

국제 임플란트 학회지

*Journal of International Congress of
Oral Implantologists KOREA*

Volume 3 Number 2 2011

국제 임플란트 학회

Korean Society of Oral Implantologists

CONTENTS

Application of Distraction Osteogenesis with Iliac Block Bone Graft on Severe Maxillary Anterior Atrophic Patient—A Case Report

김욱규 | 부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

5

New bone formation in the maxillary sinus with/without bone graft

손동석 | Professor, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital.

13

레이저를 이용한 상악동 거상술

황재홍 | 서울황제치과

43

발치 후 즉시 임플란트 식립 시 입자의 크기가 다른 이종골 이식 후 신생골 형성 차이 비교

윤성욱 · 류재준 · 권종진 | Implant Major, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University

51

Application of Distraction Osteogenesis with Iliac Block Bone Graft on Severe Maxillary Anterior Atrophic Patient—A Case Report

김옥규

| 부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

ABSTRACT

Application of Distraction Osteogenesis with Iliac Block Bone Graft on Severe Maxillary Anterior Atrophic Patient – A Case Report

Vertical alveolar augmentation to reconstruct extensive alveolar bone loss in the anterior maxilla presents a challenge in implant dentistry. Various alveolar augmentation techniques in the atrophic anterior maxilla are introduced and currently in use to make sufficient bone volume. The purpose of this report is to present a case of iliac bone graft and vertical distraction osteogenesis of the atrophic anterior maxilla. For alveolar ridge augmentation, anterior iliac crest bone was grafted and distracted by 10mm, followed by placement of implantation and final implant supported overdenture prosthesis. In six years of follow-up, radiographic and clinical findings showed no evidence of bone resorption.

INTRODUCTION

Vertical Alveolar bone deficiency is one of the most challenges in implant dentistry. Patients with vertical alveolar bone deficiency are often observed as a result of traumatic injury, periodontitis, congenital atrophy, previous resection.¹⁻³

Distraction Osteogenesis (DO) could be a treatment option to restore vertical alveolar bone deficiency in oral and maxillofacial region. DO is generally indicated in cases of vertical bone deficiency with a broad, round ridge, an unfavorable implant/crown relation and esthetically compromised rehabilitation.⁴ However, in extremely atrophic area, there may not be enough bone to distract and requires an onlay autogenous bone graft first. After several months of healing, the grafted area can then be vertically distracted.

Only few cases of iliac bone graft and vertical distraction osteogenesis for the reconstruction of anterior maxilla are reported in the literature.^{1,2,5} Here in, we present a case of intraoral vertical distraction osteogenesis in the atrophic anterior maxilla. The patient was missing several maxillary anterior teeth and exhibiting loss of supporting bone including alveolar bone in the anterior maxilla as a result of motorcycle accident.

To improve vertical dimension of the alveolar ridge, we planned with iliac bone graft following with distraction osteogenesis and expected functional and esthetic results.

CASE REPORT

An 18-year-old male patient got injured by motorcycle accident and admitted to the department of oral and maxillofacial surgery at Pusan National University Hospital via Emergency Department in October, 2005. Based on the findings of physical examination and CT scan, he was diagnosed as fractures of anterior maxilla, mid-palate, and mandibular symphysis, and avulsion of maxillary incisors, canines, first premolars. Due to traumatic pneumocephalus, maxillofacial surgery was delayed for two weeks. Open reduction and internal fixation of fractured bones, multiple teeth extraction, and alveoloplasty were undergone under general anesthesia with nasotracheal intubation (Fig 1A, B). Three months later, an iliac corticocancellous block bone from anterior iliac crest was harvested and grafted to the basal bone of severely atrophic anterior maxilla and fixed with metal screws (diameter 2.0mm, Fig 1C). The onlay bone graft was settled on anterior maxilla and sufficient alveolar

bone was made horizontally at six months of follow up (Fig 2A). To obtain satisfactory bony height of the ridge, we planned to distract the bone vertically. Plate and screw were removed, followed by intraoral device (Track 1.5, 15mm model, KLS Martin, Tuttlingen, Germany) placement after osteotomy of iliac bone graft only under local anesthesia (Fig 2B). The distraction protocol was 5 days of latency after osteotomy and a distraction rate of 1mm per day for 11 days. The amount of new bone was about 10mm (Fig 2C, D). After four months of consolidation period, 5 Implants (OSSEOTITE® BIOMET 3i; Palm Beach Gardens, FL, USA, 4.0mm × 13mm) were placed on DO site after the removal of intraoral distractor (Fig 3A, B).

Four months later, vestibuloplasty with skin graft by split thickness thigh underwent. One month later, the final implant supported prosthesis was delivered as over-denture type instead of bridge type for better esthetic lip support (Fig 4A, B, Fig 5A). Six years of follow-up radiographic findings and clinical examination showed no evidence of infection or significant bone resorption (Fig 5B).

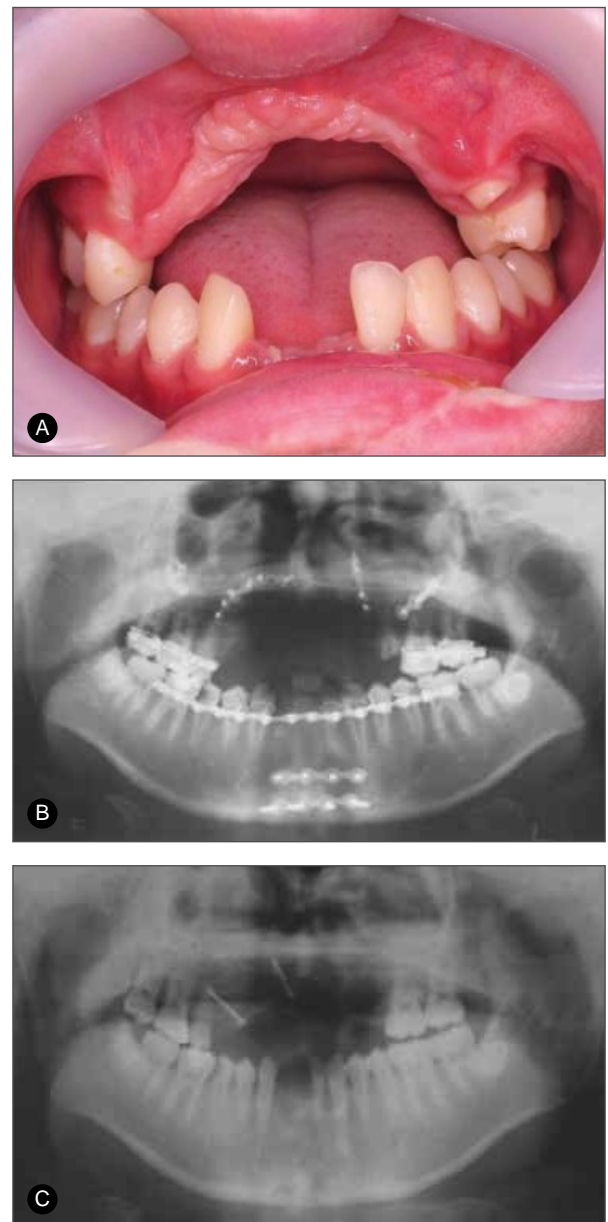


Fig 1. 18-year-old male patient with severely atrophic anterior maxilla. A, Clinical intraoral view showing a deep vertical bony defect. B, Panoramic radiograph of the extremely resorbed anterior maxilla. C, Panoramic radiograph after iliac block bone graft.

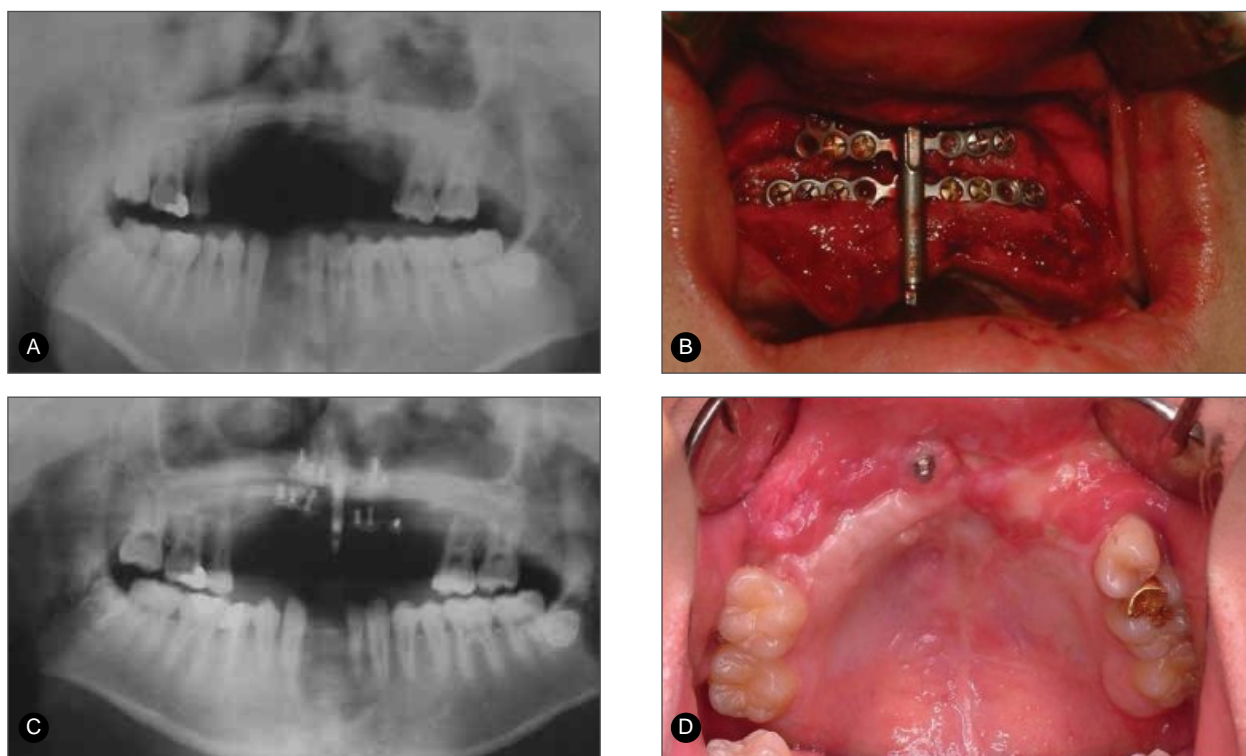


Fig 2. Intraoral distractor application. A, Panoramic radiograph at the time of intraoral distractor application. Sufficient bone was made horizontally, but the iliac block bone graft has resorbed vertically. B, Intraoperative photograph after osteotomy and device application. Panoramic radiograph (C) and intraoral photograph (D) after 11 days of distraction.

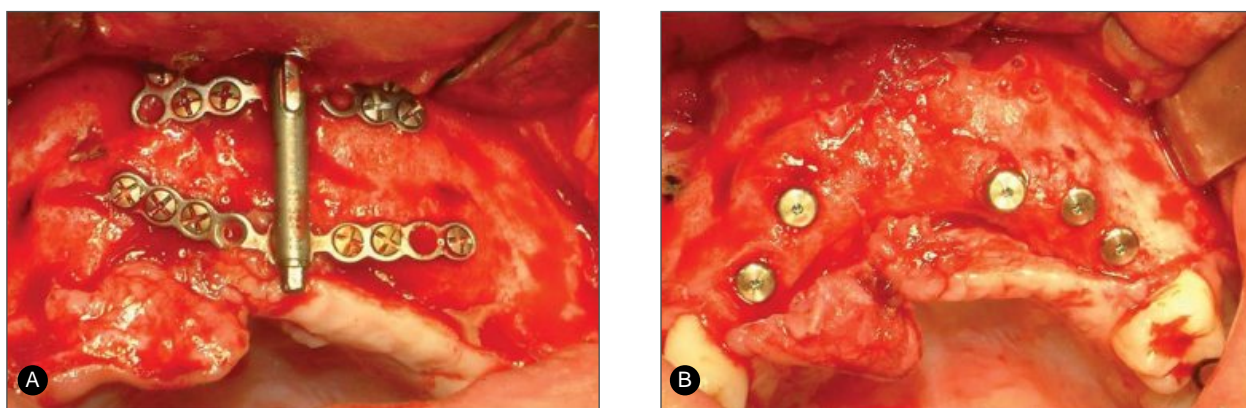


Fig 3. Removal of intraoral distractor and placement of 5 implants. A, Before distractor removal, about 10mm of new bone was gained. B, After placement of 5 implants for implant supported prosthesis.

