Comparison of changes in the buccal keratinized mucosa between the minimally-invasive crestal incision and apically-positioned full-thickness flap methods for stage-two implant surgery

Keon-Il Yang¹, Jun-Mo Yang², Ki-Won Lee², Won-Pyo Lee³, Byung-Ock Kim⁴, and Sang-Joun Yu^{4*}

¹Clinical Professor, Department of Periodontology, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Republic of Korea

²Doctor of Dental Clinic, Department of Periodontology, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Republic of Korea

³Assistant Professor, Department of Periodontology, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Republic of Korea

⁴Professor, Department of Periodontology, Chosun University School of Dentistry, Gwangju, Republic of Korea

Stage-two implant surgery, which exposes the implant platform to connect the healing abutment, affects the width of the peri-implant keratinized mucosa thereby affecting the long-term prognosis of the implant. The purpose of this study was to compare the changes in the width of the peri-implant buccal keratinized mucosa between the minimally-invasive crestal incision (MCI) procedure and the apically-positioned full-thickness flap (APFTF) method during stage-two implant surgery. A total of 74 implants were placed in 41 patients. The MCI group included 27 implant cases wherein, healing abutments were connected after stage-two implant surgery using the MCI in 18 patients. The APFTF group comprised 47 implant cases wherein, healing abutments were connected after stage-two implant surgery using the APFTF method in 23 patients. The buccal keratinized mucosa widths (BKMW) of the healing abutment and prosthesis were measured at the mesial, central, and distal aspects after the stage-two surgery and the final restoration. A decrease in the BKMW in both groups after stage-two implant surgery was observed when compared with those after the final restoration; furthermore, the BKMW was significantly lower after stage-two implant surgery in the MCI group ($p < 0.001$). No statistically significant difference in BKMW was noted between the MCI and APFTF groups at any point. These results reveal that the APFTF method was more effective than MCI in terms of preserving the buccal peri-implant keratinized mucosa during stage-two implant surgery.

Key Words: Dental implants, Gingiva, Minimally-invasive surgical procedures, Mouth mucosa

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

서론

치아가 상실되면 치조골의 협설 폭경이 감소하는데 첫 1년동안 협설 폭경의 50%가 감소하며, 이 중 2/3는 첫 3개월동안 흡수된다[1]. 설측에 비해 상대적으로 얇은 협측 치조골이 흡수되면서 협측 점막치는 경계가 치관측으로 이동한다[2]. 또한 임플

란트 식립 시 흡수된 치조제에서 골이식이 필요한 경우에 일차 폐쇄를 유도하기 위해서 협측 판막은 치관측으로 변위된다[3]. 이 경우, 협측의 각화점막을 확보하기 위한 추가적인 처치가 요구된다.

협측 각화점막을 확보하기 위한 방법은 크게 판막술과 무판막술로 구분된다. 먼저 판막술은 근단변위 부분층 판막술(api-

Received March 18, 2020; Revised March 20, 2020; Accepted March 20, 2020

*Corresponding author: Sang-Joun Yu, Department of Periodontology, Chosun University School of Dentistry, 309 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61452, Republic of Korea.

Tel: +82-62-220-3850, Fax: +82-62-224-4664, E-mail: sjyu78@chosun.ac.kr

Copyright © 2020, Oral Biology Research Institute

cally positioned partial thickness flap, APPTF) 또는 근단변위 전층 판막술(apically positioned full thickness flap, APFTF)을 통해 설측이나 구개측의 각화점막을 임플란트 협측에 위치시키는 방법이 있고, 유리치은이식술(free gingival graft, FGG)을 동반한 APPTF가 있다[4-6]. 무판막술의 경우 Hertel 등[7]이 고안한 절개형 수술법이 있다. 이 방법은 임플란트 고정체 상방에 치조정 절개를 하고 고정체 상방을 박리 후 치유지대주(healing abutment)를 연결하는 방법으로, 치조정 주변의 각화점막을 임플란트 협측에 위치시키는 방법이다.

