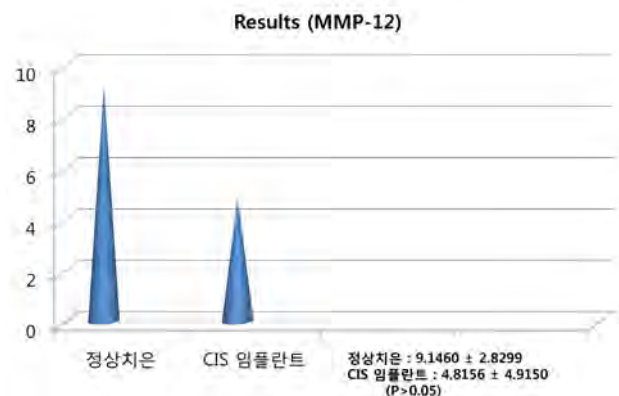


Figure 14. Difference of expression of MMP-12 between cis implant and normal gingiva.

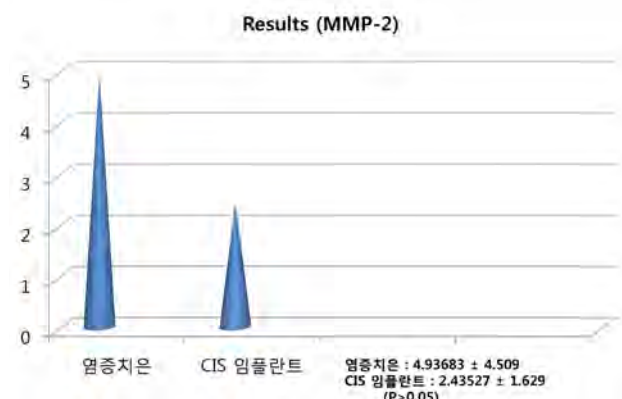


Figure 12. Difference of expression of MMP-2 between the cis implant and inflamed gingiva.

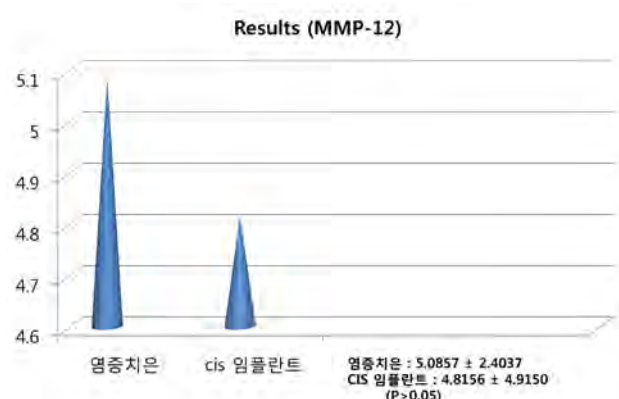


Figure 15. Difference of expression of MMP-12 between cis implant and inflamed gingiva.

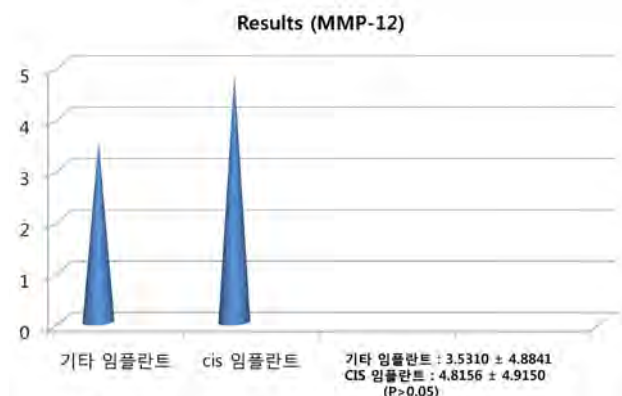


Figure 13. Difference of expression of MMP-12 between two type implant.

타는 IL-1 β , MMP-2, MMP-12 등을 측정하여 서로 다른 형태의 임플란트에서 나타나는 염증 발현 정도의 차이를 관찰하였다. 일반적으로 pocket depth가 깊어지면 BOP의 발현이 많아지는 경향이 있으며 통계적으로도 유의한 관계를 보이고 있지만 임플란트의 식립 위치나 수술 당시

의 치은의 두께와 식립 깊이에 따라서 pocket depth가 달라지기 때문에 간혹 반대의 현상이 나타나기도 하는 것을 보여준다. 치주질환에서 발생하는 염증 인자를 이용하여 치주염 또는 임플란트 주위염의 발현 정도를 측정하려는 시도가 다양하게 이루어져 있다³⁻⁷. 염증 표적인자 특히 치주염에서 발현되는 cytokine으로는 대표적으로 IL-1, MMP family, Cox-II, 등이 있는데 본 실험에서는 IL-1, MMP-2, MMP-12를 측정하여 각각의 염증인자가 임플란트 주위염 또는 치주염과 어떤 상관관계를 가지고 발현되는지를 연구 해 보고자 하였다.

IL-1은 염증의 초기에 관여하는 인자로서 collagenase를 분비하여 교원질을 흡수하게 되며 초기의 치주골 흡수와 관계되는 cytokine이다. 이들은 임플란트 주위염의 정도가 심해질수록 발현 빈도가 높아지며 MMP-2의 경우도 마찬가지로 발현 성향을 가지고 있다.

한편 이들 인자들이 활동함으로 이들의 발현 정보에 의해서 2차적으로 발현되는 MMP-12의 경우는 활성형 임플란트 주위염에서는 상대적으로 낮은 발현 정도를 보이게 된다. 임플란트를 식립하고 2차 수술을 통해서 지대주를 연결하고 나면 임플란트 상방에 있는 치주골에서 흡수가 일어난게 된다. Hermann 등⁸은 임플란트가 치은 하방으로 침하시키지 않는

non-submerged 형태라면 임플란트를 식립하고 1개월 후부터 치조골의 변화가 나타나게 되며 submerged 형태의 임플란트의 경우에는 2차 수술을 한 후 1개월 후부터 치조골의 변화가 나타난다고 하였다. 치조골의 변화는 non-submerged 형태의 임플란트인 경우 임플란트의 식립 초기에 급격히 일어나며 submerged 형태의 임플란트의 경우에는 지대주를 연결 한 이후에 가장 급격하게 일어나게 된다고 하였다. 그리고 그는 이러한 현상이 일어나는 이유에 대해서 임플란트와 지대주 사이에 존재하는 미세 틈(micro gap) 때문이라고 생각하였으며 이를 증명하기 위한 동물 실험을 시행하기도 하였다⁹.

생리학적인 폭경에 대한 이해는 1960년에 Gargulio 등¹⁰이 치은의 변화에 대해서 연구를 시행하였는데 치은열구와 접착상피와 결합조직과의 상관관계 및 이들의 수치적 크기를 비교하였는데 정상적인 치은에서 치은 조직의 총 길이는 평균 3.06 mm 이며 이중 부착치은의 길이는 평균 2.45 mm 였다. 그리고 염증이 진행되어 치은 퇴축 현상이 발생한 치은에서 수치의 변화가 있어서 치은 조직의 총 길이는 평균 2.53 mm 이며 부착 치은의 길이는 평균 1.77 mm 인 것으로 밝혀졌다. 일반적으로 치주염의 진행과 함께 치조골이 퇴축되면 치은 상부의 구조에 큰 변화가 있을 것으로 생각되어지는데 이 연구 결과를 토대로 치주조직이 외부의 감염에 대한 방어기전의 일환으로 일정한 정도의 생리적인 구조를 유지하는 것이 밝혀졌으며 이것을 생리학적인 폭경이라고 정의하였다^{2,10}.

임플란트를 식립하고 지대주를 연결하는 과정은 정확한 직경의 대칭이 매우 중요한 것으로 오랫동안 여겨져 왔으며 임플란트 시술의 가장 중요한 요인 중 하나가 되어 왔으나 한 임플란트 회사의 실수로 인해서 직경이 넓은 임플란트에 직경이 작은 지대주를 연결할 수 밖에 없는 상황이 발생하여 부득이 임플란트보다 직경이 작은 지대주가 연결 되었고 이렇게 시술된 임플란트가 10년의 추적조사를 받는 동안에 놀랍게도 임플란트 주변의 골의 흡수가 거의 일어나지 않음이 발견 되었다. 그리고 이것이 생리학적인 폭경의 차이 때문일 것이라는 해석을 하게 되었다¹¹.

오래전에 Puchades-Roman 등¹²에 의해서 Astra tech 임플란트와 Bronemark 임플란트 사이에서 골 흡수 정도를 비교하였는데 내부결합 형태를 가지고 platform switching 형태를 가지고 있는 Astra tech 임플란트가 골 소실이 더 적은 것으로 나타났다. 그러나 당시는 이것이 단지 임플란트의 디자인의 차이에 의한 것으로 생각되었고 임플란트의 표면이 영향을 주었을 것이라고 생각하는데 그쳤다. 그리고 이런 논쟁은 두 회사 간의 서로 다른 연구 결과를 바탕으로 오랫동안 지속되어져 왔다¹²⁻¹⁵. 그러나 이후의 연구에 의하면 임플란트의 디자인 특히 platform을 변형시킨 임플란트에서 치조골의 흡수 정도가 매우 큰 차이를 보이고 있다는 것이 알려지게 되었으며 이것이 임플란트의 직경이나 디자인 그리고 수술 방법에 관계없이 나타나는 현상이라는 발표가 이어졌다. Vela-Nebot 등¹⁶이 platform switching이 치조정의 골 흡수를 감소시키는데 유리한 구조라는 것을 발표하였으며 이후에 non-submerged type 임플란트에서도 platform switching이 유리한 형태인 것을 주장하는 연구 결과가 발표되기도 하였다¹⁷.

한편 임플란트의 직경이 넓은 경우에 일반적으로 골의 흡수가 많이 일어나지만 platform이 변하면서 치조골의 흡수량이 현저히 감소하는 현상을 보여주고 있는 것이 관찰되었다¹⁸. 그리고 2009년에 Oliveria 등¹⁹이 cone 형태의 결합체를 소개 한 이후로 오늘날 많은 임플란트들이 이 형태의 연결 지대주를 채택하고 있는 실정이다.

이 문제는 Jansen 등²⁰이 임플란트와 지대주 사이의 결합 정도가 두 계면사이에 발생하는 미생물의 번식을 억제하여서 임플란트 주위 조직에 염증을 발생시키는 것을 막아주며 결과적으로 임플란트 주위의 치조골의 흡수를 막아주게 될 것이라는 주장과 차이가 있게 되는데 실제로 아무리 정밀하게 제작된 임플란트라 할지라도 미세한 관찰을 통해서 보면 결국 완벽한 밀착을 얻을 수 없게 되며 이렇게 형성된 틈에는 미생물이 번식하게 되는 결과를 가져오게 되는 것이다.