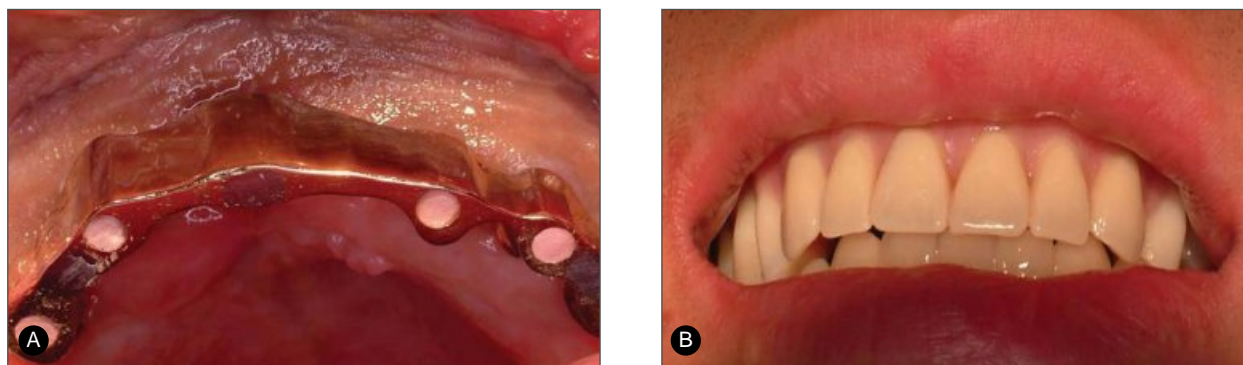


Fig 4. Delivery of the final implant supported overdenture. A, Milled bar type framework. B, Final implant supported overdenture.



Fig 5. Panoramic radiographic findings at final prosthesis delivery (A) and at 6-year follow up (B).

DISCUSSION

For the success of implant dentistry, sufficient bone volume in three dimension is the prerequisite for optimal function and esthetics. Due to their anatomical position, anterior maxilla and maxillary incisors are prone to be traumatized, and need challenges to reconstruct 3 dimensionally.

Blood supply, surface area, and soft tissue are critical factors in vertical augmentation for dental implants. Autogenous bone graft for vertical alveolar augmentation could be an option, but have difficulty with soft tissue coverage. As another option, DO results in simultaneous lengthening of soft tissues (muscle, skin, subcutaneous tissue) and the functional matrix that surrounds the bony skeleton.^{6,7} Since the work of

GavriellIlizarov, distraction osteogenesis became one of the options for reconstruction of skeletal deformities. The concepts described by Ilizarov have been adapted and modified for use in oral and maxillofacial surgery.⁸ Development of internal distraction devices have made it possible to apply distraction technology to deformities of the jaws and dentoalveolar process.⁹

Although a high frequency of complications such as segment fracture, wound dehiscence, incorrect vector, and discomfort remains, alveolar DO is a reliable technique for the correction of vertically deficient edentulous ridges.^{10,11} The regenerated bone after DO appeared to withstand the functional demands of implant loading. The survival and success rates of the implants placed in the distracted areas were clinically acceptable.¹²

To place and restore final dental implants precisely, vector control is important in alveolar distraction. Controlling the direction of the regenerated hard and soft tissue is critical to optimal site development for subsequent placement of dental implants. Despite sound surgical technique, lingual or palatal tipping of the distracted segment often occurs because of pull from the soft tissue envelop.¹³⁻¹⁵ In this case, we

performed meticulous alveolar DO for acquisition of correct ridge form and fabricated implant supported over-denture. Advancement bone surgery of maxilla and additional implant installation followed by the bridge type restoration could be considered as another treatment option in the future.

We performed reduction of the fractured facial bones and iliac block bone grafting, followed by distraction on a young traumatized patient, and have got satisfactory results with implant installation and definitive implant supported over-denture type prosthesis. We report this case to suggest that DO combined with iliac bone graft can be a treatment of choice in a patient with severely atrophic anterior maxilla.

***Acknowledgement:**

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (No. 2012003550)

DISCLOSURE

The authors claim to have no financial interest in any company or any of the products mentioned in this article?

References

1. de Moraes M, Sato FR, Germano AR, Bastos PL. Distraction osteogenesis of iliac bone graft as a reconstruction after central giant cell granuloma curettage. *Implant Dent*. 2009 Apr;18(2):126-31.
2. Nocini PF, Albanese M, Buttura da Prato E, D'Agostino A. Vertical distraction osteogenesis of the mandible applied to an iliac crest graft: Report of a case. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Jun;15(3):366-70.
3. Fukuda M, Iino M, Ohnuki T, Nagai H, Takahashi T. Vertical alveolar distraction osteogenesis with complications in a reconstructed mandible. *J Oral Implantol*. 2003;29(4):185-8.
4. Saulacic N, Iizuka T, Martin MS, Garcia AG. Alveolar distraction osteogenesis: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Jan;37(1):1-7.
5. Braidy H, Appelbaum M. Alveolar distraction osteogenesis of the severely atrophic anterior maxilla: Surgical and prosthetic challenges. *J Prosthodont*. 2011 Feb;20(2):139-43.
6. Lindeboom JA, Mathura KR, Milstein DM, Ince C. Microvascular soft tissue changes in alveolar distraction osteogenesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Sep;106(3):350-5.
7. Grayson BH, Santiago PE. Treatment planning and biomechanics of distraction osteogenesis from an orthodontic perspective. *Semin Orthod*. 1999 Mar;5(1):9-24.
8. Ilizarov GA. The principles of the ilizarov method *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst*. 1988 Spring;48(1):1-11.
9. Perez D, Ellis E, 3rd, Vega OA. Distraction osteogenesis for craniomaxillofacial problems. *Tex Dent J*. 2011 Nov;128(11):1159-70.
10. Saulacic N, Somosa Martin M, de Los Angeles Leon Camacho M, Garcia Garcia A. Complications in alveolar distraction osteogenesis: A clinical investigation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 Feb;65(2):267-74.
11. Chiapasco M, Zaniboni M, Rimondini L. Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A 2-4-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res*. 2007 Aug;18(4):432-40.
12. Chiapasco M, Consolo U, Bianchi A, Ronchi P. Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: A multicenter prospective study on humans. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004 May-Jun;19(3):399-407.
13. Mehra P, Figueroa R. Vector control in alveolar distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Apr;66(4):776-9.
14. Aizenbud D, Hazan-Molina H, Cohen M, Rachmiel A. 3D vector control during alveolar ridge augmentation using distraction osteogenesis and temporary anchorage devices: A new technique. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012 Feb;41(2):168-70.

15. Hollier LH, Rowe NM, Mackool RJ, Williams JK, Kim JH, Longaker MT, Grayson BH, McCarthy JG. Controlled multiplanar distraction of the mandible. part III: Laboratory studies of sagittal (anteroposterior) and horizontal (mediolateral) movements. J Craniofac Surg. 2000 Mar;11(2):83-95.

교신 저자 연락처

김 욱 규 :
부산대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실
경남 양산시 물금읍 범어리 626-870
Tel : 055-360-5100
Fax : 055-360-5104
Email : kuksjs@pusan.ac.kr

New bone formation in the maxillary sinus with/without bone graft

손동석

| Professor, Department of Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Daegu Catholic University Hospital.

Pneumatization of maxillary sinus causes insufficient vertical bone volume on posterior maxilla. So the restoration of edentulous posterior maxilla with dental implants is challenging due to a deficient posterior alveolar ridge, unfavorable bone quality and increased pneumatization of

the maxillary sinus.¹ For maxillary sinus augmentation, the crestal approach and the lateral window approach have been used. In this chapter, sinus augmentation using crestal and lateral window approach with/without bone graft is described.

1. Indications and contraindications for sinus augmentation

Even sinus augmentation procedure is considered as highly predictable augmentation procedure, presurgical evaluation on maxillary sinus and patient's medical and dental history should carefully be evaluated.

The following are indications for sinus augmentation.

- No history of sinus pathosis
- Insufficient residual bone height (less than 10mm of bone height)
- Severely atrophic maxilla

- Poor bone quality and quantity in the posterior maxilla

Sinus augmentation is not indicated when patient has history as below

- Recent radiation therapy in maxilla
- Uncontrolled systemic diseases such as Diabetes Mellitus
- Acute / chronic maxillary sinusitis (Fig 1)
- Heavy smoker
- Alcohol abuse
- Psychosis
- Severe allergic rhinitis
- Tumor or large cyst in the maxillary sinus (Fig 2)
- Oroantral fistula (Fig 3)



Fig 1. demonstrates odontogenic sinusitis in the left sinus.



Fig 2. shows mucocoele in the right sinus. Sinus pathosis should be eliminated before sinus augmentation.



Fig 3. Oroantral fistula should be corrected before sinus augmentation.

2. Sinus augmentation using crestal approach

Sinus augmentation using the lateral window procedure has been predictable for several decades. However, this procedure has some complications such as postoperative swelling, pain, and a long edentulous healing period. To reduce the complications from the lateral window approach in maxillary sinus augmentation, various crestal approaches such as osteotome mediated sinus floor elevation (OMSFE)², piezoelectric internal sinus elevation (PISE),³⁻⁵ hydraulic sinus condensing (HSC) technique,⁶ internal sinus manipulation (ISM) procedure method,⁷ and crestal window technique (CWT)⁸ and hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation (HISE)⁹⁻¹⁰ have been introduced as alternative to lateral window approach for sinus augmentation.

A. Osteotome mediated sinus floor elevation (OMSFE)

OMSFE technique utilizes osteotome and a surgical mallet to break sinus floor and to compact bone graft into the sinus cavity.

*Surgical procedure of OMSFE
(Fig 4~16)*

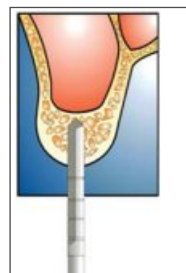


Fig 4, 5. A pilot drill is used to the depth 1~2mm short to the sinus floor. However as shown on fig 5, pilot drill is omitted when bone height is less than 2mm from sinus floor at the implant sites.

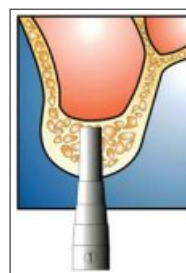


Fig 6, 7. Small diameter osteotome is inserted into the prepared bone to compress sinus floor using a surgical mallet. Wider osteotome is inserted into the prepared bone to accommodate implants. The insertion of osteotome would impose a light pressure on the sinus floor.

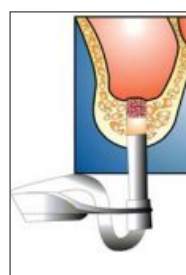


Fig 8, 9. In order to elevate the sinus floor indirectly and provide buffering effect to sinus floor, bone graft material is added using an amalgam carrier. For the graft material, the radiopaque bone grafts, such as mineral allograft or xenograft, are preferred over radiolucent materials such as demineralized allograft.

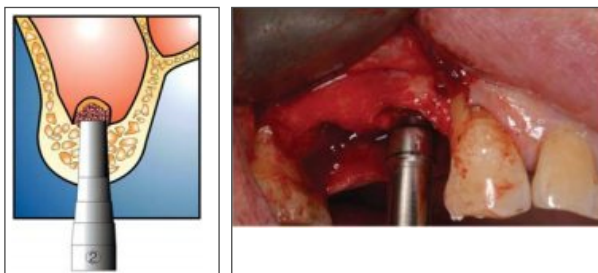


Fig 10, 11. The sinus floor is elevated by repeated bone grafting and osteotome insertion. For sinus floor elevation of 3~4mm, 4~6 times of grafting and osteotome insertion and for the elevation of 5~7mm, 7~10 times of the repetition is required.

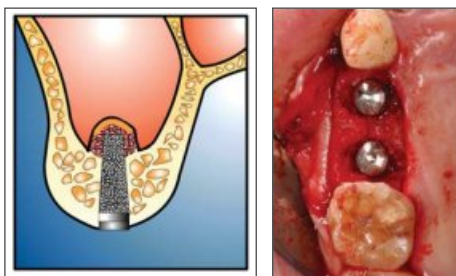


Fig 12, 13. The implants were placed.



Fig 14. Postoperative radiogram shows sinus elevation over the implant apex.