판막술의 경우 임플란트 주위 연조직에 반흔조직이 발생할 수 있고 연조직의 두께가 얇아질 수 있으며, 이로 인한 임플란트 주위 골소실이 발생할 수 있다[8]. 또한 환자에게 통증, 부종, 그리고 혈종과 같은 불편감이 발생한다. 반면 무판막술의 경우 최소한의 절개로 수술 방법이 간단하고, 반흔조직의 생성 및 연조직 수축, 임플란트 주위 골 노출을 최소화하여 환자의 불편감이 감소한다. 따라서 무판막술로 각화치은을 확보하려는 다양한 방법의 임플란트 2차 수술이 보고되었다[7,9,10].

본 연구는 협측 부착치은을 확보하기 위한 임플란트 2차 수술법 중 APFTF를 이용한 판막술과 최소 치조정 절개법(minimalized crestal incision, MCI)을 이용한 무판막술을 비교하기 위하여 수행하였다. 본 연구에 적용된 수술법은 Hertel 등[7]이 고안한 수술법을 변형한 것으로, 최소한의 치조정 절개를 통해 봉합하지 않고 수술을 마무리하는 방법이다.

대상 및 방법

실험 대상

본 연구는 조선대학교치과병원의 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board)의 승인을 얻고 진행하였다(CUD-HIRB-1501-003). 41명 환자의 74개의 임플란트가 대상이 되었으며, 남성 28명, 여성 13명이었다. 평균 연령은 51.5세였으며 최소 19세, 최대 72세였다.

총 74개의 임플란트가 사용되었고 종류는 TSIII (Osstem, Busan, Korea) 33개, Superline (Dentium, Seoul, Korea) 18개, NanoTite (Biomet 3i, Palm Beach Gardens, FL, USA) 7개, OsseoSpeed (Astra Tech, Mölndal, Sweden) 8개, CM I (Neobiotech, Seoul, Korea) 6개, 그리고 Luna (Shinhung, Seoul, Korea) 2개였다. 식립 부위는 상악 대구치부 30개, 상악 소구치부 18개, 상악 전치부 1개, 하악 대구치부 19개, 하악 소구치부 1개, 하악 전치부 5개였다(Table 1).

MCI로 임플란트 2차 수술을 시행한 18명의 환자에 식립된 27개의 임플란트를 실험군으로 설정하였고, APFTF로 임플란트 2차 수술을 시행한 23명의 환자에 식립된 47개의 임플란트를 대조군으로 설정하였다.

수술방법

실험군의 경우 최소한의 치조정 절개를 통해 임플란트 2차 수술을 시행하였다. 임플란트 플랫폼 노출에 필요한 최소 치조정 절개 길이는 플랫폼의 둘레길이를 2로 나눈 값으로(Fig. 1A), 이는 고정체 직경에 1.6을 곱한 값과 동일하며, 이를 이용하여 절개 길이를 정하였다. 만약 치은이 두껍거나 자연치에 가까운 경우에는 고정체 직경 길이의 수직절개(vertical incision)를 부여하였다(Fig. 1B, C). 임플란트 플랫폼을 노출시킨 후 치유지대주를 연결하였으며 봉합은 시행하지 않았다(Fig. 2). 대조군의 경우, APFTF로 임플란트 플랫폼을 노출시키고 치유지대주를 연결한 후 판막을 봉합하였다(Fig. 3).

협측 각화점막의 폭경 측정

임플란트 2차 수술 직후 및 최종보철물 장착 후 협측 각화점막의 폭경(buccal keratinized mucosa width, BKMW)을 측정하였다. 술 후 측정된 BKMW가 최소 2 mm 미만인 경우 최종보철물 장착 전 각화점막 확보를 위한 추가적인 외과적 처치가 필요할 것으로 생각하여 실험대상에 포함시키지 않았다. 술 후 치

Table 1. Number of implants by type and placed location

Type of implant	Maxilla molar	Maxilla premolar	Maxilla incisor	Mandible molar	Mandible premolar	Mandible incisor	Total
TSIII	13	7	1	7	1	4	33
Superline	8	3	0	6	0	1	18
Nanotite	4	3	0	0	0	0	7
Osseospeed	3	1	0	4	0	0	8
CM I	2	2	0	2	0	0	6
Luna	0	2	0	0	0	0	2
Total	30	18	1	19	1	5	74

Fig. 1. Minimalized crestal incision. (A) The location and length of minimalized crestal incision. (B) Minimalized crestal incision with 1 vertical incision. (C) Minimalized crestal incision with 2 vertical incision. Black line, incision line; R, half of the fixture diameter; F, implant fixture; T, tooth; G, gingiva.