본 실험에 사용된 임플란트는 임상적으로 관찰할 때 2차수술을 하는 도중이나 보철물을 장착 한 후에 조직을 채취하는 과정에서 보여 지듯이 임플란트 주위에 단단한 결합조직이 관찰되는데 이 조직들이 임플란트 주위에 치태가 축적됨에도 불구하고 치은에 염증을 억제하는 역할을 하는 것으로 생각된다. 이와 유사한 현상은 Ericsson 등²¹이 labrador dog을 대상으로 치태의 형성과 임플란트 주위의 염증의 진행에 대해서 관찰한 실험에서 보여지는데 이 실험에서 치태가 축적되더라도 임플란트와 연결되어있는 결합조직이 1 mm 가량 미생물에 의해서 영향을 받지 않고 치조골 상방에서 감염을 막아주는 역할을 하고 있는 것이 관찰되었다. 그리고 이것이 임플란트와 지대주를 연결시킨 후 1년 동안 일어나는 1 mm의 골 손실과 연관이 있을 것이라는 의견도 밝힌 바 있다.

생물학적인 폭경은 임플란트 주위에서 형성되어서 생물학적인 침입이 치조골 방향으로 진행되어 들어가는 것을 막아주는 역할을 하게 되며 이 차단막의 기능은 상당히 오랫동안 안정적으로 유지가 된다. 특히 이 현상은 non-submerged, one-piece implant에서 더 두드러지게 나타난다고 하였다²².

생물학적인 폭경이 단순히 치조정으로부터 임플란트-지대주 까지의 거리와 관계되는 것은 아니라는 것이 몇몇의 연구를 토대로 유추 해 볼 수 있겠다. 여러 연구를 토대로 생각 해 볼 때 임플란트의 상부의 구조는 직선으로 되어 있는 것 보다는 경사진 형태를 가지고 있으면서 생물학적인 폭경을 늘려가려는 노력이 필요함을 알 수 있겠다²²⁻²⁴.

임플란트의 상부의 구조를 우산형으로 만들어 구강내에 식립한 임플란트의 경우 본 실험에서 보여 지듯이 탐침시 깊이가 깊지 않고 출혈 경향이 현저히 줄어드는 것을 볼 수 있다. 우산 형태의 상부 구조는 치조골과 외부 환경과의 연결을 1차적으로 차단시켜 줄 뿐 아니라 생물학적인 폭경을 길게 만들어 주는 역할도 하고 있는 것을 알 수 있다. 또한 보철물을 장착 한 이후에 잔존 cement가 하방으로 침투해서 치조골의 소실을 유발하는 것을 방지하는 기능도 하는 것으로 판단된다.

임플란트 주변의 탐침 깊이가 깊어지는 것은 혐기성 균의 증식을 촉진하여 치은의 염증을 유발하기도 하며 구취의 원인이 되기도 하기 때문에 가능하면 탐침 깊이를 감소시키려는 노력을 해야 한다. Sterner 등²⁵은 탐

침의 깊이가 3~4 mm 정도 되는 경우에는 1~2 mm 정도의 깊이를 가진 경우보다 구치의 혐기성 균의 증식이 증가되고 구치의 정도가 심해진다고 하였다²⁵.

임플란트 주위염은 치은 부위만 염증을 일으키는 초기 증상인 임플란트 주위점막염부터 임플란트 주위의 골 파괴를 동반하며 치은 열구가 깊어지고 때로는 배농이 발견되는 임플란트 주위염으로 구분되며 가벼운 염증 증상까지를 포함하면 시술된 임플란트의 80%에서 염증이 발견되는 등 질환의 발생빈도가 높을 뿐 아니라 일단 발생하고 나면 치료가 어렵고 지속적으로 상태가 악화되는 경향을 가지고 있기 때문에 술자를 매우 어렵게 만들게 된다^{26,27}. 그러나 임플란트의 디자인에 따라서 임플란트 주위의 치조골의 흡수 정도가 달라지면서 치은열구의 깊이도 달라지게 됨에도 불구하고 일부 연구에서는 탐침시의 출혈 정도나 치태의 형성에 주는 영향에는 큰 차이가 나타나지 않는다고 보고하고 있다¹². 따라서 이에 대한 좀 더 진행된 연구를 통해서 향후 임플란트 디자인에 대한 진보된 평가가 필요할 것으로 생각된다.

CONCLUSION

1. 날개형으로 변형된 cis 임플란트는 probing depth, BOP에서 일반형 임플란트에 비해서 낮은 수치를 보이고 있으며 이는 임플란트 주위염의 발생이 적다는 것을 알 수 있다.
2. Bone level의 변화 역시 cis 임플란트가 적은 골손실을 보이고 있는데 이는 아직 cis임플란트의 사용 기간이 상대적으로 짧은 것을 감안하더라도 매우 우수한 결과를 보이는 것이라 할 수 있겠다.
3. 염증을 나타내는 표적인자인 IL-1, MMP-2는 cis 임플란트가 일반형 임플란트에 비해서 적은 수치를 보이고 있으며 염증의 회복인자인 MMP-12는 모든 실험군에서 비슷한 수치를 보이고 있는 것을 볼 수 있다.
4. 이상의 결과에서 보듯이 생리학적인 폭경을 넓게 만든 임플란트에서 임플란트 주위염의 발생 빈도가 적게 나타나는 것을 알 수 있으나 향후 연구를 통해서 더 확실한 증거를 마련해야 할 것이다.

REFERENCES

1. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2001;72:1372-1383.
2. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971-973.
3. Joo SD, Lee JM. The comparison of inflammatory mediator expression in gingival tissues from human chronic periodontitis patients with and without type 2 diabetes mellitus. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:353-369.
4. Choi B, Lee TY, Yoon HJ, Lee W. Differential expression of matrix metalloproteinase (MMP)-2,9,12,13 in gingival tissues of periodontitis and peri-implantitis using real time PCR analysis. *Tissue Eng Regen Med* 2013;10:35-39.
5. Yoo HS, Chae GJ, Hong JY, Choi SH, Kim CK. Evaluation of sonic toothbrush on the reduction of clinical parameters, interleukin-1, MMP-8 and periodontal pathogens in incipient to moderate periodontitis. *대한치과의사협회지* 2008;46:742-754.
6. Wu L, Zhou Y, Zhou Z, Liu Y, Bai Y, Xing X et al. Nicotine induces the production of IL-1 β and IL-8 via the α 7 nAChR/NF- κ B pathway in human periodontal ligament cells: an in vitro study. *Cell Physiol Biochem* 2014;34:423-431.
7. Park JW, Lee JM. The comparison of IL-6, elastase and α 1-PI expressions in human chronic periodontitis with type 2 diabetes mellitus. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:325-338.
8. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-1130.
9. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biological width around one- and two-piece titanium implants. A histomorphometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clin Oral Impl Res* 2001;12:559-571.
10. Gargiulo AW, Wentz Fm, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1960;1:261-267.
11. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9-17.
12. Puchades-Roman L, Palmer RM, Parmer PJ, Howe LC, Wilson RF. A clinical, radiographic, and microbiologic comparison of Astratech and Branemark single tooth implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002;2:78-84.
13. Engquist B, Astrand P, Dahlgren, Engquist E, Feldmann H, Grondahl K. Marginal bone reaction to oral implants: a prospective comparative study of Astra tech and Branemark system implants. *Clin Oral Impl Res* 2002;13:30-37.
14. Astrand P, Engquist B, Dahlgren S, Grondahl K, Engquist E, Feldmann H. Astra tech and Branemark system implants: a 5-year prospective study of marginal bone reactions. *Clin Oral Impl Res* 2004;15:413-420.
15. Astrand P, Engquist B, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Grondahl K. Astra tech and Branemark system implants: A prospective 5-year comparative study. Results after one year. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999;1:17-26.
16. Vela-Nebot X, Rodríguez-Ciurana X, Rodado-Alonso C, Segala-Torres M. Benefits of an implant platform modification technique to reduce crestal bone resorption. *Implant Dent* 2006;15:313-320.
17. Backer J, Ferrari D, Herten M, Kirsch A, Schaer A, Schwarz F. Influence of platform switching on crestal bone changes at non-submerged titanium implants: a histomorphometrical study in dogs. *J Clin Periodontol* 2007;34:1089-1096.
18. Vigolo P, Givani A. Platform-switched restorations on wide-diameter implants: A 5-year clinical prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:103-109.

19. de Oliveria RR, Novaes Jr. AB, Taba Jr. M, Papalexiou V, Muglia VA. Bone remodeling adjacent to morse cone-connection implants with platform switch: A fluorescence study in the dog mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:257-266.
20. Jansne VK, Conrads G, Richter EJ. Microbial leakage and marginal fit of the implant-abutment interface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:527-540.
21. Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995;22:255-261.
22. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higgenbottom FL, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Impl Res* 2000;11:1-11.
23. Tan WC, Lang NP, Schmidlin K, Zwahlen M, Pjetursson BE. The effect of different implant neck configurations on soft and hard tissue healing: a randomized-controlled clinical trial. *Clin Oral Impl Res* 2011;22:14-19.
24. Deporter D, Al-Sayyed A, Pilliar RM, Valiquette N. "Biologic Width" and crestal bone remodelling with sintered porous-surfaced dental implants: A study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:544-550.
25. Sterer N, Tamary I, Katz M, Weiss E. Association between transmucosal depth of osseointegrated implants and malodor production. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:277-280.
26. Lindhe J, Meyle J. Peri-implant diseases: Consensus of the sixth European workshop on periodontology. *J Clin Periodontol* 2008;35(suppl.8):282-285.
27. Lang NP, Berglundh T. Periimplant diseases: where are we now? - Consensus of the seventh European workshop on periodontology. *J Clin Periodontol* 2011;38(suppl.11):178-181.

좁은 치조골폭에서 변형 치조능 분할술과 치조능 확장술을 이용한 임플란트의 식립

여의주¹, 이종빈¹, 방은경^{1,2}

¹이화여자대학교 의과대학부속 목동병원 치주과, ²이화여자대학교 의과대학 치과학교실 치주과

Modified ridge splitting and expansion technique for implant placement in the narrow ridge

Eui-Joo Yeo¹, Jong-Bin Lee¹, Eun-Kyoung Pang^{1,2}

¹Department of Periodontology, Ewha Womans University Mokdong Hospital, ²Department of Periodontology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

For the placement of a dental implant, it is a common problem that the too narrow width of bone to permit the total inclusion of an implant within the bony housing. These losses of the bucco-palatal (lingual) dimension of ridge led to the development of a technique that expands the narrow ridge. When the bucco-palatal (lingual) bone width is 3 mm or greater but <6 mm, augmentation of the ridge using a ridge splitting and expansion technique is a viable option. But, some cases in ridge splitting with vertical cut showed complications such as fracture of buccal bone plate, paraesthesia or prolonged pain. Therefore, in this case presentation will describe the cases of modification of ridge split and bone expansion osteotomy done without vertical osteotomy cuts. Two patients with narrow ridge were selected for implant installation with modified ridge splitting and expansion without vertical osteotomy cuts technique. In all cases, Modified ridge splitting and expansion without vertical cuts technique was done using blade, mallet, spreader (Ace Bone Spreader Osteotome Kit, Brockton, U.S.A) and ridge splitting kit (RS kit, Dentium, Seoul, Korea). With this technique, implants could be placed immediately within the expanded ridge and complications such as fracture of the buccal bone plate and prolonged pain, moreover, possibilities of additional guided bone regeneration could be reduced. Modified ridge splitting and expansion technique without vertical cuts could be used in the narrow ridge without any complications, therefore it could enable more functional and aesthetic implant placement. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):24-30)

Key words: Modified ridge splitting, Ridge expansion, Narrow ridge

INTRODUCTION

치아 상실 부위는 일반적으로 골 흡수가 많이 진행되어 잔존 치조골의 협설 폭경과 수직적 높이가 부족한 경우가 많다.