Fig 15. Final prosthesis was cemented after 6months healing. New sinus floor is seen in the radiogram.



Fig 16. 2years after loading. Note newly formed sinus floor.

OMSFE has the advantage of surgical simplicity, resulting in minimal post-operative symptoms. But this technique also has the possibility of complications such as perforation of sinus membrane during bone drilling and bone compaction using osteotome. In addition, benign positional paroxysmal vertigo (BPPV) can be caused by the damage to the internal ear from striking osteotome and surgical mallet when sinus floor is broken.¹¹⁻¹³ It is also difficult to break sinus floor in the area of slope of the sinus and in the site of septum with conventional crestal approach, and it could be time consuming and traumatic procedure to the internal ear (Fig 17, 18). Author experienced one case of BPPV caused from excessive striking of mallet in the anterior slope of sinus cavity in 2002. BPPV is not a common complication but surgeons should avoid excessive force to the surgical mallet when sinus floor is broken. In addition, OMSFE is a blind technique, so sinus

augmentation is limited. The OMSFE technique has lower success rates when residual bone height is 4mm or less (when compared to cases with 5mm or more residual bone height).¹⁴



Fig 17, 18. Sinus elevation can be difficult at the anterior slope of sinus cavity due to too much remained bone height and at the sinus septum because it is very dense to break with OMSFE. Benign positional paroxysmal vertigo can be caused by the damage from the internal ear from striking osteotome and surgical mallet to sinus floor.

Sinus membrane integrity should be maintained when performing OMSFE because the membrane perforation causes cessation of sinus floor elevation. It is recommended that drilling should be stopped 1~2mm short to sinus floor in conventional OMSFE but this is not always easy because of magnification of plain radiogram.⁶ Accidental sinus membrane perforation can be developed from magnification of radiogram, improper use of osteotome and excessive compaction of bone graft. Membrane perforation can cause the failure of osseointegration and sinus pathosis (Fig 19, 20).



Fig 19. OMSFE was performed at the site of #26 and #27 at private clinic. However membrane was perforated at the both sites. Two implants were placed at the same time. After 6months healing, #27 implant was removed because of mobility of implant during uncovering procedure and #26 implant showed the mobility too. The patient was referred to my department for the removal of implant and sinus graft. #26 implant was removed out, followed by sinus graft using lateral window approach. The integrity of sinus membrane should be maintained for successful sinus augmentation.

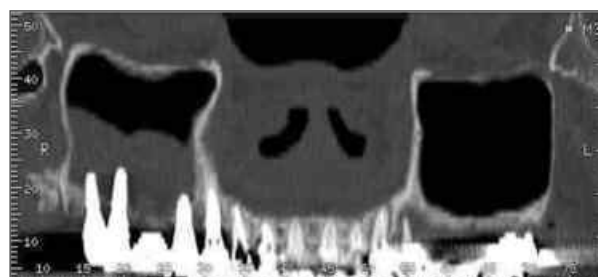


Fig 20. OMSFE was performed at the both sinus by private clinician. Implants were placed at same time. All implants placed in the left posterior maxilla were failed due to membrane perforation. She was referred to my department for sinus augmentation in the left sinus. Right sinus shows mucosal thickening due to intrusion of implant in to the sinus cavity. To maintain healthy sinus mucosa, the integrity of sinus membrane should be maintained.

B. Piezoelectric internal sinus elevation (PISE)

The PISE and HSC technique are innovative crestal methods where a surgical mallet is not required to break the sinus floor. PISE uses ultrasonic piezoelectric vibration and HSC technique uses high speed diamond bur to break sinus floor directly. These techniques are free from postoperative vertigo, but bone compaction is needed to elevate the sinus membrane. The CWT overcomes the blind nature of conventional OMSFE,⁸ but the indication of this technique is limited because this technique is indicated when wide diameter implants (>5mm or more) are available.

Surgical procedure of PISE (Fig 21~33)

In PISE technique, PISE tip, connected with an ultrasonic piezoelectric device (Surgybone®, Silfradent srl, Sofia, Italy) is used to break the sinus floor. The working head of PISE tip (S028E® tip) is 2.8mm wide and 4mm high. A piezoelectric carbide-type tip is more powerful and effective for osteotomy than diamond coated tip. Thanks to selective cut of ultrasonic piezoelectric vibration, the perforation of sinus membrane is very rare when sinus floor is eroded. After breaking sinus floor with piezoelectric tip directly, gel or putty conditioned bone

graft was prepared to elevate sinus membrane with buffering function. To prepare gel or putty conditioned bone graft, author prefer to mix bovine bone powder (Bio-Cera™, Oscotec Co, Cheonan, Korea) and gel-conditioned allograft (OrthoBlast® II, Isotis Orthobiologics Inc, Irvine, USA). Bovine bone acts as radiopaque material and the gel conditioned allograft acts as buffer during membrane elevation.

The amalgam carrier is used when placing the graft into the narrow socket. A narrow diameter osteotome (usually 2mm in diameter) or PISE tip is inserted to compact the graft in the osteotomy site. After the membrane was elevated properly, the regular diameter implant is placed (3.7~4.0mm wide implant) without additional drilling procedure. To place wide body implant implant site should be widened with drill to accommodate the implant.



Fig 21.

Ultrasonic piezoelectric device (Surgybone®, Silfradent srl, Sofia, Italy). This device works in hard tissue, not in the soft tissue. Therefore membrane perforation is rare when breaking sinus floor.



Fig 22. Carbide type PISE tip (S028E) with external irrigation.



Fig 26. The sinus floor is completely broken at the implant site by PISE tip. Note the broken sinus floor without membrane perforation.



Fig 23. A periapical radiogram shows high septum in the sinus. The bone around septum is dense, so the breaking of sinus floor is time consuming and could be traumatic to internal ear due to heavy striking of mallet. PISE was applied to break sinus floor directly.

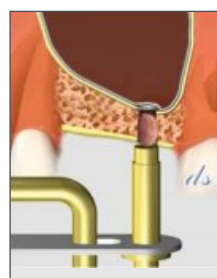


Fig 27, 28. Gel conditioned bone graft materials are carried into the osteotomy site.

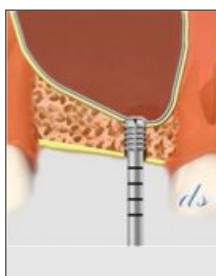


Fig 24, 25. Sinus floor is penetrated with PISE tip. At this stage, the exact bone height from alveolar crest to sinus floor is estimated.



Fig 29, 30. Bone graft is compacted with the narrow osteotome or PISE tip using vibration to elevate sinus membrane.



Fig 31, 32. A 3.7mm wide and 13mm high implant is placed without additional drilling procedure. Sinus elevation is seen at the radiogram.



Fig 33. Final prosthesis is cemented on after 6months healing. A radiogram indicates sufficient augmentation of the sinus floor.

C. Hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation (HPISE)

HPISE is the updated crestal approach from PISE. This technique utilizes ultrasonic piezoelectric vibration to break sinus floor as same as PISE. However, unlike PISE and other conventional crestal approaches, HPISE usually doesn't rely on

bone compaction to elevate sinus membrane. HPISE uses water pressure to elevate the sinus membrane. Hydraulic pressure from internal irrigation facilitates gentle and broad elevation of the sinus membrane before bone grafting. The HPISE uses a specially designed tip attached to a piezoelectric ultrasonic unit (Surgybone[®], Silfradent srl, Sofia, Italy or compatible device). HPISE tip (S0281[®], BukBu Dental Co, Daegu, Korea) allows internal irrigation to apply water pressure to the sinus membrane (Fig 34). Bone graft is dependent on surgeon's personal preference. Bone graft is indicated when heavy cyst is located in the sinus, more than 6mm high sinus elevation is required, implant is not placed simultaneously and postoperative radiopaque image is required to verify sinus elevation.

If the required sinus elevation is minimal (less than 5mm) and implant is placed at the same time, bone graft is not a prerequisite for sinus augmentation. New bone formation is achieved in the new compartment under the elevated sinus membrane thanks to tenting effect. As an alternative to bone graft, collagen sponge or fibrin rich block with concentrated growth factors (CGF[®], Medifuge, Silfradent srl, S.Sofia, Italy) can be used. Fibrin rich block with concentrated growth factors can be used to accelerate new bone formation in the sinus

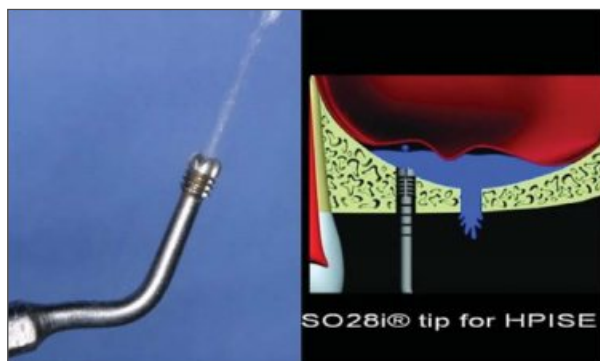


Fig 34. HPise (S028i®) tip with internal irrigation. Hydraulic pressure from internally irrigated saline elevates sinus membrane.

Surgical procedure of HPise without bone graft (Fig 35~47)

As a first step, a 1.6mm wide carbide round insert (S016®, BukBu Dental Co, Daegu, Korea) with external irrigation is used to penetrate sinus floor. After breaking the sinus floor with the round tip, a 2.8mm wide HPise tip is utilized to enlarge the osteotomy site and elevate the sinus membrane using hydraulic pressure.

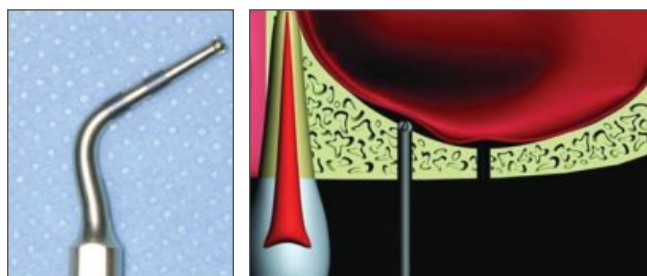


Fig 35, 36. Round carbide tip is used to break sinus floor directly. This tip provides surgeon tactile feeling of sinus membrane.

The HPise tip has 4mm working tip height, and depth indicating lines are marked by 2mm intervals. Hydraulic pressure to the sinus membrane from internally irrigated sterile saline detaches sinus membrane from the sinus floor. Hydraulic pressure is applied for several ten seconds to detach sinus membrane from sinus floor. After the detachment of sinus membrane, surgeons can observe up and down movement of sinus membrane whenever patient takes a breath.

When the diameter of implant is less than 4mm wide, the HPise insert is the last instrument to make the osteotomy prior to implant placement. Undersizing the osteotomy ensures favorable initial stability of the implant in the posterior edentulous ridge with poor bone quantity and quality. When a wider implant is placed, intermittent drilling is often required to accommodate the wide body implant.



Fig 37. When remaining bone height at the implant site is very low as shown on this radiogram, round tip can be omitted.

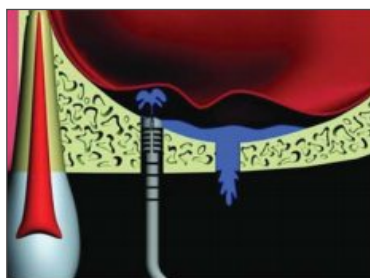


Fig 38, 39. HPISE is inserted to break sinus floor using ultrasonic vibration and elevate sinus membrane using water pressure.

Fig 40. After applying water pressure, the detachment of membrane from sinus floor is seen. Surgeon can observe up and down movement of sinus membrane whenever patients take a breath.



Fig 41. As alternative to bone graft, CGF alone is inserted in order to accelerate bone reformation in the sinus.

Fig 42. 4.7mm wide and 11.5mm long HA coated implant is placed at the same time.

Fig 43. Bovine bone is grafted in the defect around implant. CGF barrier was covered over the bone graft.



Fig 44. A radiogram shows membrane elevation without bone graft.

Fig 45, 46. Final prosthesis is cemented after 4 months healing. A radiogram shows sinus augmentation.



Fig 47. A radiogram after 18 months loading. New bone formation is evident in the sinus without bone graft.

Surgical procedure of HPISE with bone graft (Fig 48~60)

After elevating sinus membrane using water pressure, bone graft is optional. Bone graft in the new compartment under the elevated sinus membrane is indicated when heavy cyst is located in the sinus, more than 6mm high sinus elevation is required, implant is not placed simultaneously and postoperative radiopaque image is required to verify sinus elevation.