Fig. 2. Surgical procedure of stage-two implant surgery using minimalized crestal incision. (A) Before stage-two implant surgery. (B) Incision and implant platform exposure. (C) Healing abutment connection without suture.

Fig. 3. Surgical procedure of stage-two implant surgery using apically positioned full thickness flap. (A) Before stage-two implant surgery. (B) Incision and flap elevation for implant platform exposure. (C) Healing abutment connection and suture.

유지대주의 근심, 중앙, 원심측에서 각각 각화점막의 폭경을 측정하였고, 2-4개월의 보철물 제작 기간을 거쳐 최종보철물을 장착하고 동일 부위에서 BKMW를 재측정하였다.

통계분석

수술 방법 및 측정시기에 따라 BKMW의 평균값 및 표준편차를 계산하였다. 표본의 정규성 검정을 위하여 Shapiro-Wilk test를 수행하였다. 수술 방법에 따른 그룹간 비교 및 측정시기에 따른 그룹 내 비교를 위해 Mann-Whitney U-test와 Wilcoxon signed rank-test를 각각 수행하였다. SPSS ver. 20.0

(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 모든 통계 분석에 사용하였고, 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

임플란트 2차 수술 직후, 최종보철물 장착 후 측정된 BKMW 평균값은 실험군에서 3.16 ± 0.84 mm, 2.69 ± 1.17 mm (Table 2), 대조군에서 3.07 ± 0.63 mm, 2.89 ± 0.96 mm로 (Table 3), 실험군과 대조군 모두에서 측정부위에 상관없이 감소하였으며 실험군에서는 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었다($p < 0.001$). 측정부위에 따른 BKMW 값은 측정시기에 상관없이 협

Table 2. BKMW of minimalized crestal incision group

MCI group (n=27)	BKMW (mm)		
	After stage-two surgery	After final restoration	p-value
Mesial	3.33±0.98	2.89±1.23	0.003*
Central	2.96±0.92	2.52±1.23	0.006*
Distal	3.19±0.86	2.67±1.39	0.003*
Average	3.16±0.84	2.69±1.17	<0.001*

Values are presented as mean±standard deviation.

BKMW, buccal keratinized mucosa width; MCI, minimalized crestal incision.

*Statistically significant difference ($p<0.05$).

측 중앙에서 가장 작은 값을 보였다. 그룹간 비교 시 최종보철물 장착 후 BKMW의 변화량은 실험군과 대조군에서 각각 평균 0.47 mm, 0.18 mm로, 대조군에 비하여 실험군에서 더 많이 감소하였으나 통계적 유의성은 관찰되지 않았다(mesial, $p=0.442$; central, $p=0.092$; distal, $p=0.331$).

고 찰

이번 연구에 적용된 수술법은 통상적으로 사용되고 있는 APFTF와 무관막술의 한 종류로 임플란트 주변의 각화점막을 보존하는 방법인 Hertel 등[7]이 고안한 절개형 수술법을 변형한 것이다. Hertel 등[7]이 고안한 방법은 임플란트 고정체 직경의 3-4배 길이의 치조정 절개를 부여하여 임플란트 고정체의 플랫폼을 노출시킨 후 치유지대주를 연결하고 치유지대주 양쪽을 봉합했지만, 본 연구에서는 플랫폼만 노출될 만큼 최소한의 치조정 절개를 하고 치유지대주 연결 후 따로 봉합하지 않았다. 이는 APFTF 뿐만 아니라 Hertel 등[7]이 고안한 기존의 무관막술보다 비침습적인 수술법으로, 출혈과 환자의 불편감이 거의 없었으나 치유지대주에 의한 인접연조직의 압박이 강하게 발생하였다.