발치와의 연조직과 경조직은 발치 이후부터 수직적, 수평적 용적의 변화를 보이게 되며, 외상이나 치주염으로 인하여 발치하는 경우에는 그 정도가 더욱 심하게 된다¹. Schropp은 발치 후 치조골 폭이 약 3개월 후에 3~4 mm, 1년 뒤에는 6 mm 정도 감소한다고 하였으며², Camargo는 이러한 골 흡수는 처음 골 폭의 절반에까지 이를 수 있다고 하였다³. 특히, 상악에서의 발치 후 골 흡수는 구심상 패턴을 보이며 대부분의 골 흡수는

발치 초기 6개월에 발생하고 치조골 높이의 40%, 폭의 60%의 감소를 보일 수 있다^{4,7}.

임플란트 치료에 있어서 이상적인 기능적, 심미적 보철물을 획득하기 위해 충분한 치조골량은 꼭 필요한 조건이며, 이와 같은 발치 후 치조골 흡수는 안정적인 임플란트 식립을 어렵게 할 수 있다². 특히 좁은 치조골폭으로 인한 임플란트 식립 시의 어려움을 해결하기 위해 많은 방법들이 소개되어 왔는데, 블록형 골이식(block bone graft), 골유도재생술(guided bone regeneration, GBR), 치조능 분할술(ridge splitting), 치조능 확장술(ridge expansion) 등이 여기에 해당된다⁴⁻⁶. 블록형 골이식, 골유도재생술은 3 mm이하의 폭을 가지는 치조골에서, 치조능 분할

Received November 26, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018
Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

교신저자: 방은경, 07985, 서울시 양천구 안양천로 1071, 이화여자대학교 의과대학 치과학교실 치주과
Corresponding Author: Eun-Kyoung Pang, Department of Periodontology, College of Medicine, Ewha Womans University, 1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 07985, Korea, Tel: +82-2-2650-2679, Fax: +82-2-2650-5764, E-mail: ekpang@ewha.ac.kr

술과 치조능 확장술은 3~6 mm까지의 폭을 가지는 치조골에서 적용될 수 있다⁷. 이러한 치조골폭 확장 술식은 국소의치나 완전의치의 지지를 증가시키기 위한 보철 전 골 성형의 방법이었으며 최근 임플란트 식립으로 더 활발히 활용되기 시작했다⁷.

치조능 분할술과 치조능 확장술 술식의 주요 개념은 열린 형태의 결손 부가 아닌, 자가골로 이루어진 self-space-making defect를 형성하여 임플란트를 식립함으로써 골재생의 효과를 높이려는 것에 있다⁸. 이는 차폐막이 소실 부위 안으로 말려들어가는 것을 막고 골유도 세포들이 사이로 들어올 수 있는 공간을 형성한다는 개념이다⁸. 이러한 ridge split 술식은 1986년 Scipioni에 의해 Edentulous ridge expansion이라는 명칭으로 처음 제안되었으며 부분증 판막 거상 후 chisel을 이용하여 수직적, 치조정 골절단술을 시행하고 협측 골판의 변위를 유도하여 임플란트 식립 공간을 형성하고자 하였다⁹. 이후 Simion이 제안한 split crest 역시 수직적 골절단술을 시행하였다⁸. 이후 Gary는 Simion의 split crest와 Summers의 ridge expansion osetotomy의 효과를 극대화하기 위한 Segmental ridge split procedure를 제안하였다¹⁰. 이 역시 수직적 골절단술을 시행한 술식으로 Gary는 DFDBA를 이용하여 골이식하는 것이 앞선 술식들과의 큰 차이점이라고 밝히었다¹⁰.

그러나 이와 같은 술식들은 또한 협측골판의 파절, 혈액 공급의 어려움, 부골화 가능성¹¹ 등을 보일 수 있다는 단점이 있어, 2014년 Khairnar 등은 modified ridge splitting and bone expansion osteotomy를 통해 chisel과 osteotome을 이용하고 이전의 술식들과는 달리 수직적

골절단술이 없는 방법을 제시하였다¹¹.

술식의 변화와 더불어 기구의 변화도 있었다. 기존 사용되는 chisel의 경우 단단한 골질에서는 splitting을 조절하기가 어려우며 saw의 경우 입술이나 혀에 손상을 줄 수 있다는 단점이 있어 최근에는 2 mm의 골폭이나 단단한 골질에서의 서가 제안한 microsaw를 이용하는 방법이나 ultrasound 기구를 이용하는 방법이 소개되었다^{12,13}.

이에 본 증례보고에서는 좁은 치조골폭을 가지는 증례에서 microsaw를 이용하고 수직적 골절단술 없이 modified ridge split과 bone expansion을 이용하여 임플란트를 식립한 증례를 소개하고, 본 수술방법의 유용성을 제시하고자 한다.

CASE REPORT

1. Case 1

66세 여자 환자가 정기검진을 주소로 2017년 1월 이대목동병원 치주과에 내원하였다. 구강 임상 및 방사선 검사 결과 #12~15의 고정성 보철물 중 지대치인 #15 근심측 우식 및 #44 원심협측 우식 소견 있어 보철과에 의뢰하였다(Figure 1a). 고정성 보철물을 제거 후 해당 부위 검사 결과 #12, #15 치아의 발거 및 임플란트 식립을 계획하였다. 환자는 고혈압, 당뇨, 협심증의 내과적 병력 있었으며 항혈전제 복용 중이었다. 임플란트 식립을 위한 의과적 협진 시행하고 2017년 2월 #12, 15의 발치를 시행하였다. 발치 4개월 후 stent 장착 후 촬영한 cone-beam computerized to-

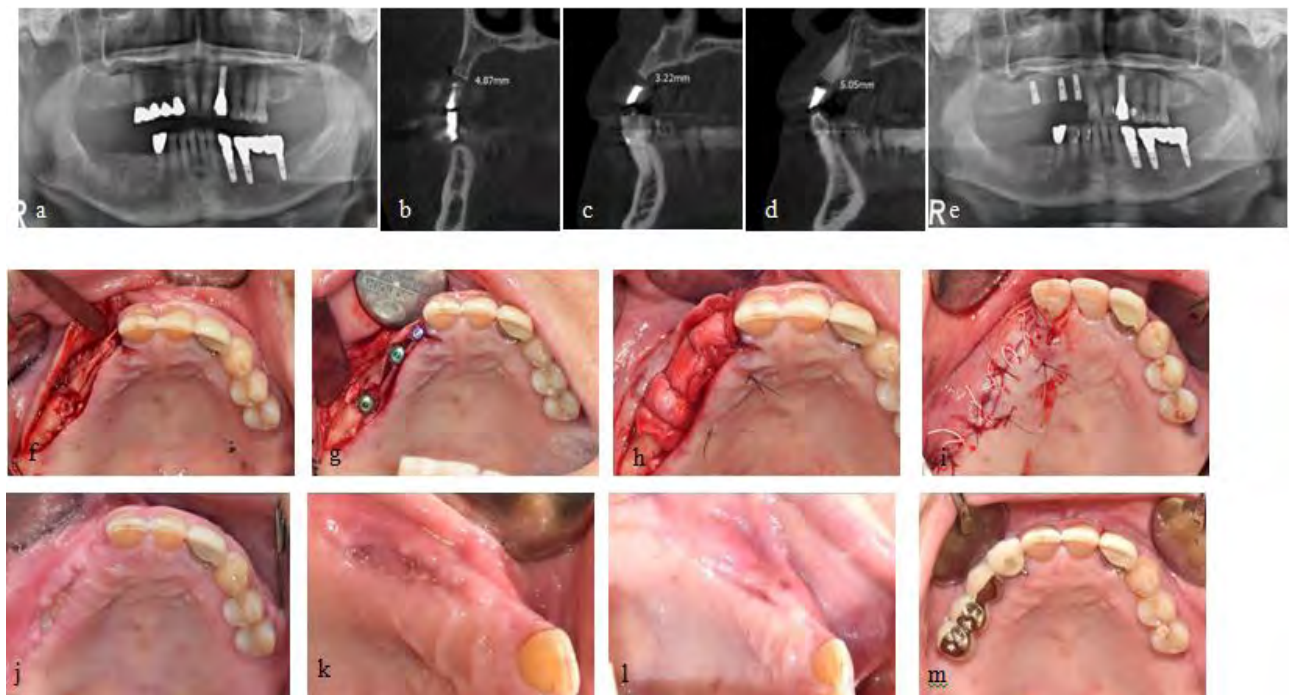


Figure 1. Radiographic view of Case 1 (a~e). (a) Pre-operative panoramic view. (b) Para-axial view of #12. (c) Para-axial view of #13. (d) Para-axial view of #15. (e) Panoramic view after implant placement (12i, 13i, 15i). Clinical view of Case 1 (f~m). (f) Flap reflection. (g) Implant placement with modified ridge splitting and expansion. (h) GBR. (i) Suture. (j) Stitch out at post-operative 2 weeks. (k) Post-operative 1 month. (l) Post-operative 2 month. (m) Final prostheses.

mography (CBCT) 사진에서 해당 부위 골폭이 각각 3.22~5.05 mm(#12, 5.05 mm; #13, 3.22 mm; #15, 4.87 mm)로 측정되었다(Figure 1b~d).