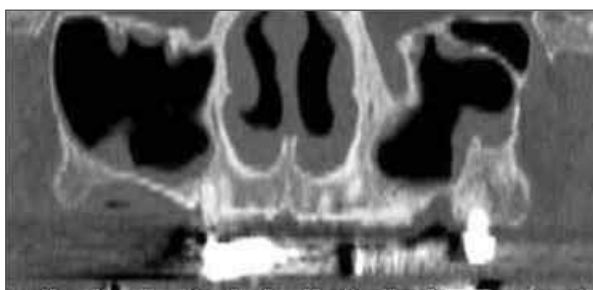


Fig 48. 69 aged man is referred to my department for sinus and vertical ridge augmentation on the right posterior maxilla. He wants bone augmentation only. A radiogram shows very low bone height on the right posterior maxilla.



Fig 49. Round carbide tip was used to break sinus floor at the implant sites.



Fig 50. HPISE tip is inserted into the sinus to elevate sinus membrane with water pressure.



Fig 51. In order to facilitate bone grafting, 4mm wide implant drill was used to expand the site of bone graft.



Fig 52. Note detached sinus membrane from sinus floor. Whenever patient takes a breath, up and down movement of the membrane was seen.



Fig 53. CGF was inserted under the elevated sinus membrane. The CGF prevents membrane perforation as buffering effect during bone grafting and accelerated bone formation in the sinus.



Fig 54. Gel conditioned allograft is injected into the sinus cavity.



Fig 55. Bone graft is compacted with HPISE tip.



Fig 56. Vertical bone defect is augmented with the mixture gel conditioned allograft and mineral allograft.



Fig 57. Ti-mesh is stabilized with bone tack to stabilize bone graft. CGF was covered over the mesh to induce rapid soft tissue healing.

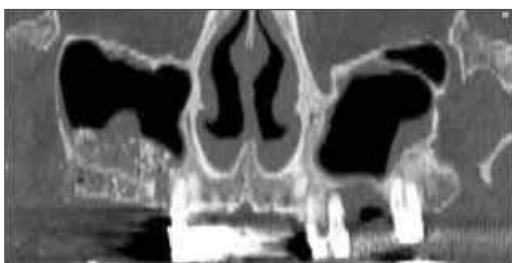


Fig 58. Postoperative radiogram shows favorable sinus augmentation and ridge augmentation.



Fig 59. A radiogram after 6months healing. Sinus augmentation is evident.



Fig 60. Ti-mesh is removed after 6months healing. Favorable idge augmentation is observed. He is referred to private clinic for implant placement.

231 implants were placed with HPISE technique at 3 centers from January 2008 to May 2010. 10 implants showed failure. Membrane perforation was developed in 14 implants (6.0% of perforation). CGF alone was inserted in the new compartment under the elevated sinus membrane in 127 implants (54.9%). Bone graft was used in 100 implants (43.2%). Collagen membrane was inserted in 3 implants (1.3%). Hyaloss matrix was used in 1 implant (0.4%). The success rate of implants was 96%. The success rate of HPISE is compatible to lateral window approach. However postoperative patient's discomfort is very minimal than lateral approached sinus augmentation.

3. Sinus augmentation using lateral window approach

Lateral window approach using various bone substitutes have been performed to overcome deficient bone volume on posterior maxillary ridge for decades.¹⁵⁻¹⁷ However some studies reported new bone formation in animal and human's sinus with membrane elevation alone, resorbable gelatin sponge alone, venous blood alone and autologous fibrin gel with concentrated growth factors alone as alternatives to bone materials.¹⁸⁻²⁵ According to these studies, bone substitutes may not be a prerequisite for sinus augmentation. The function of elevated sinus membrane is controversial, but some studies reported that sinus membrane acted as periosteum and showed osteoinductive potetnial.^{26,27}

Sohn et al reported that significantly higher new bone formation was demonstrated in the sinus without bone graft than inorganic bovine bone grafted sinus.²³ According to this study, bone reformation in the new compartment under the elevated sinus membrane started from elevated sinus membrane and repositioned bony window. Osteoinductive function of sinus membrane seems to be similar to periosteum. Grafted bovine bone acted as only space maker and scaffolding effect in this study. The key for bone reformation in the sinus is not

grafting materials but space making under the elevated sinus membrane. Therefore simultaneous implant placement is required to maintain blood clot in the new compartment under the elevated sinus membrane when bone materials are not used.

A. New bone formation in the sinus with membrane elevation alone

Lundgren et al first reported radiographic finding of bone reformation in the sinus with membrane elevation alone in human. However the study didn't demonstrate histological evidence to verify new bone formation in the sinus.¹⁸ Palma et al demonstrated histologic evidence to verify new bone formation in the monkey's sinus. According to this study, no differences on new bone formation, implant stability and bone-implant contacts was demonstrated between two groups with and without adjunctive autogenous bone graft.¹⁹

Sohn et al. first demonstrated histological evidence of new bone formation in human maxillary sinuses with sinus membrane elevation alone and simultaneous implant placement.²²

Patient selection

Ten sinus surgeries were performed under local anesthesia. The subjects were

divided into two groups according to the method of treating the lateral bony window of the sinus. Group A (five cases) used a non-resorbable membrane to seal the lateral window, but a replaceable bony window was used in Group B (five cases) to maintain blood clot in the sinus. The residual bone height of the edentulous site for implant placement varied from 1~9mm (mean 5mm). After average six months healing, implants were allowed to connect healing abutment and bone biopsy was performed through the site of previous bony window for histologic evaluation.

Surgical procedure of Group A (with barrier membrane)

A bony window was prepared with round carbide insert (S016®, BukBu Dental, Daegu, Korea) connected with ultrasonic piezoelectric device (Surgybone®, Silfradent srl, Sofia, Italy). After careful elevation of sinus membrane, two 4.12mm wide and 13mm high implants (Seven®, MIS implants Technologies Ltd, Shlomi, Israel) were inserted simultaneously (Fig 61, 62). The bony window was sealed with non-resorbable membrane (Gore-Tex®, W. L. Gore & Associates, INC. Flagstaff, Arizona, USA) and the membrane was stabilized with pin (TiTac™, IMTEC Co., Ardmore, USA) to retain the blood in the sinus (Fig 63). The bony defect around dental implant was augmented with



Fig 61. Preoperative radiogram showing insufficient bone height in the right posterior maxilla.



Fig 62. The preparation of bony window is performed with round carbide tip, connected with ultrasonic piezoelectric device. After careful elevation of sinus membrane, two 13mm high implants is placed simultaneously to maintain space under the elevated sinus membrane.

autogenous bone taken from bony portion of window and gel conditioned allograft (Orthoblast II[®], IsoTis OrthoBiologics Inc, California, USA) and covered with a resorbable membrane (Tutoplast Pericardium[®]) over the bone graft (Fig 64). Antibiotics (Levofloxacin, 100mg) and analgesics (Zaltoprofen, 80mg), three times a day for seven days, were give to all patients. Postoperative radiographic views were taken to confirm the implant

position and to check coagulum formation after surgery (Fig 65). After average six months healing, the CT scan was taken to evaluate new bone formation in the sinus (Fig 66, 67). Bone biopsy was performed through the site of previous bony window for histologic evaluation (Fig 68). Follow up radiographic evaluation was continued after the placement of the final prosthetics and at follow-up after loading (Fig 69, 70).



Fig 63. The bony window is sealed with non-resorbable membrane to retain the blood in the sinus.



Fig 64. The bony defect around dental implant is augmented with autogenous bone taken from bony portion of window and gel conditioned allograft, followed by covering with a resorbable membrane.



Fig 65. Postoperative radiogram showing the elevation of sinus membrane.

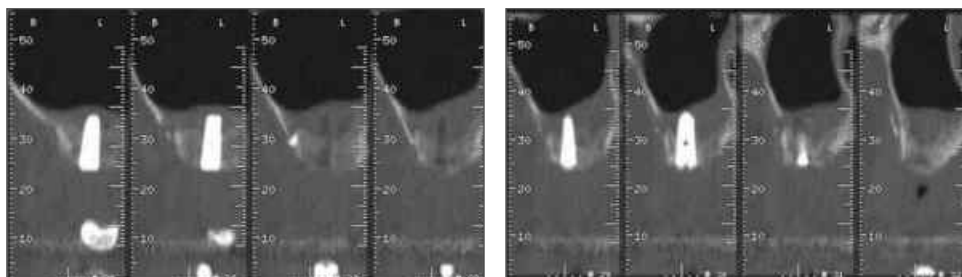


Fig 66, 67. CT scan shows bone reformation in the sinus after 6months healing.

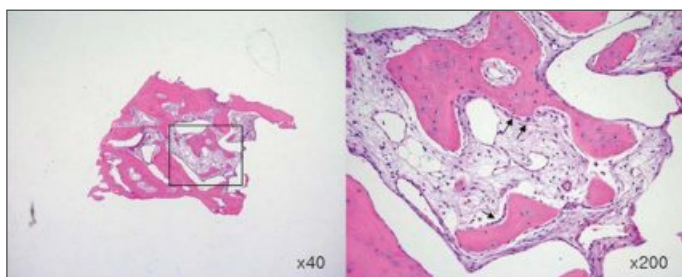


Fig 68.
Bone biopsy showing new bone formation in the sinus. Osteoblasts lines along newly formed bone (arrow). (H-E stain).



Fig 69. Final prosthesis.



Fig 70. Two years in function.

Surgical procedure of Group B (with replaceable bony window)

Full thickness mucoperiosteal flap was elevated to expose lateral wall of sinus cavity under local anesthesia. Saw insert with thin blade (S-saw[®], BukBu Dental, Daegu, Korea) connected with ultrasonic piezoelectric device (Surgybone[®]) was tilted to lateral wall of sinus cavity to make replaceable bony window (Fig 71, 72). The bony window was carefully detached from the sinus membrane and the membrane was elevated superiorly very carefully to create new compartment to retain coagulum in the sinus. When membrane perforation was happened, resorbable collagen membrane (Tutoplast

Pericardium[®], Tutogen Medical GmbH, Neunkirchen am Brand, Germany) was covered over the perforation (Fig 73, 74). Three dental implants (Tapered Screw Vent implant, Zimmer Co) were placed at the same time (Fig 75). The bony window was repositioned to hold blood in the sinus (Fig 76). Postoperative care was as same as that of Group A. Postoperative radiograms and CT scans were taken immediately on surgery day and on the day of the uncovering (Fig 77, 78). A bone biopsy was taken on the lateral access window area on the uncovering day after a six month healing period (Fig 79). Follow up radiographic evaluation was continued after the placement of the final prosthetics (Fig 80, 81).

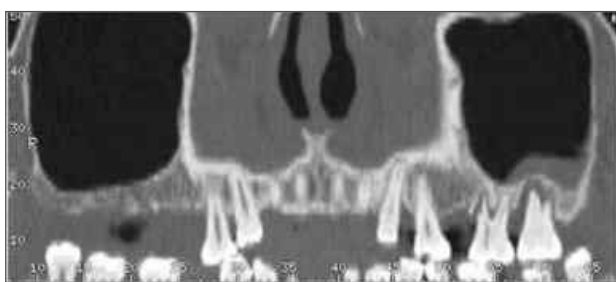


Fig 71. Preoperative radiogram showing low bone height at right posterior maxilla.



Fig 72. Replaceable bony window is prepared with saw insert. Tilted osteotomy is made at anterior and inferior osteotomy line. The bony window is carefully detached from the sinus membrane.



Fig 73, 74.

Membrane perforation is happened during the elevation of membrane and resorbable collagen membrane is covered over the perforation.



Fig 75. Three dental implants are placed simultaneously with good stability.



Fig 76. The bony window is repositioned to seal the window.

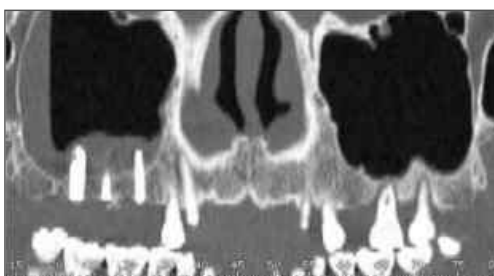


Fig 77. Postoperative CT scan showing membrane elevation in the sinus.



Fig 78. CT scan shows newly formed bone in the sinus after 6 months healing.