임플란트 보철수복 후 측정된 BKMW는 실험군과 대조군 모두 감소하였으나, MCI로 수술한 실험군에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 대조군에서 BKMW의 감소량은 약 0.18 mm로 거의 변화가 없었으나 실험군에서는 BKMW의 값이 약 0.47 mm 감소하였다. 대조군에서 사용된 APFTF 경우 외상으로 인한 연조직의 퇴축이 발생할 수 있으나 혈병과 육아조직에 의한 연조직의 2차치유가 이를 보상함으로써 각화점막의 감소가 최소화되지만, MCI의 경우 출혈과 연조직 열개가 거의 없어 2차치유가 발생하지 않으며, 치유지대주에 의한 강한 연조직 압박으로 인하여 치유지대주 주변 연조직이 조직개조(tissue remodeling)에 의하여 퇴축될 수 있기 때문에 이러한 결과가

Table 3. BKMW of apically positioned full thickness flap group

APFTF group (n=47)	BKMW (mm)		
	After stage-two surgery	After final restoration	p-value
Mesial	3.19±0.79	3.09±0.99	0.442
Central	2.79±0.71	2.55±0.94	0.092
Distal	3.25±0.78	3.02±1.28	0.331
Average	3.07±0.63	2.89±0.96	0.332

Values are presented as mean±standard deviation.

BKMW, buccal keratinized mucosa width; APFTF, apically positioned full thickness flap.

발생한 것으로 추정된다. 그러므로 최종보철물 장착 후 최소 2 mm 이상의 각화점막을 유지하기 위해서는 MCI를 이용한 방법일 경우 수술 시 최소 2.5 mm 이상의 각화점막을 확보할 때에만 사용이 가능하다.

임플란트 주변 각화점막의 필요여부는 아직까지 논란이 있다. 각화점막과 임플란트 생존율에 관한 연구에서 각화점막의 상태와 상관없이 임플란트는 높은 생존율을 보였다고 보고되었다[11,12]. 또한 임플란트 생존율과 각화점막의 폭경은 상관관계가 없다는 보고도 있었다[13]. 반면 각화점막이 부족할수록 임플란트 주위 점막염이 증가하며, 임플란트 주변 골소실도 증가한다는 보고도 있었다[14].

각화점막과 임플란트 주위조직에 관한 연구에서 각화점막의 폭이 2 mm 미만인 그룹이 2 mm 이상인 그룹에 비해서 설측 치태 침착, 설측 modified sulcus bleeding index (mSBI) 그리고 협측 연조직 퇴축량이 유의하게 더 높았으나, 협측 치태침착 및 mSBI는 유의적 차이를 보이지 않았다는 보고도 있었다[15]. Crespi 등[16]은 4년 간의 후향적 종단적 연구에서 각화점막이 2 mm 이상인 그룹과 2 mm 미만인 그룹 간에 임플란트 주위 평균 골소실량과 임플란트 생존율 간에 유의적 차이는 없었지만, gingival index, modified plaque index, modified bleeding index, 그리고 gingival recession에서는 각화점막이 2 mm 미만인 그룹이 유의하게 높은 결과를 보이며, 그 결과 임플란트 주변 각화점막이 부족할 경우에 치은염, 치태침착, 그리고 치은퇴축이 증가할 수 있다고 보고하였다. Chung 등[17]에 따르면 각화점막이 2 mm 이상인 그룹과 2 mm 미만인 그룹간 비교에서 치조골 소실량은 유의적인 차이를 보이지 않았지만, gingival index와 modified plaque index는 각화점막이 2 mm 미만인 그룹에서 더 높았다.