2017년 6월, 수술 부위에 국소마취 시행하고 #11 원심 부위의 수직 절개 및 #12, #15 수술도로 치조정 절개 시행하여 치조정 부위의 전층 판막을 거상하였다. 판막 거상 후 치조골폭 확인 후 initial drill로 indentation을 준 후 RS Kit (Dentium, Seoul, Korea)를 이용하여 치조골 확장술을 시행하였다(Figure 1f, 2). 치조골의 협설측 정중앙에 micro-saw로 깊이 4 mm 정도의 치조능 분할술을 시행하고 chisel과 mallet으로 깊이를 확장하였다. 식립할 임플란트에 맞도록 spreading drill과 spreader (Ace Bone Spreader Osteotome Kit, Brockton, U.S.A)로 치조능 확장술을 시행하였다(Figure 3). 임플란트 식립을 위한 협설측 치조골판 사이의 공간을 확보 후에 최종 drilling은 직경 3.5 mm까지 시행하였다. #12에 3.5 × 13 mm, #13, #15에 4.0 × 11.5 mm의 임플란트(Osstem TS III, Seoul, Korea)를 식립하였다(Figure 1g). #15번 부위에서 협측 골판의 탈락을 보여 이를 해결하기 위한 GBR을 시행하였다(Figure 1h). 임플란트 주변의 결손부, 협측 골판의 파절 부위에 이종골 이식재인 탈단백 우골(Bio-Oss®, Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland) 0.5 g과 흡수성 콜라겐 차단막(Bio-Gide®, Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland) 25 × 25 mm를 이용하여 GBR을 시행하였다. 협설측 치주 판막이 일차폐합(primary closure)될 수 있도록 협측 판막에 골막이완절개(perioosteal releasing incision)를 시행한 후, 수평누상봉합(horizontal mattress suture)과 단속봉합(interrupted suture)을 시행하여 마무리하였다(Figure 1i). 수술 후 항생제(Flomox 75 mg, 일동제약)와 진통제(Airtal 100 mg, 대웅제약)를 처방하여 하루 3번, 식후 30분 10일간, 스테로이드(Dexamethasone)을 하루 3번, 식후 30분 2일간 경구복용 처방하였으며, 클로르헥시딘 가글을 지속할 것을 지시하였다. 수술 다음날 수술 부위 소독 시행하였다. 14일 경과 후 해당부위의 발사를 시행하였으며, 이때 창상의 열개(wound de-

hiscence)가 관찰되고 환자가 통증을 호소하여 항생제와 진통제를 7일 추가 처방 시행하였다(Figure 1j). 2주 뒤 재내원하였을 때 해당부위 연조직 치유되어 창상 폐쇄되었음을 확인하였다(Figure 1k). 술 후 2개월 경과 관찰 시행하였을 때 정상 치유를 확인하였다(Figure 1l).

약 4개월 뒤, 해당부위의 2차수술을 시행하고 치유 지대주(healing abutment, #12, 4 × 5 mm; #13 & #15, 5 × 5 mm)를 연결하였으며, Osstell (Osstell mentor, Göteborg, Sweden) 이용하여 ISQ 수치를 각각 측정하여 #12, 66/83, #14, 73/73, #15, 80/80를 확인하였다. 2주 뒤 발사 시행하고 4주 뒤 ISQ 수치를 재측정하여 #12, 83/84, #14, 75/76, #15, 77/81 확인한 후 보철물 장착을 위해 보철과로 의뢰하였다. 최종보철물 장착 후 3개월의 follow up 기간 동안, 임상적, 방사선학적 검사에서 염증이나 부작용의 소견없이 잘 유지되고 있음을 관찰하였고, 기능적, 심미적 문제 또한 없었다(Figure 1e, m).

2. Case 2

66세 남자 환자가 아래 앞니가 흔들린다는 주소로 2017년 5월 이대목동병원 치주과에 내원하였다. 구강 임상 및 방사선 검사 결과 #33~43의 고정성 보철물 중 #42, 43의 치근 파절 소견 있어 보철과에 의뢰하였다(Figure 4a). 고정성 보철물 제거 후 해당 부위 검사 결과 상기 #33, 42, 43의 치근파절 및 #31, 32의 이차 우식 발견되어 #31, 32, 33, 42, 43의 치아 발거 및 임플란트 식립을 계획하였다. 6전치이나 해당부위 상대적으로 긴 무치악 부위로 보철과의 #32i, 33i, 42i, 43i의 임플란트 식립 권유에 따라 4개의 임플란트 식립을 계획하였다. 환자는 2011년 심근경색 및 스텐트 삽입의 내과적 병력 있었으며 항혈전제 복용 중이었다. 임플란트 식립을 위한 의과적 협진 시행하고 2017년 6월 해당부위 발치 시행하였다. 발치 4개월 후 stent 장착 후 촬영한 CBCT에서 해당 부위 골폭은 각각 3.8~5.8 mm (#32, 5.33 mm; #33, 3.81 mm; #42, 4.28 mm; #43, 5.81 mm)로 측정되었다(Figure 4b~e).



Figure 2. RS Kit (Dentium, Seoul, Korea).



Figure 3. Bone Spreader (Ace Bone Spreader Osteotome Kit, Brockton, U.S.A).

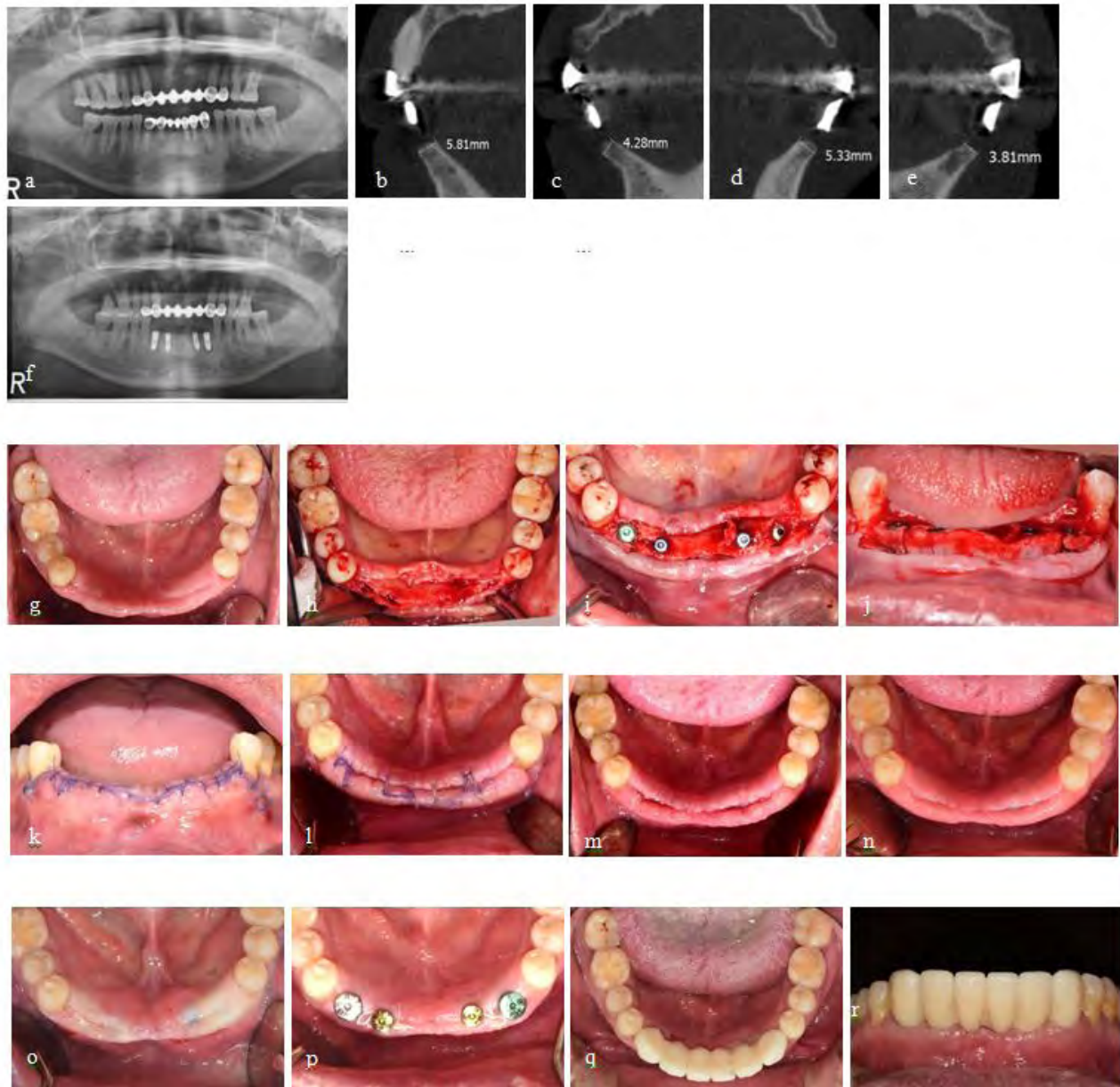


Figure 4. Radiographic view of Case 2 (a~f). (a) Pre-operative panoramic view. (b) Para-axial view of #32. (c) Para-axial view of #33. (d) Para-axial view of #42. (e) Para-axial view of #43. (f) Panoramic view after implant placement (#32i, 33i, 42i, 43i). Clinical view of Case 2 (g~r). (g) Pre-operative view. (h) Flap reflection. (i, j) Implant placement with modified ridge splitting and expansion. (k) Suture. (l) Partial stitch out. (m) Full stitch out. (n) Post-operative 1.5 month. (o) Post-operative 4 months. (p) After 2nd surgery. (q, r) Final prostheses.

2017년 10월, 수술 부위에 국소마취 시행하고(Figure 4g), #33, #43 원심 부위의 수직 절개 및 #12, #15 수술도로 치조정 절개 시행하여 치조정 부위의 전측 판막 거상하였다(Figure 4h). 판막 거상 후 치조골 폭 확인 후 initial drill로 indentation을 준 후 RS Kit (Dentium, Seoul, Korea)를 이용하여 치조골폭의 정중앙에 깊이 4 mm 정도의 치조능 분할술을 시행하고 chisel과 mallet으로 깊이를 확장하였다. 식립할 임플란트에 맞도록 spreading drill과 ridge spreader로 치조골 확장술을 시행하였다. 임플란트 식립을 위한 협, 설측 치조골판 사이의 공간을

확보 후에 #32i, #42i 임플란트 최종 drilling은 직경 2.5 mm까지, #33i, #43i 임플란트 최종 drilling은 3.5 mm까지 시행하였다.

#32i와 #42i에는 3×11.5 mm, #33i와 #43i에는 4.0×11.5 mm의 임플란트(Osstem TS III, Seoul, Korea)를 식립하였다(Figure 4i). 협측 골판의 탈락이 #33i, 43i에서 발생하여(Figure 4j) 이를 해결하기 위한 GBR을 시행하였다. 임플란트 주변의 결손부, 협측 골판의 파절 부위에 각각 합성골 이식재(Osteon™ II, Dentium, Seoul, Korea) 0.25 cc과 흡수성 콜라겐 차단막(Collagen membrane-I®, Dentium, Seoul,

Korea) 15 × 20 mm를 이용하였다. 협, 설측 치주 판막이 일차파개 할 수 있도록 협측 판막에 골막 이완 절개를 시행한 후, 변형된 누상봉합(modified laurell suture)과 단속봉합을 시행하여 마무리하였다(Figure 4k). 수술 후 항생제(Ceclor 250 mg, 대웅제약, Flasinyl 250 mg, 씨제이헬스케어)와 진통제(Klimain, 370 mg, 삼진제약)를 처방하여 하루 3번, 식후 30분 7일간 경구복용 및 클로르헥시딘 가글을 하루 3번 7일간 지속할 것을 지시하였다. 수술 다음날 수술 부위 소독을 시행하였다. 10일 경과 후 해당부위 부분 발사 시행하였으며 연조직 열개가 관찰되었다(Figure 4l). 2주 후 해당부위에 정상 판막 폐쇄를 확인하였으며 전체 발사를 시행하였다(Figure 4m). 술 후 1.5개월 경과관찰 시행하였을 때 정상 치유를 확인하였다(Figure 4n).