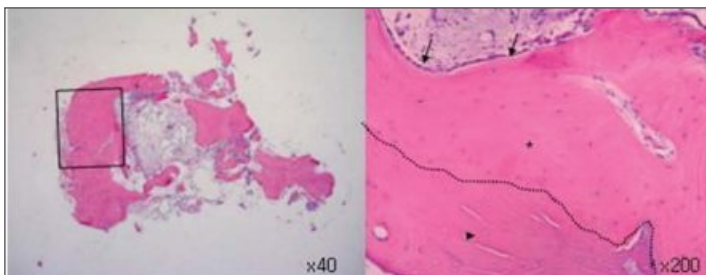


Fig 79. Bone biopsy taken at the uncovering procedure revealed new bone formation (*) in the sinus. Arrow indicates osteoblasts and triangle indicates the bony portion of window.



Fig 80. Final prosthesis.



Fig 81. Radiogram after 3 year and 8 months loading.

Results and discussion

A total of 21 implants were placed simultaneously and no implants showed osseointegration failure after the uncovering procedure. No postoperative infection was developed. All sinuses demonstrated new bone formation through clinical, radiographic and histologic evaluations. All implant supported prosthesis was clinically stable after about 3year follow-up. There are no differences on new bone formation between two groups. The most important factor is to induce new bone formation in the sinus is to maintain the space of new compartment under the elevated sinus membrane.

To prepare bony window, various cutting devices have been recommended. Rotary bur is a common instrument to make bony window, but high rate of membrane perforation is reported in many study.²⁸⁻³⁰ Some studies reported lower rate of membrane perforation with piezoelectric round tip.³¹⁻³³ Current author compared the effect of two types of piezoelectric inserts-round and saw tip-on membrane perforation during creation of lateral bony window.³³ A total rate of membrane perforation using both kinds of piezoelectric insert at 5.51%. The rate of perforation created by the piezoelectric saw (7.14%) was relatively higher than that created by the round diamond insert

(2.32%) in this study. But there was no significant difference between the rates for membrane perforation for the two types of piezoelectric inserts. According to this study, the piezoelectric saw insert has some advantages over the round inserts, such as precision, minimal bone loss, and facilitation of precise replacement of the bony window. In addition, replaceable bony window acts as osteoinductive barrier to accelerate new bone formation in the sinus.²³

B. New bone formation in the maxillary sinus using absorbable gelatin sponge alone.

Maxillary sinus has a potential to induce new bone formation in the new compartment under the elevated sinus membrane. As demonstrated earlier, bone graft may not be prerequisite for sinus augmentation. So even though resorbable gelatin sponge is inserted in the compartment under the elevated sinus membrane for space making, bone reformation in the sinus is evident.^{24,34}

Patient Selection

The study consisted of nine patients treated with sinus augmentation with resorbable gelatin sponge membrane and simultaneous implant placement. Seven patients (seven men and two woman), with

age ranging from 40 to 75 (a mean age of 55.2 years), were included in this study. Preoperative examinations with panoramic views and dental cone-beam computed tomographic scans (Combo[®]: Pointnix, Seoul, Korea or Implagraphy: Vatec, Kyungi, Korea) were performed. The bone height of remaining alveolar ridge was 1.5~7.2mm (average 4.7mm). Bilateral sinus surgery was performed in three patients and unilateral sinus surgery was performed in six patients.

Surgical Procedures

Prophylactic oral antibiotics, Cefditoren pivoxil (Meiact[®]; Boryung Pharm., Seoul, Korea) 300mg t.i.d. were used routinely, beginning one day prior to the procedure and continuing for seven days. Surgery was performed under local anesthesia through maxillary block anesthesia by using 2% lidocaine that includes 1:100,000 epinephrine. After elevating of full thickness flap, the lateral wall of the maxillary sinus was exposed. Piezoelectric saw with thin blade (S-Saw, Bukbu Dental Co., Daegu, Korea), connected to piezoelectric device (Surgybone[®], Silfradent srl, Sofia, Italy), was used to create the lateral window of the maxillary sinus. The tilted osteotomy into sinus cavity was performed at anterior and inferior osteotomy line to facilitate the precise replacement of the bony window as a barrier over inserted

gelatin sponge in the maxillary sinus (Fig 82, 83). After careful elevation of the sinus membrane, the absorbable gelatin sponge (Cutanplast[®], Mascia Brunelli Spa, Viale Monza, Italy) was inserted in the new compartment under the elevated sinus membrane. Twenty two Implants were placed at the same time. The bony portion of lateral window was repositioned to prevent soft tissue ingrowth into the sinus cavity and to promote new bone formation from the lateral wall of maxillary sinus (Fig 84, 87).

Preoperative prophylactic antibiotic therapy was continued postoperatively for 7 days and the sutures were removed 14 days postoperatively. After sinus augmentation, postoperative panoramic radiographs and cone-beam CT scans were taken immediately after surgery. An average of 6 months was allowed for the implants to integrate. The implants were then uncovered and panoramic radiographs and dental cone-beam CT scans were obtained to assess the new bone formation around the implants. Follow up radiogram after loading was taken (Fig 88~92).

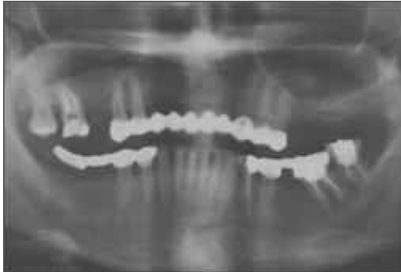


Fig 82. Preoperative radiogram reveals pneumatization of bilateral maxillary sinus and insufficient bone height at both posterior maxilla.



Fig 83. Replaceable bony window is prepared with piezoelectric saw insert. The tilted osteotomy into the sinus cavity was made to facilitate the precise replacement of the bony window as a barrier over inserted gelatin sponge in the maxillary sinus.



Fig 84. After careful elevation of sinus membrane, gelatin sponge is inserted in the new compartment under the elevated membrane.



Fig 85. Implant is placed at the same time and the bony window is repositioned. Ridge augmentation is performed at bony defect around implant.



Fig 86, 87. Same procedure is performed on the left sinus.



Fig 88. Postoperative radiograms showing original sinus floor and no radiopaque image in the sinus.

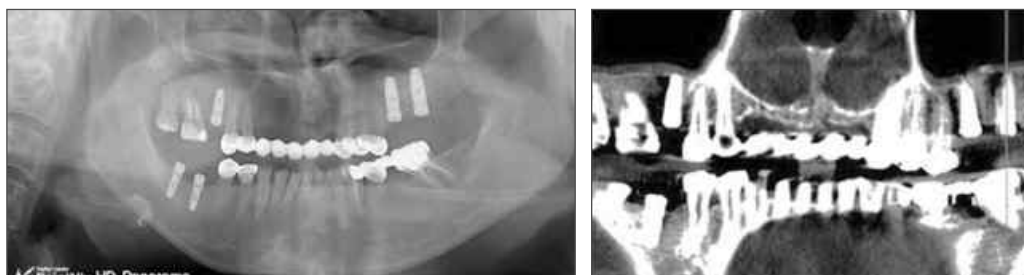


Fig 89, 90. Radiogram taken after 6months healing reveals bone reformation in the both sinus.

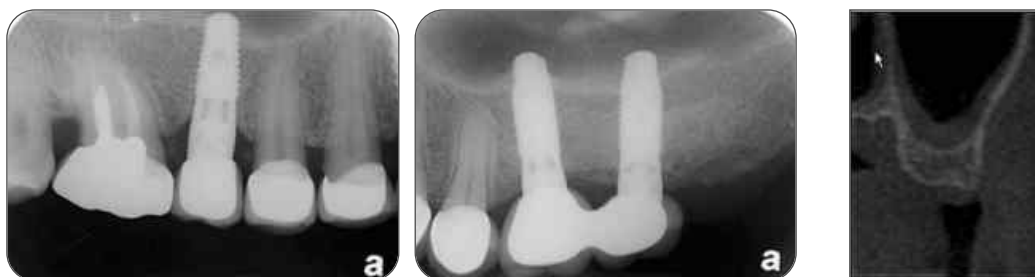


Fig 91. A radiogram confirming bone reformation in the both sinus after 2year loading.

Fig 92. Preoperative radiogram reveals approximately 6mm bone height at the site of left upper second molar.

Results and Discussion

The membrane perforation was developed in two cases. Infection was not developed. New bone formation in the sinus was achieved in all cases using gelatin sponges alone after average six months healing period. Two RBM surfaced

implants were failed after the uncovering procedure. The failures came from insufficient initial instability. This study revealed that placement of dental implant with maxillary sinus with gelatin sponge appears to be predictable procedure for sinus augmentation and bone graft is not an essential factor for sinus augmentation.

C. Bone reformation in the maxillary sinus using peripheral venous blood alone

As described earlier in this chapter, bone graft is not a prerequisite for sinus augmentation when implant is placed simultaneously. According to Hatano et al and Moon et al's study,²¹ The insertion of peripheral venous blood as alternative to graft material can be safely used in

maxillary sinus augmentation as demonstrated in this chapter.

Surgical procedure

The surgical procedure is as same as those demonstrated above except for the insertion of venous blood in the new compartment under the elevated sinus membrane (Fig 92~98).

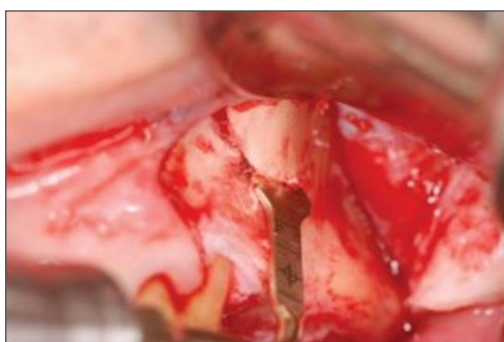


Fig 93.

After the elevation of a mucoperiosteal flap, lateral wall of sinus cavity is exposed. The piezoelectric saw with thin blade (S-Saw, Bukbo Dental Co., Daegu, Korea), connected to piezoelectric device (Surgybone®, Silfradent srl, Sofia, Italy), is used with copious saline irrigation to create the lateral window of the maxillary sinus. The anterior and inferior osteotomy line was created out of perpendicular to the sinus lateral wall, and then superior and posterior osteotomy were made perpendicular to the lateral wall. This design of osteotomy facilitates the precise replacement of the bony window as an osteoinductive barrier over injected venous blood in the maxillary sinus. The bony window was detached carefully to expose the sinus membrane. The sinus membrane is carefully elevated from the sinus floor walls with a manual elevator.



Fig 94. A 4.1mm wide and 13mm high implant (SybronPRO™ XRT implants, Sybron implant solution, California, USA) is placed after elevation of the sinus membrane. The collected peripheral venous blood taken from the brachial vein of patient's arm is injected to fill the new compartment of maxillary sinus.



Fig 95. The detached bony window is repositioned to prevent soft tissue ingrowth into the sinus cavity and to promote new bone formation from the lateral wall of maxillary sinus. This bony window acts as osteoinductive barrier.



Fig 96. A postoperative cone-beam CT scans shows venous blood filled sinus.



Fig 97. 6months healing is allowed for the osseointegration of implant. Cone beam CT shows newly formed bone in the sinus. During uncovering procedure, biopsy specimens is taken with 4mm wide trephine bur at the site of repositioned bony window.

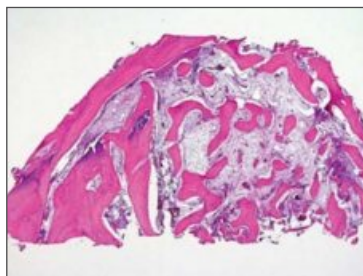


Fig 98. Bone biopsy reveals active new bone formation (H-E stain, x 40).



Fig 99. Final prosthesis.

The peripheral venous blood filled under the elevated sinus membrane could be as a spacer to induce new bone formation in the maxillary sinus as shown on this case. The presence of a blood clot in healing of circumscribed bone defects was already reported.³⁶⁻³⁷ Injection of collected venous blood could be a scaffold for new bone formation in the new compartment under the elevated membrane. The insertion of peripheral venous blood as a graft material can be a viable alternative to bone substitutes and safely used in maxillary sinus augmentation.