이상의 연구 결과들을 종합해보면 임플란트 주위의 부족한 각화점막은 임플란트 생존율 미치는 영향에 대해서는 논란의 여지가 있지만, 임플란트 주위 치태 침착, 치은염, 그리고 치은

퇴축을 증가시키는 등 장기적 관점에서 임플란트의 수명에 영향을 미칠 수 있는 요인과 연관이 있었다. 따라서 임플란트 생존율에 영향을 줄 수 있는 위험요인을 제거하기 위해서도 임플란트 주위 각화점막은 중요하다. 그러므로 각화점막의 폭경을 유지할 수 있는 적절한 임플란트 2차 수술법의 선택이 중요하며, APFTF는 그러한 수술 방법 중 하나이다. MCI는 APFTF에 비해 각화점막의 유지에 불리하지만 수술 방법이 간단하고 수술시간이 짧으며, 술 후 부종과 통증 등 불편감을 감소시킬 수 있으므로 각화점막의 폭이 충분히 두꺼울 경우 선택 가능한 대안이 될 수 있다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper was supported by research fund from Chosun University in 2016.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they have no competing interests.

ORCID

Keon-Il Yang

<https://orcid.org/0000-0001-8789-7743>

Jun-Mo Yang

<https://orcid.org/0000-0001-7338-0866>

Ki-Won Lee

<https://orcid.org/0000-0002-5168-9560>

Won-Pyo Lee

<https://orcid.org/0000-0003-1911-3454>

Byung-Ock Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8952-617X>

Sang-Joun Yu

<https://orcid.org/0000-0001-8818-549X>

REFERENCES

- 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. doi: 10.1016/j.prosdent.2003.10.022.
- Landsberg CJ. Socket seal surgery combined with immediate implant placement: a novel approach for single-tooth replacement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:140-149. doi: 10.11607/prd.00.0211.
- Belser UC, Buser D, Hess D, Schmid B, Bernard JP, Lang NP. Aesthetic implant restorations in partially edentulous patients--a critical appraisal. *Periodontol 2000* 1998;17:132-150. doi: 10.1111/j.1600-0757.1998.tb00131.x.
- Tunkel J, de Stavola L, Khoury F. Changes in soft tissue dimensions following three different techniques of stage-two surgery: a case series report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33:411-418. doi: 10.11607/prd.0616.
- Nemcovsky CE, Moses O. Rotated palatal flap. A surgical approach to increase keratinized tissue width in maxillary implant uncovering: technique and clinical evaluation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:607-612. doi: 10.11607/prd.00.0497.
- Barone R, Clauser C, Grassi R, Merli M, Prato GP. A protocol for maintaining or increasing the width of masticatory mucosa around submerged implants: a 1-year prospective study on 53 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18:377-387. doi: 10.11607/prd.00.0272.
- Hertel RC, Blijdorp PA, Kalk W, Baker DL. Stage 2 surgical techniques in endosseous implantation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:273-278.
- Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81-90. doi: 10.1034/j.1600-0501.1991.020206.x.
- Bernhart T, Haas R, Mailath G, Watzek G. A minimally invasive second-stage procedure for single-tooth implants. *J Prosthet Dent* 1998;79:217-219. doi: 10.1016/s0022-3913(98)70218-5.
- Happe A, Körner G, Nolte A. The keyhole access expansion technique for flapless implant stage-two surgery: technical note. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:97-101. doi: 10.11607/prd.00.0899.
- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Bränemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416. doi: 10.1016/s0300-9785(81)80077-4.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
- Martin W, Lewis E, Nicol A. Local risk factors for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24 Suppl:28-38.
- Roos-Jansåker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:296-301. doi: 10.1111/j.1600-051X.2006.00908.x.
- Schrott AR, Jimenez M, Hwang JW, Fiorellini J, Weber HP. Five-year evaluation of the influence of keratinized mucosa

- on peri-implant soft-tissue health and stability around implants supporting full-arch mandibular fixed prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:1170-1177. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01795.x.
16. Crespi R, Capparè P, Gherlone E. A 4-year evaluation of the peri-implant parameters of immediately loaded implants placed in fresh extraction sockets. *J Periodontol* 2010;81:1629-1634. doi: 10.1902/jop.2010.100115.
17. Chung DM, Oh TJ, Shotwell JL, Misch CE, Wang HL. Significance of keratinized mucosa in maintenance of dental implants with different surfaces. *J Periodontol* 2006;77:1410-1420. doi: 10.1902/jop.2006.050393.