약 4개월 후(Figure 4o), 해당부위의 치유 지대주(healing abutment) 연결을 위한 2차 수술을 진행하기 위해 내원하였으며 #32와 #42는 4 × 4 mm, #33과 #43은 5 × 5 mm의 치유 지대주 장착과 함께, ISQ 수치 측정하여 #32는 83/80, #33은 64/62, #42는 62/63, #43은 72/71 확인하였다(Figure 4p). 2주 후 발사하고, 4주 후 ISQ 수치를 재 측정하여 (#32, 83/84; #33, 75/76; #42, 77/81; #43, 81/82) 확인 후 보철물 장착을 위해 보철과로 의뢰하였다. 최종 보철물 장착 후 10개월의 follow up 기간 동안, 임상적, 방사선학적 검사에서 염증이나 부작용의 소견 없이 잘 유지되고 있음을 관찰하였고, 기능적, 심미 상의 문제 또한 없었다(Figure 4q, r).

DISCUSSION

치조능 분할술과 치조능 확장술은 좁은 치조골에 대한 처치로 상대적으로 덜 침습적이고 믿을 수 있는 술식이다. 치조능 분할술과 치조능 확장술 술식 자체의 성공률은 98~100%로 보고되었고 좁은 치조골에 치조능 분할술과 치조능 확장술 시행 후 동시에 식립한 임플란트의 생존률은 91.7~100%¹⁴, 성공률은 86~98%이다⁵. 이는 일반적인 치조골에 식립된 임플란트의 생존률과 다를 바가 없다. 오히려 상기 술식을 통해 확장된 골 사이로 지속적인 골화가 일어날 수 있는데 이는 마치 파절이 일어났을 때 골화가 일어나는 과정과 같다¹⁵. 그럼에도 불구하고 몇몇 고려사항은 다음과 같이 존재한다.

첫 번째로 심각한 수평적 골소실 부위에서는 추천되지 않는데 그 이유는 양쪽으로 해면골을 균등하게 분리시킬 수 없기 때문이다. 이러한 부위는 블록형 골이식이나 골유도재생술이 추천된다. 두 번째로는 임플란트의 불리한 경사 식립이다⁵. 술식과정 상 협측으로 기울어진 임플란트 식립 결과가 나타나게 되며 이는 심미적, 기능적 문제를 일으킬 수 있다. 세 번째로 비록 확장된 좁은 치조골에 식립된 임플란트의 생존률이 일반 임플란트 식립과 큰 차이가 없으나 식립된 임플란트의 장기적인 안정성 문제에 관한 연구가 비교적 적다는 점이다¹⁶. 네 번째로는 적용 가능 부위의 제한성이다. 치조능 분할술과 치조능 확장술은 상악에서 유의미하게 많이 적용되었는데 이는 상악의 낮은 골밀도 및 더 얇은 피질 협측 골판의 조작 용

이성 때문이다¹⁷. 하악에서의 적용은 가능하나¹⁶ 치밀한 골밀도로 난이도가 높으며 협측 골판의 파절 위험성 또한 높다^{17,18}. 좁은 골폭을 갖는 하악에서의 임플란트 식립은 골유도재생술 시행 후 자연 임플란트 식립을 시행하는 단계적 접근이 필요할 것이다¹⁸. 마지막으로 분할된 치조골 부위에서 혈액공급이 원활하게 이루어지지 않기 때문에 연조직의 열개가 발생할 수 있다는 점이다. 상기 두 증례에서도 연조직 열개가 발생하였으며 이를 막기 위해서는 판막 봉합시 골막 이완 절개를 통한 봉합에 유의하여야 할 것이라고 사료된다.

기존의 치조능 분할술과 치조능 확장술은 수직적 골절단술을 포함하게 되는데 이는 위에서 서술한 협측골판의 파절, 혈액 공급의 어려움, 부골화 가능성¹¹ 외에도 다른 합병증을 갖는다. Ella 등은 임플란트 주위의 골 흡수가 수직적 골절단술을 포함하는 Ridge splitting과 expansion을 시행하지 않은 부위보다 25%정도 더 높다고 보고하였다¹⁹. Jensen 등은 2 mm이상의 협측 골 흡수가 81개의 임플란트 식립부위중 11개의 부위에서 나타난다고 하였으며 또한 2~3 mm의 치은 퇴축이 19개의 부위에서 관찰되었다고 하였다²⁰. 이외에도 Jensen은 임플란트 및 보철물의 경사 식립 결과 등을 보고하였다²⁰. Chiapasco 등은 하치조신경과 근접한 부위에서의 이상감각²⁶, Engelke 등은 수술부위에서 통증의 지연²¹을 보고하였다.

따라서 상기 임상증례에서 수직적 골절단술 없이 modified ridge split 과 bone expansion 을 적용하여 임플란트를 식립하였다. 수술 중과 수술 후의 합병증은 없었으며, 환자의 불편감 또한 일반 임플란트 식립 시와 유사한 결과를 보였다. 수술 후 방사선 사진에서 수술부위의 확장된 치조골 너비와 안정되게 식립된 임플란트를 확인할 수 있었으며 임상적으로도 안정적인 ISQ 수치를 나타냈다.

Ridge splitting과 expansion은 술식의 변화뿐만 아니라 기구의 변화도 있었다. 전통적으로, 좁은 골폭을 가지는 부위에서 치조능 분할술과 치조능 확장술을 위해서 manual osteotome, sharp bone chisel, piezoelectric saws, circular saws, 또는 bur가 사용되었다²². 낮은 골밀도를 가지는 상악에서는 blade, sharp chisel이 사용되었으며 하악과 같은 높은 골밀도 부위에서는 rotary bur, diamond disk가 추천되었다⁶. 그러나 bone chisel은 환자에서 정신적인 외상과 충격을 줄 수 있다는 단점이 있고, 회전 또는 진동 형태의 기구들은 시간대비 효과적이지만 환자에서 혀, 치은 등에 열상을 남길 수 있으며 기구의 조작 및 접근성이 제한적이라는 단점이 있다²³. 이러한 기구들의 단점을 보완하여 ultrasonic device와 microsaw가 제안되었다¹³. 본 증례에서 사용된 microsaw는 과거 치조골 재건에서 필요한 자가골 채취를 위한 목적으로 사용되었다¹². 그러나 본 증례에서 보다시피 microsaw는 치조능 분할술과 치조능 확장술 술식에서 안전하고 간편하게 사용될 수 있다. microsaw의 유용성은 이미 다른 연구에서 많이 발표되었는데 가장 큰 장점은 0.25 mm의 두께가 치조능 분할술과 치조능 확장을 동안 상실되는 골량을 감소시키며 외상을 줄일 수 있다는데 있다¹². 이는 약 3 mm의 좁은 치조골 폭에서 임상가가 다른 치아에 외상 없이 술식을 진행시킬 수 있게 한다.

치조능 분할술과 치조능 확장술 술식에서 골이식재 및 차폐막의 사용 여부는 아직 논란 중이다. 본 증례에서는 치조능 분할술과 치조능 확장술 후의 피질골판 사이의 골이식과 흡수성 콜라겐 차단막의 파개가 사용되었는데 이는 이식재를 보호하고 연조직의 내부 성장을 막을 수 있기 때문이다. 피질골판 사이의 골이식을 주장하는 연구²⁴⁻²⁶와 다르게 scipioni²⁷는 골이식이 반드시 필요한 것은 아니라고 밝혔다. 그러나 scipioni는 골 흡수를 막기 위해 부분층 판막 거상을 제안하였다. Simion⁸은 1998년 split crest 술식을 소개하면서 비흡수성 차단막을 이용한 GBR 을 사용하였다. 최근 Han²⁸은 연구에서는 콜라겐 차폐막과 골이식재를 사용한 것이 사용하지 않은 것보다 변연골 소실이 적다고 밝혔다. 한편으로는 minipig에서 치조능 분할술과 치조능 확장술 후 임플란트를 식립한 실험에서, 피질골판 사이에 골이식 및 차폐막을 사용하여 골유도재생술을 시행한 경우와 그렇지 않은 경우를 비교했을 때 골 치유에 차이가 없음을 밝히었다²⁹. 본 증례에서는 흡수성 콜라겐 차폐막을 이용한 골유도재생술을 시행하였으며 이는 두 증례 모두 협착 골판의 파절이 발생하여 불가피한 선택이었으나 좋은 치료 결과를 확인할 수 있었다. 치조능 확장술 후 임플란트 식립의 follow up에서 중간값 0.5 정도⁴의 협착골 소실도 보고되었기 때문에^{30,31} 협착 골의 흡수를 막는데도 GBR이 도움이 되었을 것이라 사료된다.

CONCLUSION

변형 치조능 분할술과 치조능 확장술은 좁은 치조골폭을 가진 부위에 서 임플란트 식립을 용이하게 하는 술식으로 단계적인 임플란트 식립에 비해 짧은 수복기간을 가진다. 또한 술식과 더불어 골유도재생술의 시행은 술식을 예지성 있게 만들 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Araújo MG & Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212-218.
2. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
3. Chen ST, Wilson Jr TG, Hammerle C. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(Suppl):12-25.
4. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(S2):136-159.
5. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(Suppl):237-259.
6. Sohn DS, Lee HJ, Heo JU, Moon JW, Park IS, Romanos GE. Immediate and delayed lateral ridge expansion technique in the atrophic posterior mandibular ridge. *J Oral Maxillofac Surg* 2010;68:2283-2290.
7. Jha N, Choi EH, Kaushik NK, Ryu JJ. Types of devices used in ridge split procedure for alveolar bone expansion: A systematic review. *PloS one* 2017;12:e0180342.
8. Simion M, Baldoni M, Zaffe D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a split-crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:462-473.
9. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G, Bruschi E, De Martino C. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:269-277.
10. Coatoam GW & Mariotti A. The segmental ridge-split procedure. *J Periodontol* 2003;74:757-770.
11. Khairnar MS, Khairnar D, Bakshi K. Modified ridge splitting and bone expansion osteotomy for placement of dental implant in esthetic zone. *Contemp Clin Dent* 2014;5:110-114.
12. Suh JJ, Shelemay A, Choi SH, Chai JK. Alveolar ridge splitting: a new microsaw technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:165-171.
13. Anitua E, Begoña L, Orive G. Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: status of soft and hard tissues and implant success. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013;15:176-187.
14. Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:310-324.
15. Bruschi GB, Scipioni A, Calesini G, Bruschi E. Localized management of sinus floor with simultaneous implant placement: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:219-226.
16. Chiapasco M, Ferrini F, Casentini P, Accardi S, Zaniboni M. Dental implants placed in expanded narrow edentulous ridges with the Extension Crest device: A 1-3-year multicenter follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:265-272.
17. Misch CM. Implant site development using ridge splitting techniques. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2004;16:65-74, vi.
18. Enislidis G, Wittwer G, Ewers R. Preliminary report on a staged ridge splitting technique for implant placement in the mandible: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:445-449.
19. Ella B, Laurentjoye M, Sedarat C, Coutant JC, Masson E, Rouas A. Mandibular ridge expansion using a horizontal bone-splitting technique and synthetic bone substitute: an alternative to bone block grafting? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:135-140.
20. Jensen OT, Cullum DR, Baer D. Marginal bone stability using 3 different flap approaches for alveolar split expansion for dental implants: a 1-year clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1921-1930.
21. Engelke WG, Diederichs CG, Jacobs HG, Deckwer I. Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and microfixation of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:310-318.
22. Flanagan D. A comparison of facial and lingual cortical thicknesses in edentulous maxillary and mandibular sites measured on computerized tomograms. *J Oral Implantol* 2008;34:256-258.
23. Blus C & Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant

- placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:700-707.
24. Basa S, Varol A, Turker N. Alternative bone expansion technique for immediate placement of implants in the edentulous posterior mandibular ridge: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:554-558.
25. Guirado JLC, Yuguero MRS, del Valle MJC, Zamora GP. A maxillary ridge-splitting technique followed by immediate placement of implants: a case report. *Implant Dent* 2005;14:14-20.
26. Calvo JG, Pardo GZ, Saez MY. Ridge splitting technique in atrophic anterior maxilla with immediate implants, bone regeneration and immediate temporisation: a case report. *J Ir Dent Assoc* 2007;53:187-190.
27. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: a five-year study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:451-459.
28. Han JY, Shin SI, Herr Y, Kwon YH, Chung JH. The effects of bone grafting material and a collagen membrane in the ridge splitting technique: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:1391-1398.
29. Stricker A, Fleiner J, Dard M, Voss P, Sauerbier S, Bosshardt DD. Evaluation of a new experimental model to study bone healing after ridge expansion with simultaneous implant placement—a pilot study in minipigs. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:1265-1272.
30. Scipioni A, Bruschi G, Giargia M, Berglundh T, Lindhe J. Healing at implants with and without primary bone contact: An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:39-47.
31. Funaki K, Takahashi T, Yamauchi K. Horizontal alveolar ridge augmentation using distraction osteogenesis: comparison with a bone-splitting method in a dog model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:350-358.

전치부의 흡수된 치조제 재건을 위해 titanium mesh를 사용한 골유도 재생술: 증례보고

한성구, 정홍래, 박준봉, 강경리

강동경희대학교치과병원 치주과

Guided bone regeneration with titanium mesh for reconstruction of resorbed anterior alveolar ridge: a case report

Seonggu Han, Hong Lae Jeong, Joon Bong Park, Kyung Lhi Kang

Department of Periodontics, Kyung Hee University Dental Hospital at Gangdong, Seoul, Korea

Dental Implant therapy is considered one of the best treatment methods to replace a missing tooth. The resorbed alveolar ridge often limits implant placement due to deficient volume or height of available alveolar bone. Guided bone regeneration (GBR) surgery can overcome this limitation and reestablish a proper volume or height of the alveolar ridge, which also improves esthetics. The aim of this case report is to present clinical outcomes of GBR surgeries at the resorbed maxillary or mandibular anterior alveolar ridge using titanium mesh, resorbable membrane, and autogenous and/or xenogenic bone graft materials. In this report, healing was uneventful without membrane exposure, severe swelling, and infection during the whole treatment period. When the titanium mesh was removed, the augmented ridge beneath the titanium mesh was successfully healed showing newly formed hard tissue. GBR surgery with titanium mesh, resorbable membrane, and autogenous and/or xenogenic bone graft materials seemed to successfully restore deficient alveolar ridge. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):31-35)

Key words: Alveolar ridge resorption, Titanium mesh, Guided bone generation, Resorbable membrane, Bone graft

INTRODUCTION

치아의 상실은 치주 질환, 외상, 파절, 근단 병소 등 다양한 이유로 발생하게 되며, 그로 인한 저작 기능의 저하는 피할 수 없는 일이었다. 최근 수십 년간 치과 임플란트의 발전에 힘입어 현재 상실된 치아의 저작기능을 회복하는데 있어 임플란트는 가장 좋은 방법으로 여겨지게 되었다. 그러나 발치 후 치조골은 수년에 걸쳐 리모델링되어 점차적으로 위축된다. 이렇게 흡수된 무치악 치조제에서는 임플란트 식립을 위한 잔존골량이 부족한 경우가 흔히 있으며, 이런 경우 추가적인 처치 없이는 임플란트의 적절한 식립이 불가능해지게 된다².

무치악 부위의 이러한 해부학적 한계를 극복하기 위해서는 상실된 골 조직의 재생이 필요하다. 1976년 Melcher는 치아 주변 골 결손부에 대해 이동속도가 빠른 상피세포를 차단하여 긴 접합상피 형성을 막고, 선택된 조직으로부터 세포 증식을 유도하여 치유를 촉진시키는 조직유도재생술

(guided tissue regeneration, GTR)을 제안하였다³. 위축된 무치악 치조제에서 부족한 골량을 극복하기 위해 사용되는 골유도재생술(guided bone regeneration, GBR)은 이와 유사한 개념으로 골 이식재와 차폐막을 이용하여 상피와 결합조직 세포를 선택적으로 배제하고 골 재생을 유도하는 술식이다.

GTR과 GBR 술식에서 사용되는 차폐막은 골결손 부위를 격리시키고 결손부 내 혈병을 보호하며 안정시키는 동시에 연조직의 침입을 막아 골 조직의 재생이 일어날 수 있도록 한다⁴. GBR 술식에서 사용되는 비흡수성 차폐막으로는 강화 polytetrafluoroethylene와 titanium mesh가 있으며, 이중 titanium mesh는 다른 재료들에 비해서 공간 유지 능력이 우수하면서 동시에 다공성 구조로써 혈액 공급에도 유리하다. 또한, 차폐막 사용 시 가장 흔하게 마주하게 되는 부작용인 차폐막의 노출이 발생하는 경우에도 바로 제거하지 않을 수 있다는 장점이 있다⁵.

본 증례보고에서는 이러한 titanium mesh 차폐막과 골이식재를 사

Received November 28, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018

Copyright © 2018 Korean Academy of Osseointegration

교신저자: 강경리, 05278, 서울시 강동구 동남로 892, 강동경희대학교치과병원 치주과

Corresponding Author: Kyung Lhi Kang, Department of Periodontics, Kyung Hee University Dental Hospital at Gangdong, 892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278, Korea, Tel: +82-2-440-6205, Fax: +82-2-440-7549, E-mail: periokkl@khu.ac.kr

용하여 전치부의 위축된 무치악 치조제의 부족한 골량을 극복하고 임플란트 식립을 진행한 증례들을 문헌 고찰과 함께 살펴보고자 한다.

CASE REPORT

1. Case 1

첫 번째 증례는 전신 병력으로 고혈압이 있어 투약 중인 54세 남자 환자이다. 환자는 정확한 시기는 기억하지 못하였지만, 십여년 전 개인 치료 의원에서 상악 전치부 #11, 12의 발치 후 고정성 보철물을 제작하여 사용하고 있었다. 최근 무치악 부위의 위축으로 인해 임플란트로 교체를 원한다는 주소로 내원하였다. 수평적인 위축이 심한 치조제에 임플란트 식립을 위해 GBR을 시행하기로 계획하였다. 골 재생능을 극대화 하기위해 하악지에서 채취한 자가골을 이종골과 혼합하여 사용하며, 이식재의 안정과 골 재생을 위한 공간 확보를 위해 titanium mesh를 이용해 피개하기로 하였다.

GBR을 위해 상부 보철을 제거한 상태에서 치조정 및 인접치아의 열구를 따라 수평절개를 시행하였다. 판막을 거상하자 임상적으로 관찰되는 연조직 외양보다 더 얇게 칼날과 같은 형태의 수직적으로 흡수된 치조제를 관찰 할 수 있었다. 동측 하악지에서 골채득용 회전 기구를 사용하여 자가골편을 채취하였으며, 이종골 이식재(The graft®, Purgo, Seoul, Korea)와 혼합하여 준비하였다. 이식할 흡수된 치조제의 상악 전치부는

피질골 천공을 시행하였다. 혼합한 이식재를 적용하고 titanium mesh (CTI Membrane®, Neobiotech, Seoul, Korea)로 피개하였다. Mesh 상부를 콜라겐 차폐막(Ossix Plus®, Datum, Telrad, Israel)으로 피개하여 연조직 세포를 차단하고, 일차 폐쇄를 위해 순측 판막 내부 골막을 절개한 뒤 장력없는 상태로 단속 봉합을 시행하였다(Figure 1).

술 후 당일 항생제와 진통 소염제를 근주 하였으며, 2주간 경구 투약하였다. 1일 뒤, 1주일 뒤 수술부위 소독을 시행하였으며, 특이 사항은 관찰되지 않았다. 수술 2주 후 발사하였으며 임시 보철물을 장착하였다.

6개월 뒤 titanium mesh의 제거와 임플란트 식립을 계획하였다. 치은은 완전히 회복된 양상을 보였으며, mesh의 노출은 발생하지 않았다. 판막을 거상하여 기존에 적용한 mesh를 확인한 뒤 제거하였으며, 이때 하방의 경조직 재생을 관찰 할 수 있었다. 계획된 위치에 순차적으로 drilling을 시행하여 술전 CT를 통해 결정한 직경과 길이의 임플란트(Superline®, Dentium, Seoul, Korea, 직경 4.0 × 길이 10 mm, 2ea)를 식립하였다. 판막의 변위없이 일차 폐쇄 봉합을 시행하였다(Figure 2). 1주일 뒤 발사 시행하였으며, 3개월 뒤 보철 치료를 진행하였다.

유사한 위치의 절단면을 보여주는 GBR 전과 6개월 후 임플란트 식립 전의 CBCT 영상을 비교해보면, 치조제의 수평적인 결손이 회복된 것을 관찰 할 수 있다(Figure 3).