D. New bone formation in the maxillary sinus using fibrin rich gel with concentrated growth factors alone

Platelet aggregates, such as platelet rich plasma (PRP), platelet rich in growth factors (PRGF), platelet rich fibrin (PRF) and fibrin rich gel with concentrated growth factors alone (CGF) have been used to accelerate new bone formation associated with guided bone regeneration and sinus graft.³⁸⁻⁴⁰ Platelet aggregates are known to contain concentrated growth factors such as transforming growth factor (TGF- β 1), Platelet-derived growth factor and vascular endothelial growth factor and release slowly the growth factors. As alternative to bone filler in the sinus, the effect of fibrin rich block with concentrated growth factors (CGF) was already reported.⁴¹ Compared to platelet

rich plasma or platelet rich in growth factors, fibrin rich gel with concentrated growth factors is simple to make and doesn't require any synthetic or biomaterials to make gel condition. So it is free from the risk of cross-contamination of bovine thrombin (Fig 100).

According to current author and colleagues' unpublished study on 61 sinus augmentations using fibrin rich gel with concentrated growth factors alone, fast new bone formation in the sinus was apparent in the all sinus radiographically and histologically.⁴² Any significant postoperative complications were developed. The success rate of implant was 98.2% after average 10months loading. The study showed that the use of fibrin block with concentrated growth factor acts as alternative to a bone graft and can be a predictable procedure for sinus augmentation.

Surgical procedure

As various studies on sinus augmentation without bone graft revealed earlier, bone graft may not be essential factor for sinus augmentation. The key is to maintain new space under the elevated sinus membrane.

No bone added sinus augmentation has many advantages such as

- 1) Infection is not reported.
- 2) Significant higher new bone

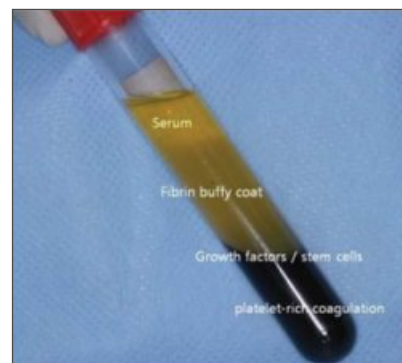


Fig 100. Fibrin rich block with concentrated growth factors made by specific centrifuge (Medifuge®, Silfradent srl, Sofia, Italy). CGF is prepared with 20~60CC of patient's venous blood was taken from patients' vein in patient's forearm before sinus graft is performed. The blood in the test tubes were centrifuged at 2400~2700rpm using specific centrifuge with a rotor turning at alternated and controlled speed for 12minutes. The 2nd layer is fibrin buffy coat layer represented by a very large and dense polymerised fibrin block and the 3rd layer is a liquid phase containing the concentrated growth factors, white line cells and stem cells waiting for stimulation and to differentiate into specialized cell types. The second and third layer is known to have high concentration of growth factors. These two layers are inserted into the sinus cavity to accelerate new bone formation.



Fig 101. This Fibrin rich block includes 2nd and 3rd layer of prepared CGF.

- formation is achieved than bone added sinus graft.
- 3) Patient's morbidity is very low because the harvesting of autogenous bone is not required.
- 4) The risk of cross contamination from bovine and human bone is eliminated.
- 5) Surgical cost can be reduced.



Fig 102. Preoperative radiogram shows 5~6mm of bone height at left posterior maxilla.



Fig 103. The piezoelectric saw, connected to ultrasonic piezoelectric device (Surgybone), is used to create the replaceable lateral window of the maxillary sinus. Sinus membrane is carefully elevated to expose medial wall of sinus.

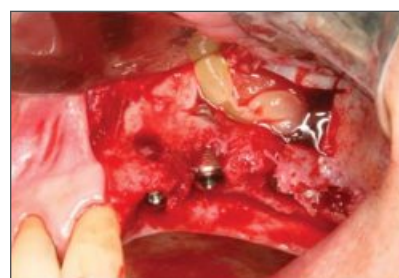


Fig 104. Four pieces of fibrin rich gel is inserted in the new compartment between the elevated membrane and sinus floor. Three tapered design implants (Dentis implant, Dentis Inc, Daegu, Korea) is placed simultaneously.



Fig 105. The bony window was repositioned with stability to seal the window. Guided bone regeneration using mineral allograft and collagen membrane was performed to augment the bony defect around implants.



Fig 106. Postoperative cone beam CT scans showing membrane elevation and implant placement in the left sinus.

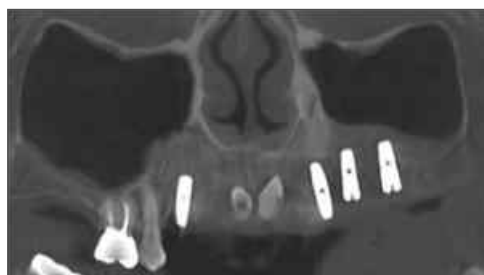


Fig 107. Radiogram after 5 months healing. Bone reformation is evident in the left sinus



Fig 108. Final prosthesis after 6 months loading



Fig 109. A periapical radiogram after 6 months loading.

References

1. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-616
2. Summers RB. The osteotome technique: Part 3-Less invasive methods of elevating the sinus floor. *Compendium*. 1994;15:698-708.
3. Sohn DS. Presented at hands on course on piezoelectric bone surgery. 2003;Oct 26.
4. Sohn DS, Lecture titled with clinical applications of piezoelectric bone surgery. 8th congress of international congress of oral implantologists. Singapore. 2004;Aug.28th.
5. Sohn DS, Lee JS, An KM, Choi BJ. Piezoelectric internal sinus elevation (PISE) technique: a new method for internal sinus elevation. *Implant Dent*. 2009;18(6):458-463
6. Chen L, Cha J. An 8-year retrospective study: 1100 patients receiving 1557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol*. 2005;76:482-491
7. Yamada JM, Park HJ. Internal sinus manipulation (ISM) procedure: a technical report. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2007;9(3):128-135
8. Samuel Lee, Grace Kang, Kwang-Bum park, Thomas Han. Crestal sinus lift: A minimally invasive and systematic approach to sinus grafting. *J Implant Adv Clin Dent*.2009;1(1):75-88.
9. Sohn DS, Moon JW, Ahn KM, et al. Minimally invasive sinus augmentation using hydrodynamic piezoelectric internal sinus elevation(HPISE). *Newspaper of Korean Dental Association*. 2008;1696:18-19.
10. Sohn DS, Maupin P, Fayos RP, et al, Minimally Invasive Sinus Augmentation using Ultrasonic Piezoelectric Vibration and Hydraulic Pressure. *J Implant Adv Clin Dent*. 2010;2:27-40 .
11. Girolamo MD, Napolitano B, Arullani CA, et al. Paroxysmal positional vertigo as a complication of osteotome sinus floor elevation. *Eur Arch Otorhinolarygol*. 2005; 262: 631-633.

12. Penarrocha M, Garcia A. Benign paroxysmal positional vertigo as a complication of interventions with osteotome and mallet. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 64:1324.
13. Saker M, Oqle O. Benign paroxysmal positional vertigo subsequent to sinus lift via closed technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63:1385-1387.
14. Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH, Fugazzotto PA. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999 ;14(6):853-858
15. Misch CE. Maxillary sinus augmentation for endosteal implants: organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol.* 1987;4:49-58.
16. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10:303-311.
17. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007; 22:49-70.
18. Lundgren S, Andersson S, Gualini F, et al. Bone reformation with sinus membrane elevation: A new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2004; 6(3): 165-173.
19. Palma VC, Magro-Filho O, de Oliveira JA, et al. Bone reformation and implant integration following maxillary sinus membrane elevation: An experimental study in primates. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2006; 8(1): 11-24.
20. Nedir R, Bischof M, Vazquez L, et al. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: a 1-year prospective pilot study with ITI implants. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(6):679-86.
21. Hatano N, Sennerby L, Lundgren S. Maxillary sinus augmentation using sinus membrane elevation and peripheral venous blood for implant-supported rehabilitation of the atrophic posterior maxilla: case series. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2007;9:150-155.
22. Sohn DS, Lee JS, Ahn MR, et al. New bone formation in the maxillary sinus without bone grafts. *Implant Dent* 2008;17:321-331.
23. Sohn DS, Kim WS, An KM, et al. Comparative histomorphometric analysis of maxillary sinus augmentation with and without bone grafting in rabbit. *Implant Dent.* 2010;19(3):259-270
24. Sohn DS, Moon JW, Moon KN, et al. New bone formation in the maxillary sinus using only absorbable gelatin sponge. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68(6):1327-1333.
25. Sohn DS, Moon JW, Moon YS, et al. The use of concentrated growth factor(CGF) for sinus augmentation. *The Journal of Oral Implants.* 2009;38: 25-38.
26. Gruber R, Kandler B, Fuerst G, et al.

- Porcine sinus mucosa holds cells that respond to bone morphogenetic protein (BMP)-6 and BMP-7 with increased osteogenic differentiation in vitro. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15:575-580.
27. Srouji S, Kizhner T, Ben David D, et al. The Schneiderian membrane contains osteoprogenitor cells: in vivo and in vitro study. *Calcif Tissue Int.* 2009;84:138-145.
 28. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol* 2004;75:511-516.
 29. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: Report of a technique for large perforations. *Implant Dent* 1999;8:29-34.
 30. Proussaefs P, Lozada J, Kim J, Rohrer MD. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: A human study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:413-420.
 31. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: Clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:413-419.
 32. Blus C, Szmukler-Moncler S, Salama M, Salama H, Garber D. Sinus bone grafting procedures using ultrasonic bone surgery: 5-year experience. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2008;28: 221-229.
 33. Sohn DS, Moon JW, Lee HW, et al. Comparison of two piezoelectric cutting inserts for lateral bony window osteotomy: a retrospective study of 127 consecutive sites. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010 ;25(3):571-576.
 34. Sohn DS, Moon JW, Moon KN, et al. New bone formation in the maxillary sinus with elevation of sinus membrane and graft of resorbable gelatin sponge : case series report. *Implantology* 2008; 12-2:26-34.
 35. Moon JW, Son DS, Heo JU, et al. New Bone Formation in the Maxillary Sinus Using Peripheral Venous Blood Alone. Accepted for publication in *J Oral Maxillofac Surg.*
 36. Melcher AH, Dreyer CJ. Protection of the blood clot in healing of circumscribed bone defects. *Journal of Bone Joint Surgery* 1962;22:424-429.
 37. Thor A, Rasmusson L, Wennerberg A, Thomsen P, Hirsch JM, Nilsson B, Hong J. The role of whole blood in thrombin generation in contact with various titanium surfaces. *Biomaterials.* 2007;28:966-974.
 38. Anitua E, Orive G, Pla R, Roman P, Serrano V, Andia I. The effects of PRGF on bone regeneration and on titanium implant osseointegration in goats: a histologic and histomorphometric study. *J Biomed Mater Res A.* 2009 ;91(1):158-165.
 39. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, Dohan DM. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part V: histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation

- in sinus lift. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101(3):299-303.
40. Corigliano M., Sacco L., Baldoni E. CGF-una proposta terapeutica per la medicina rigenerativa. Odontoiatria n° 1- anno XXIX-maggio 2010, 69-81. Sohn DS, Moon JW, Moon YS, et al.
41. The use of concentrated growth factor (CGF) for sinus augmentation. The Journal of Oral Implants. 2009;38: 25-38
42. Sohn DS, He JU, Kwak DH, et al. Bone regeneration in the maxillary sinus using autologous fibrin rich block with concentrated growth factors alone. Submitted to Implant Dent

교신 저자 연락처

손 동 석 :

Email : dssohn@cu.ac.kr

레이저를 이용한 상악동 거상술

황재홍

| 서울황제치과

일반적인 상악동 lateral approach 시 사용되는 bur는 물리적인 힘과 조절의 어려움이 있어서 막의 천공이 일어날 수 있으며, bone 삭제로 인한 gap의 존재가 단점으로 지적된다. Piezo surgery의 장점은 bur보다는 막의 자극이 적어 천공가능성이 줄어든다.

Waterlase의 상악동측벽제거시에는 water, air의 적절한 조절로 인해 schneiderin

membrane을 pushing하는 효과와 골 삭제량이 적어서 wall-off인 경우 re-adaptation시에 dead space를 줄일 수 있다. 하지만, 어떠한 기구나 장비를 이용하더라도 mucous thickening되거나 염증소견의 약한 상악동 점막을 다룰시에는 항상 주의를 요한다. Laser 역시 장점을 잘 활용하여 충분한 숙달기간과 노력이 수반되어야 천공의 위험에서 벗어날 수 있다.

〈레이저치료의 장점〉

- 살균상태의 유지
- 출혈의 감소
- 절단 깊이를 판단하기 좋다.
- 정밀한 절단
- 가구수의 감소
- 보통 봉합이 필요 없다.
- 술중 술후 고통의 감소
- 상처 치료의 장애가 되지 않고 증진시킨다.
- 적은 흉터
- 기구와 스텝 그리고 시간 절약을 통해 낮은 비용이 든다.

〈치료 사례〉



Fig 1. 술전 파노라마이며, #16 root 상방에 radiopaque한 cyst 양상이 보인다.

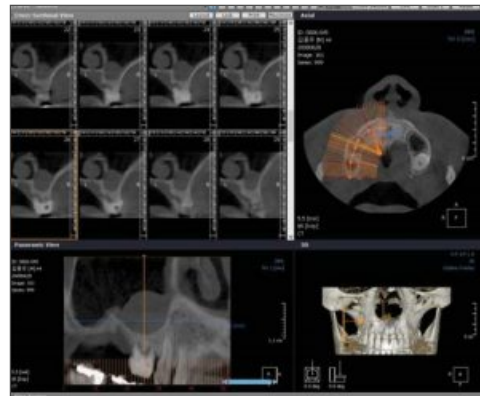


Fig 2. CT scan상 medial wall과 inferior 전반부에 cyst가 보이며, 환자의 증상은 없어서 제거하지 않고 조심스럽게 거상하는 방법을 선택하였다.



Fig 3. Waterlase MD로 5.5W water 45%, Air 65%로 window를 형성하고 있으며, 이때 tip은 15° 정도의 경사를 이루는 것이 유리하다.



Fig 4. 비교적 경계부위가 명확하며, bur보다는 dead space가 적고 minimal invasive한 장점이 있다.



Fig 7. 임플란트를 식립한 후의 모습이며, 발치와의 측벽을 이용해 초기고정을 얻을 수 있었다.



Fig 5. Mucosal thickness를 보여, elasticity은 부족하지만 막의 천공 없이 거상되고 있다.



Fig 8. 술후의 파노라마상이며, 골이식재는 보이나 cyst는 경계가 불분명하여 CT상이 필요로 한다.



Fig 6. Cyst를 조심스럽게 거상하면서, 이식재를 첨가하였다. Aspiration을 시행할 수도 있었지만, cyst를 거상하는 것으로 마무리 하였다.

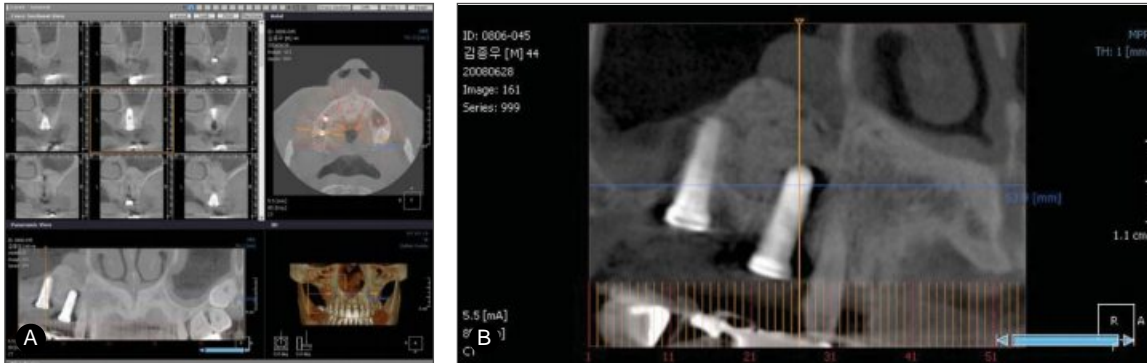


Fig 9. 이식한 골이식재 상방으로 cystic인 mass가 상방으로 전위된 모습을 보이며, 부피가 줄어들어 약간 찌그러진 양상을 보이고 있다.

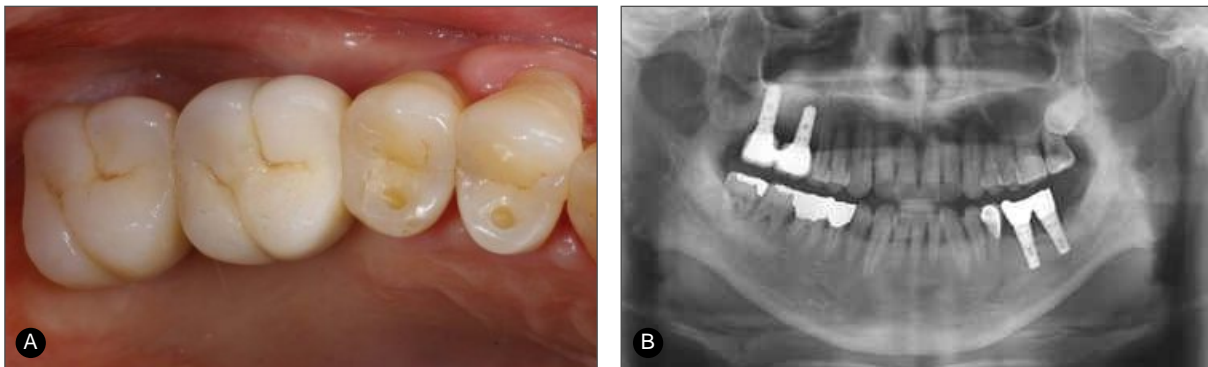


Fig 10. 최종 보철 후의 모습이다.

상기 증례는 crestal approach로 시도하다가, shneiderian membrane의 천공으로 즉시 lateral approach로 마무리한 증례이며,

minimal invasive한 장점이 있는 반면 crestal approach는 blind tech이어서 술자의 숙련도에 의존하는 단점이 존재한다.

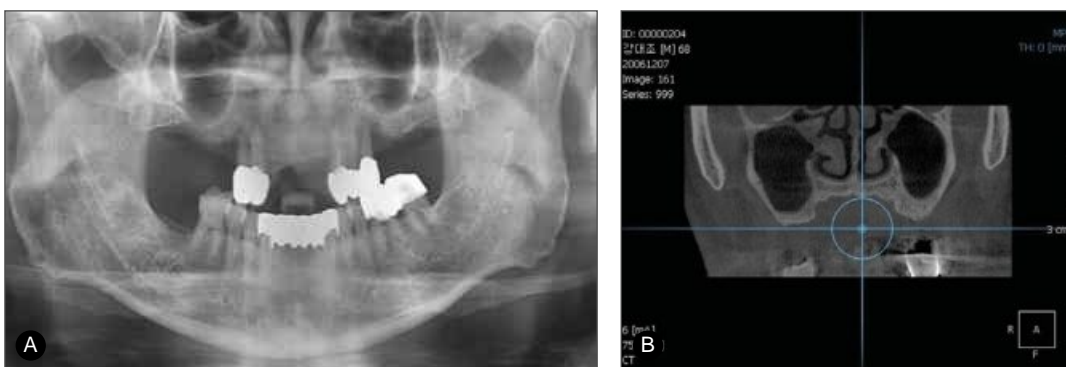


Fig 11. 초진 시의 양측 상악동 양상이다.

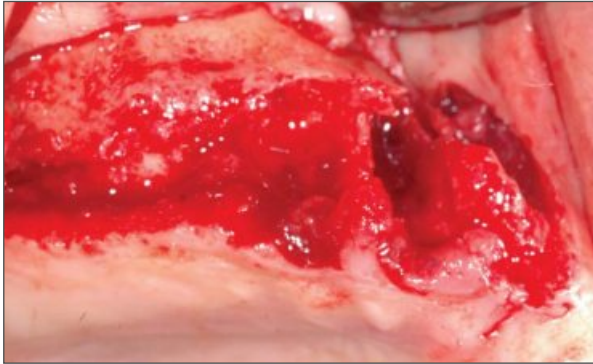


Fig 12. Waterlase MD 2.5W, 15% Air, water incision mode로 시행한 모습이다.



Fig 13. 수직적거상술로 시행하다가 상악동막의 천공이 발생한 모습이다. 4~6주 이후에 다시 기다렸다가 같은 방법으로 시행할 수도 있으나, waterlase MD를 이용하여 lateral approach를 시도하였다.

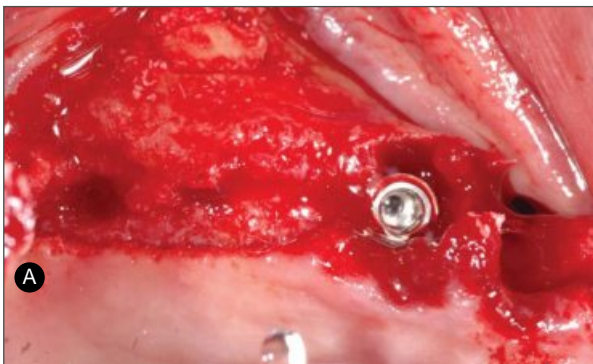


Fig 14. 측방거상술로 다시 접근하여 골이식을 시행한 모습이다.

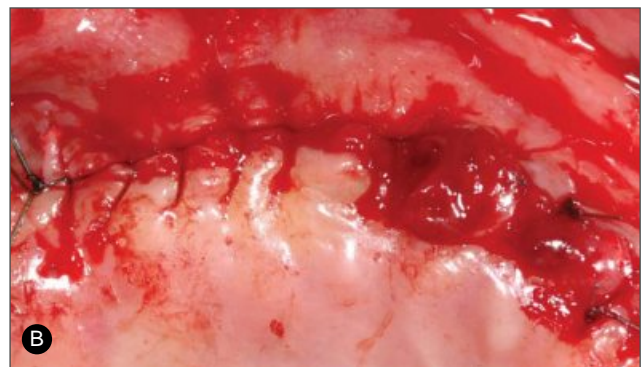
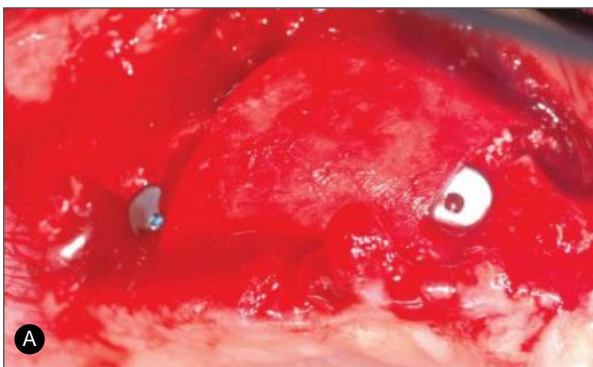


Fig 15. 차단막 사용과 봉합 후의 모습이다.

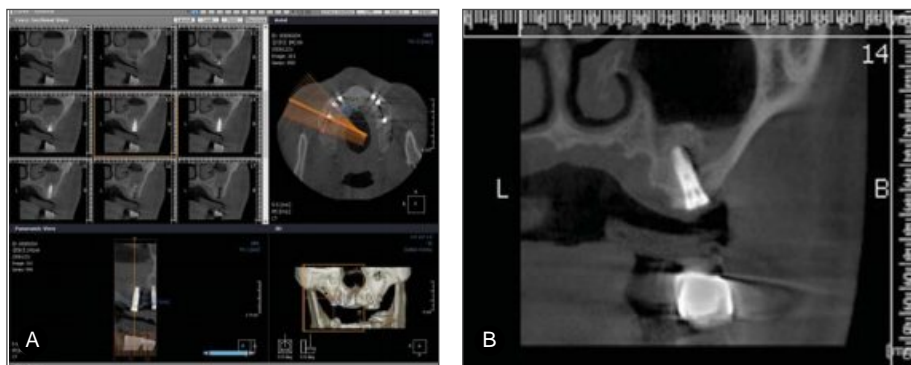


Fig 16. 술후 CT상의 모습이다.