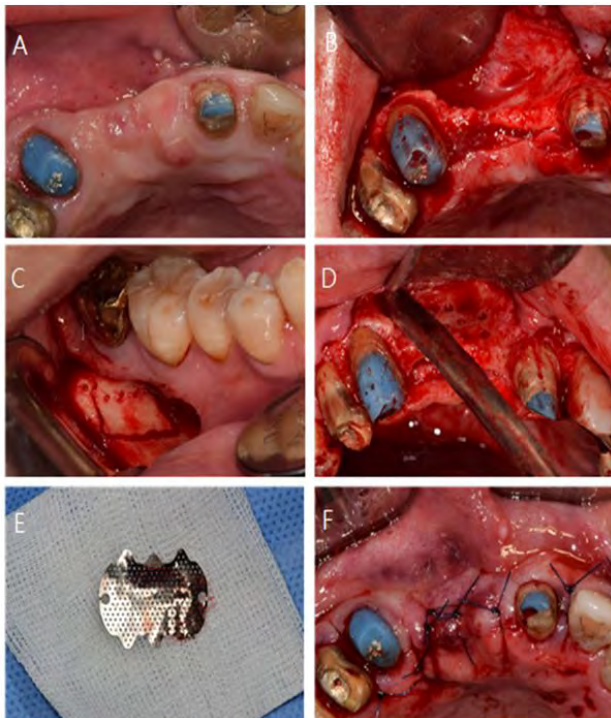


Figure 1. Clinical photographs of GBR procedures in case 1. (A) horizontally resorbed alveolar ridge(occlusal view), (B) after flap reflection, (C) harvesting autogenous bone, (D) decortication of resorbed ridge, (E) contoured titanium mesh, (F) after suturing.

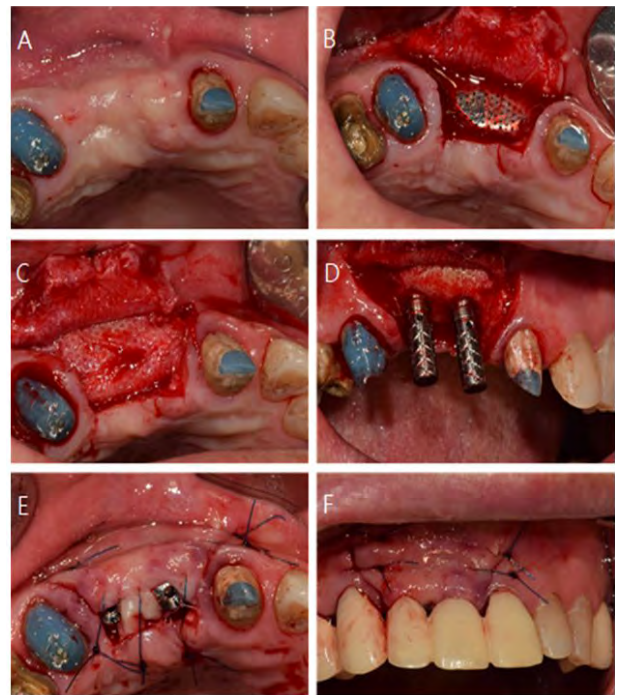


Figure 2. Clinical photograph of implantation in case 1. (A) augmented alveolar ridge before incision, (B) flap reflection, (C) after titanium mesh removal, (D) implantation, (E) occlusal view after suturing, (F) temporary prosthesis setting.

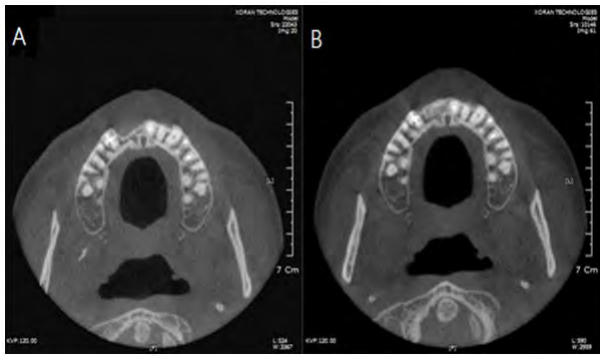


Figure 3. Cone-beam CT images before (A) and after (B) GBR of #11, 12 edentulous ridge.

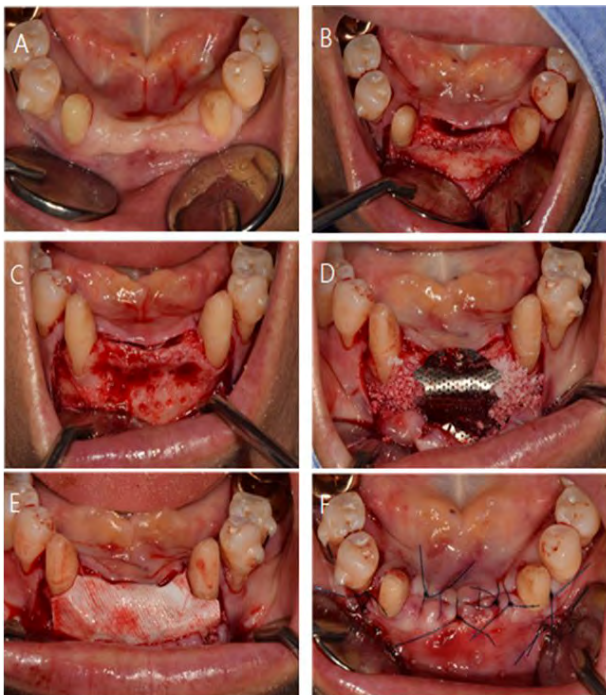


Figure 4. Clinical photograph of GBR procedures in case 2. (A) resorbed alveolar ridge, (B) after flap elevation, (C) decortication of recipient bed, (D) titanium mesh fixation over bone graft, (E) collagen membrane application over mesh and bone graft, (F) after suturing.

2. Case II

두 번째 증례는 내원 당시 14년 전 유방암 수술 이후 항암치료를 받았으며, 2년 전 발생한 뇌경색으로 신경과에서 혈압약 및 항응고제, 항혈전제를 복용 중인 전신질환 병력을 가진 54세 여자 환자이다. 하악 전치부의 치조골 소실로 인한 치아 동요를 주소로 최초 내원하였다. 치료 전 국소마취 하에 발치 및 치주수술 가능 여부에 대한 협진 의뢰서를 작성하여 회신을 확인하였다. 회신서 상 관혈적 처치 전 항응고제와 항혈전제의 투약 중단 후 진행하도록 권유하여, 환자에게 설명 후 #42, 41, 31, 32의 발치와 잔존 치아에 대한 치은연하 소파술, 치주 수술을 순차적으로 진행하였다.

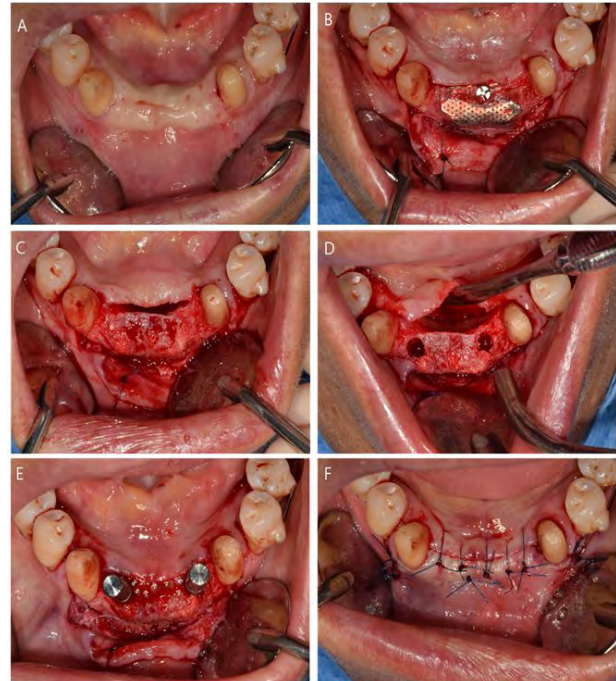


Figure 5. Clinical photograph at implantation in case 2. (A) Horizontally augmented alveolar ridge before incision, (B) after flap reflection, (C) after titanium mesh removal, (D) drilling, (E) implantation, (F) after suturing.

발치한 하악 전치부는 차후 임플란트를 식립 하기로 하고 임시 보철물을 제작하여 장착하였다.

환자 사정 상 발치 후 1년 뒤 임플란트 식립을 위한 CBCT를 촬영하여 식립 위치의 잔존 치조골 형태 등을 평가하였으며, 수평적으로 심하게 위축된 것이 관찰되어 식립 전 GBR을 먼저 시행하기로 계획하였다. 상부 보철을 제거한 상태에서 하악 전치부는 임상적으로도 수평적으로 심하게 위축된 양상을 보였으며, 하방 치조골은 Carwood와 Howell의 무치악 악골의 분류에 따르면 분류 IV에 해당하였다⁶. 충분히 피질골 천공을 시행하였으며, 가루형 이중골 이식재(The graft[®], Purgo, Seoul, Korea)의 안정적인 유지를 위해서 성형한 titanium mesh (CTI Membrane[®], Neobiotech, Seoul, Korea)를 적용하고, screw (Fixing screw[®], Neobiotech, Seoul, Korea)를 사용하여 고정하였다. 연조직 세포를 차단하기 위해, 골이식재 및 mesh를 흡수성 콜라겐 차폐막(Ossix Plus[®], Datum, Telrad, Israel)을 사용하여 피개하였다. 치조제의 부피 증가에 따라 판막 변연의 열개가 발생하지 않도록 순측 판막의 내면 하부 골막에 수평 절개를 시행하여 장력없이 봉합될 수 있도록 하였다(Figure 4).

술 후 당일 항생제와 진통 소염제를 근무 하였으며, 2주간 경구 투약하였다. 1일, 3일 뒤 수술부위 소독을 시행하였으며, 1주일 뒤 부분 발사하였고 이때 특이 사항은 관찰되지 않았다. 수술 2주 후 완전히 발사하였으며, 임시 보철물을 장착하였다.

7개월 뒤 titanium mesh의 제거와 임플란트 식립을 계획하였다. 수평적 위축을 보였던 치은은 풍용하게 회복된 양상을 보였으며, 치유기간

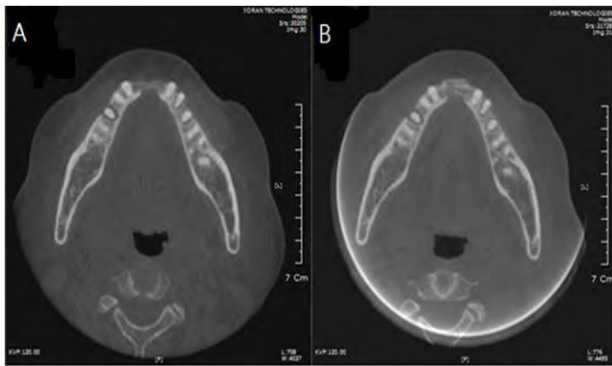


Figure 6. Cone-beam CT images before (A) and after (B) GBR of #32-42 edentulous ridge.

동안 mesh의 노출은 발생하지 않았다. 판막을 거상하여 기존에 적용한 mesh를 확인한 뒤 제거하였으며, 이때 하방의 경조직 재생을 관찰할 수 있었다. 계획된 위치에 순차적으로 drilling을 시행하여 술전 CBCT를 통해 결정한 크기와 길이의 임플란트(Superline®, Dentium, Seoul, Korea, 직경 3.5 × 길이 10 mm, 2ea)를 식립하였다. 판막의 변위없이 일차 폐쇄를 유지한 채 봉합을 시행하였다(Figure 5). 1주일 뒤 발사 시행하였으며, 3개월 뒤 보철 진료를 진행하였다.

유사한 위치의 절단면을 보여주는 GBR 전과 GBR 7개월 후 임플란트 식립 전의 CBCT 영상을 비교하면 치조제의 수평적인 결손이 회복된 것을 관찰할 수 있다(Figure 6).

DISCUSSION

오늘날 치과 치료에서 발치로 인한 기능적, 심미적 결손을 임플란트 식립을 통해 해결하는 것은 일상적으로 행해지고 있다. 결손된 골 조직을 수술적인 방법으로 재건한다는 것은 1959년에 Hurely 등에 의해 처음 그 가능성이 제시되었다⁷. 이후 1960년대에 Bassett 등과 Boyne 등이 미세 다공성 셀룰로스 차폐막을 사용하여 장골에서 골 재생을 유도하는 GBR의 개념을 소개하였으나, 여전히 실험적인 수준이었으며 환자를 치료하기 위해 일반적으로 사용되지는 못했다^{8,9}. 1980년대에 Nyman 등은 차폐막을 사용함으로써 얻을 수 있는 치주조직의 재생과 관련하여 다양한 실험적, 임상적 연구를 시행하였다¹⁰. 이를 통해 치주 치료를 위한 새로운 접근 방법을 제시하였다.

Wang과 Boyapati는 성공적인 골 재생을 위한 4가지 법칙으로, 다음을 제시하고, 이를 Pass principle로 명명하였다¹¹. 그 항목들을 살펴보면 우선 창상의 일차 폐쇄(primary closure)가 있다. 창상을 일차 폐쇄 하면 외부 환경의 영향을 적게 받을 수 있는 내부 환경이 만들어진다. 일차 폐쇄를 통해 창상 변연을 밀접하게 적합시켜 하방에 매립된 차폐막의 노출이 발생할 가능성을 감소시킨다. 2001년 Machtei는 GBR을 시행한 뒤 차폐막이 노출되었을 때 발생하는 변화를 평가하는 메타분석을

수행하였다¹². 그 결과 차폐막이 매립된 상태로 노출되지 않고 유지되면 노출된 경우와 비교하여 거의 6배 더 많은 평균 3.01 mm의 신생골이 더 형성되는 것으로 분석되었다. 이러한 결과들을 통해 치유 과정 중 차폐막이 노출되면 골 재생에 부정적인 효과를 줄 수 있으므로, 일차 폐쇄가 중요하다 할 수 있다¹².

두 번째 항목으로 신생 혈관 형성(angiogenesis)이 있다. 골이 재생되는 과정에서 초기 신생 혈관 형성을 촉진시키기 위해서, 혈액을 첨가하거나 피질골 천공시키는 방법이 제안되었다¹³. 피질골 천공은 인접한 골수 부위로부터 빠르게 혈관이 성장해 들어올 수 있도록 하여 골 형성을 촉진하기 위한 것이다¹⁴.

골 재생을 위한 세 번째 항목으로는 공간 생성 및 유지를 언급하였다. 특정 부위에 골조직 재생이 이루어지게 하기 위해서는 원치 않는 상피 세포 및 결합 조직 세포를 배제하면서 골 형성 세포의 증식을 보장할 수 있는 공간이 필요하다. 해당 부위에 골 재생을 위한 공간이 확보되면, 조골 세포가 이동하여 결손 부위를 채우고 골 형성이 진행된다^{15,16}. 초기 혈병은 많은 cytokine, growth factor, signaling 물질들을 포함하고 있으며, 고도로 혈관화된 육아조직은 골 형성과 remodeling을 위한 전구체로 작용한다^{17,18}.

마지막 항목인 안정성을 확보하기 위해서 차폐막을 사용하게 된다. 차폐막은 혈병을 안정시키고 공간을 유지하는데, 이때 차폐막이 무너지는 것을 막기 위해 공간 내부에 골이식재를 위치시키거나, 차폐막에 screw나 pin, 내부 골조직과 같은 방법을 이용하여 기계적으로 지지해 주게 된다¹⁹⁻²¹. 결손부가 작을 때에는 GBR시 차폐막만으로 이식재를 안정화시킬 수 있다. 그러나, 결손부의 크기가 커지게 되면 차폐막만으로는 이식재의 안정을 얻기 충분하지 못하며, 특히 입자형 이식재를 사용하는 경우 titanium mesh와 같은 골조직체를 차폐막과 조합하여 이용하게 된다²². 이러한 티타늄 매쉬를 이용한 GBR과 관련하여 2014년 라샤 달 폴로 등은 체계적 고찰을 통해 176개의 부위를 분석해 보았을 때, 수직적 수평적으로 각각 평균적으로 대략 4 mm 썩의 골조직 재생이 성공적으로 이루어졌다고 하였다⁴.

Titanium mesh 사용 시 나타날 수 있는 가장 흔한 합병증으로는 mesh의 노출과 연조직의 mesh 내부 증식이 있다. mesh의 노출과 관련하여 기존의 연구들을 살펴보면, 대략 20~30% 내외로 발생하는 것으로 보인다. 그러나 이러한 연구들에서 공통적으로 이야기 하는 것은 mesh의 노출이 결과를 악화시키는 데에는 기여하지 않았다는 점이다^{4,5,23}. Mesh가 술후 1~2주가 지나기 전인 치유 초기에 노출된 경우에는 감염 여부에 따라 대응이 달라지게 된다. 감염 증상이 없는 경우에는 재봉합을, 감염을 동반한 경우에는 즉시 제거하게 된다. 그러나, 1~2주가 지나 mesh 상하 부위로 연조직 개제가 이루어진 후에는 노출되더라도 즉각적인 제거 없이 유지가 가능하다. 이 경우 정기적인 소독을 통해 염증이 발생하지 않도록 관리해야 하며, 환자가 노출된 mesh로 인해 불편감을 호소하는 경우 변연 조정등을 시행하게 된다⁵. 또다른 합병증은 연조직의 mesh 하방 증식이다. 일반적으로 mesh 내부에 재생된 경조직은 얇은 연조직으로 피개되

는데, 이때 연조직의 증식이 과도하면 계획했던 양에 미치지 못하는 경조직 재생이 이루어지게 된다. 이러한 연조직의 하방 증식 정도는 mesh 상부를 상용 흡수성 차폐막으로 피개하는 것을 통해 줄일 수 있다^{5,24}. 이번에 보고한 증례들에서도 mesh 상부를 흡수성 차폐막으로 피개하였으며, 하방으로의 연조직 증식은 제한적임을 관찰 할 수 있었다.

전치부 임플란트의 식립 위치와 관련하여 Kois는 심미성을 얻기 위해서는 인접 자연치의 백악 법랑 경계로부터 3 mm 근단측에 위치하는 것이 바람직하며, 협설측으로도 치우치지 않아야 차후 협측굴 소실로 인한 퇴축이나 과도한 전치부 경사를 피할 수 있다고 하였다²⁵. 전치부 임플란트 식립 시 기존의 심미적, 기능적으로 바람직한 위치에 식립하는 것이 이미 진행된 치조골 흡수로 인해 어렵다면, 인접 치아와의 수직적, 수평적인 관계를 고려하여 GBR을 시행하는 것이 성공적이고 안정적인 결과를 얻기 위해 필요하다.

CONCLUSION

치아 의존적인 치조제는 발치 이후 흡수가 진행된다. 위축된 치조제는 GBR을 통해 임플란트 식립을 위한 적절한 부피와 형태를 회복 할 수 있으며, 이때 성공적인 결과를 얻기 위해서는 골 재생의 과정을 이해하고 술전에 적절한 치료 계획을 세워야 할 것으로 사료된다.

이번 증례 보고는 수평적으로 심하게 위축된 치조제의 부피 증가를 위해 골 이식재를 적용하고 titanium mesh와 흡수성 콜라겐 차폐막으로 피개한 GBR에 대한 것으로, 만족할 만한 경조직의 재생과 함께 임플란트의 식립을 성공적으로 진행 할 수 있었다.

REFERENCES

- Horváth A, Mardas N, Mezzomo LA, Needleman IG, Donos N. Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clin Oral Investig* 2013;17:341-363.
- Rakhmatia YD, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K. Current barrier membranes: titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *J Prosthodont Res* 2013;57:3-14.
- Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J Periodontol* 1976; 47:256-260.
- Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: a systematic review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014;19:e639-e646.
- Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70:803-810.
- Cawood JI & Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232-236.
- Hurley LA, Stinchfield FE, Bassett CAL, Lyon WL. The role of soft tissues in osteogenesis. *J Bone Joint Surg* 1959;41a:1243-1254.
- Ruedi TR & Basseff CAL. Repair and remodeling in milipore-isolated defects in cortical bone. *Acta Anat* 1967;68:509-531.
- Boyne PJ. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualties. *J Am Dent Assoc* 1969;78:767-776.
- Nyman S, Lindhe J, Karring T. Reattachment-new attachment. In: Lindhe J(ed). *Textbook of Clinical Periodontology*, ed 2. Copenhagen: Munksgaard; 1989:450-476.
- Wang HL & Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006;15:8-17.
- Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: A meta-analysis. *J Periodontol* 2001;72:512-516.
- Schmid J, Wallkamm B, Hammerle CH, Gogolewski S, Lang NP. The significance of angiogenesis in guided bone regeneration. A case report of a rabbit experiment. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:244-248.
- Buser D, Dula K, Belser UC, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:10-29.
- Kostopoulos L & Karring T. Augmentation of the rat mandible using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:75-82.
- Chen ST, Darby IB, Adams GG, Reynolds EC. A prospective clinical study of bone augmentation techniques at immediate implants. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:176-184.
- Amler MH. Disturbed healing of extraction wounds. *J Oral Implantol* 1999;25:179-84.
- Wikesjö UM, Nilveus RE, Selvig KA. Significance of early healing events on periodontal repair: A review. *J Periodontol* 1992;63:158-165.
- Wang HL, Misch C, Neiva RF. Sandwich bone augmentation technique: Rationale and report of pilot cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:232-245.
- Polimeni G, Koo KT, Qahash M, Xiropaidis AV, Albandar JM, Wikesjö UM. Prognostic factors for alveolar regeneration: Effect of a space-providing biomaterial on guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 2004;31:725-729.
- Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: A histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:13-29.
- Smiler D & Soltan M. The Bone-Grafting Decision Tree: A Systematic Methodology for Achieving New Bone. *Implant Dent* 2006;15:122-128.
- Miyamoto I, Funaki K, Yamauchi K, Kodama T, Takahashi T. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:304-311.
- Shin SI, Herr Y, Kwon YH, Chung JH. Effect of a collagen membrane combined with a porous titanium membrane on exophytic new bone formation in a rabbit calvarial model. *J Periodontol* 2013;84:110-116.
- Kois JC. Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22:199-206.