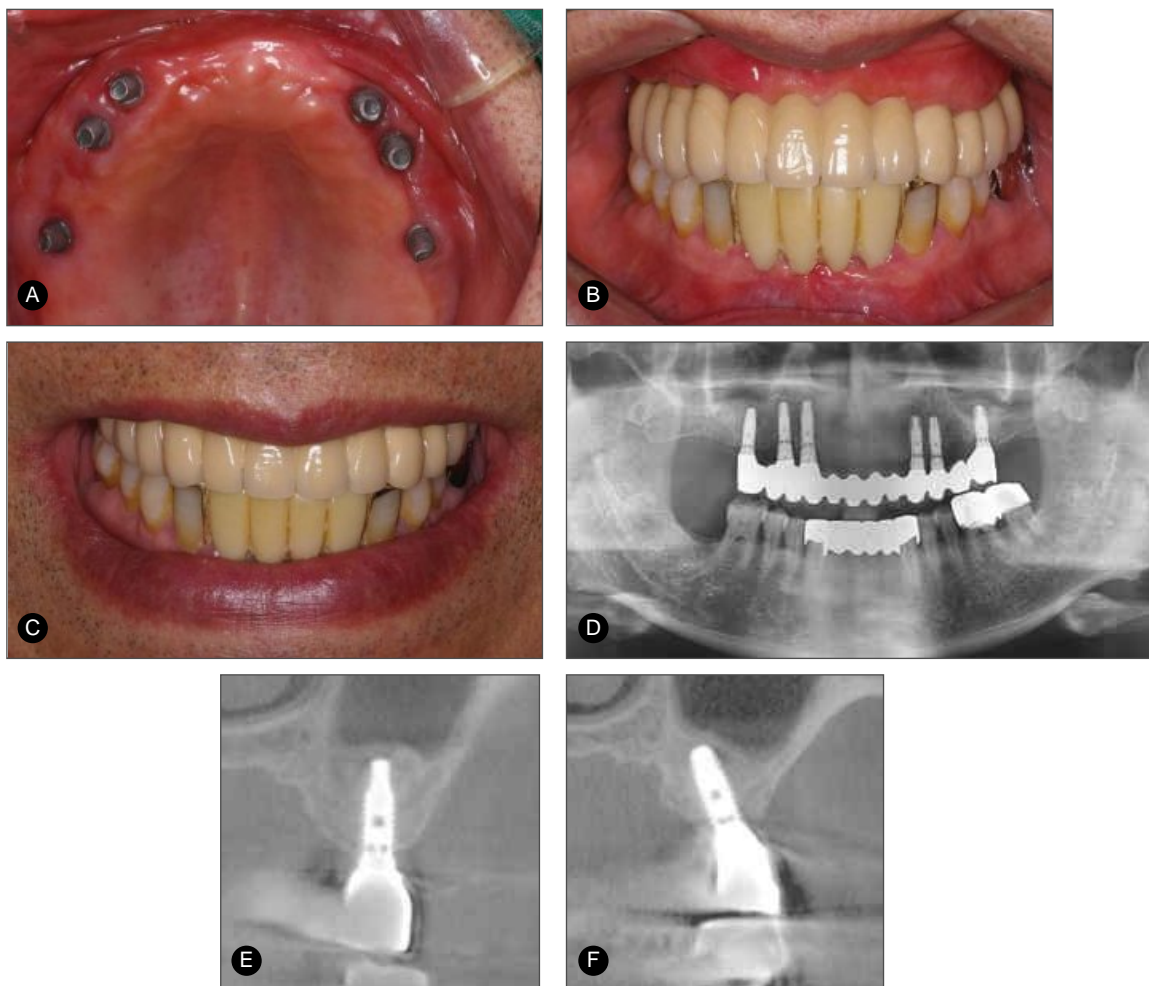


Fig 17. 최종 보철 후 1년 경과후의 모습이다 (상악).

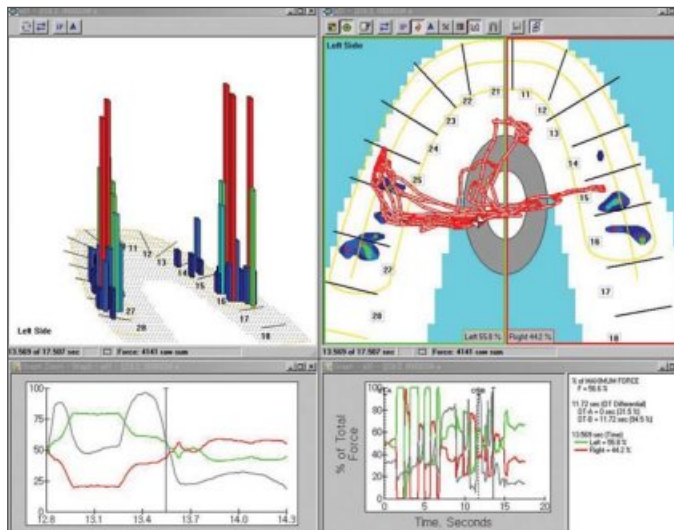


Fig 18. T-scan을 활용하여 교합조정을 하고 있는 모습이다.

References

1. El Askary AS, Meffert RM, Grifftin T. Why do implants fail? Part 1. implant Dentistry. 1999;8:173-183
2. Meffert RM, Treatment of failig dental implants, Curr Opin Dent. 1992; 2:109-144
3. Quinynen M, Listgarten MA. The distribution of bacterial morphotypes around natural teeth and titanium implants ad modum Branemark. Clin Oral implant Res. 1990; 1:8-12
4. Deporter DA, Todescan R Jr, Piliar RM, et al. Sintered, porous- surfaced dental implants: pushing the envelope of current practice. Int Mag Oral impt. 2003; 4:53-60
5. E-Askary AS, Meffert RM, Grifftin T. Why do implants fail? Part 11. implant Dentistry. 1999; 8:265-176
6. Zablotzky MH. A retrospective analysis of the management of ailing and falling endosseous dental implants. Implant Dentistry. 1998; 7:185-189.
7. Mettert RM, Maintenance of dental implant Dentistry. St. Louis: outcomes of therapy for osseous lessions. Periodontol 2000. 2000; 22:22-43

교신 저자 연락처

황 재 흥 :
Email : ca2nan@naver.com

발치 후 즉시 임플란트 식립 시 입자의 크기가 다른 이종골 이식 후 신생골 형성 차이 비교

윤성욱 · 류재준 · 권종진

I Implant Major, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University
(Directed by Professor Jong-jin Kwon, D.D.S., M.S.D, Ph.D.)

ABSTRACT

Comparison of new bone formation after immediate implant placement with different sizes of xenografts

Sung-Uk, Yoon, D.D.S.

Implant Major, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University

(Directed by Professor Jong-jin Kwon, D.D.S., M.S.D, Ph.D.)

Purpose: The aim of this study was to determine the effect on new bone formation resulting from the placement of xenograft with different sizes of particles after immediate implant procedure in extraction sockets.

Materials and Methods: Three adult dogs were used and divided into 3 groups. The second, third and fourth mandibular premolars were removed and replaced with immediate implants. On the left side, large particles (0.6~1.0mm) of xenograft was placed in the extraction wound, while the corresponding premolar sites on the right side were filled with small particles (0.4~0.6mm) of xenograft. Dogs were euthanized after 2, 4, and 8weeks respectively and implant stability on the left and right side was measured. Also, BA and BIC was measured in three groups of tissue specimens.

Results: There was no clear distinction in implant stability, BA and BIC according to particle sizes of xenograft in 2, 4 and 8weeks post-operative groups.

Conclusion: The new bone formation observed in extraction sockets did not show the significant difference between large and small particles of xenograft.

Key words : Particle size, BA (bone area), BIC (bone to implant contact), Implant Stability

I. 서론

21세기 들어와서 임플란트 치료는 치과치료에 있어서 중요한 위치를 차지하게 되었다. 임플란트가 처음 소개되었을 당시만 해도 골의 양이 충분한 부위에서만 적용되었으나, 그 후 GBR이라는 술식이 개발되면서 골이 없는 부위에 대해서도 임플란트를 식립할 수 있게 되었다.⁴⁻¹⁴ 또한 임플란트 표면 처리기술의 발전과 골 이식재의 발전으로 인하여 임플란트 치료기간이 단축되었다. 최근에는 발치 후 즉시 임플란트 식립이라는 치료법이 주목받고 있다.

발치 후 즉시 임플란트 치료법은 발치 후 치조골 폭경의 감소를 막아주며 전치부에서는 발치 후 즉시 식립 및 provisional restoration을 통하여 발치 후 느낄 수 있는 심미적 불편함을 해결 할 수 있는 장점이 있다. 또한 발치와에서 진행되는 빠른 치유기전이 임플란트의 골유착에 도움을 줄 수 있다. 물론 발치 후 즉시 임플란트 식립술을 모든 경우에 적용 할 수 있는 것은 아니다. 주로 단근치를 가진 치아 부위에서 적용하는 것이 유리하며 다근치의 경우 임플란트의 초기 고정을 얻기 위하여 좀 더 세심한 주의가 필요하다. 또한 단근치와 다근치의 경우 임플란트 식립을 한 뒤 발치와 내벽과 임플란트 사이에 존재 하는 간격은 연조직의 침투를 막기 위하여 골 이식이 꼭 필요한 과정이다. 이렇듯 발치 후 즉시 임플란트 식립은 대부분의 경우 골 이식과정이 동반되므로 골 이식재 특성에 대한 검토가 필요하며 또한 발치와 내벽과 임플란트 사이 간격의 크기에 따라 이식하는 골 입자 크기에 대한 고려도 필요하다.¹⁸⁻¹⁹

골 이식재는 크게 자가골, 동종골, 이종골 그리고 합성골로 분류된다. 골 이식재의 종류에 따라서 osteogenesis, osteoinduction,

osteoconduction 기전에 의해서 신생골 형성에 기여하는 것으로 알려져 있다. 여러 가지 골 이식재 중에서 가장 결과가 좋은 것은 자가골이라 알려져 있다. 자가골의 공여부로는 관골, 상악결절, 하악 골체부, 상행지 및 오웬돌기 등이 있다. 하지만 자가골의 이용은 공여부를 위한 부가적인 수술과정이 필요하고 많은 양을 얻기가 어려우며 술 후 합병증의 가능성이 있어 술자 및 환자에게는 부담스런 면이 없지 않다.¹⁵⁻¹⁷ 또한 Maiorana 등은 자가골을 단독 이식재로서 사용하면 시간이 경과하면서 흡수 될 가능성이 있기 때문에 이런 흡수 현상을 피하기 위해서는 소뼈 유래 무기질 (anorganic bovine bone mineral, ABBM) 을 함께 병행하여 사용해야 한다고 주장하였다.²¹ 이러한 이유들로 인하여 자가골을 대신하여 사용할 수 있는 이종골의 개발은 더욱 발전하게 되었다. 최근 시판되고 있는 대부분의 이종골은 골전도 기전에 의한 골 치유를 보이며 숙주의 골 형성 전구세포들과 혈액 성분들은 이식재를 격자 (scaffold)로 이용하여 결손부의 수복을 도모하게 된다. 실험에 의하면 이종골 이용한 상악동 골이식과 함께 식립된 임플란트의 생존율은 자가골 단독 이식에 비하여 더욱 우수하다고 보고된 바 있다. 다양한 처리 과정을 거쳐 항원성을 제거한 이종골은 골 입자의 사이의 공간이 가교적 구조를 가지고 있기 때문에 골 전구 세포들과 신생 혈관이 수용부로부터 이식재 사이로 잘 침투해 들어오면서 국소적인 골 형성이 우수하다고 알려져 있다. 하지만 일반적으로 이종골은 자가골과 달리 흡수 속도가 느려 신생골 재생을 위한 scaffold로서의 역할에 좋은 효과를 보여주고 있지만 빠른 골 대체 효과가 지연되는 단점도 보이고 있다.

이종골의 입자의 크기가 신생골 형성에 미치는 영향에 대해서도 여러 연구가 있었다. Hui

Xu 등¹은, small particles (300~500 μ m)가 large particles (850~1000 μ m) 보다 이식 후에 더 우수한 신생골 형성 결과를 보였다고 하였고 하며 Zaner 등²은 골 이식재 사이즈 선택 시 300~500 μ m 크기를 추천하였고 반면 Murai 등³은 medium-sized (250~500 μ m) 골 입자가 small-sized particles (100~250 μ m) 보다 골 형성을 촉진할 수 있다고 하였다. 이러한 이종골 이식재의 입자 크기를 잘 활용할 수만 있다면 이종골의 단점인 골 대체 지연효과를 어느 정도 극복하여 신생골의 형성을 촉진할 수 있으며 또한 임플란트의 골 유착에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 본다.

따라서 본 연구에서는 발치 후 즉시 임플란트 식립 시 발치와에 이식하는 이식골의 입자의 사이즈를 달리하여 임플란트 주위의 신생골의 형성 차이를 비교해 보고 또한 이에 따른 임플란트의 안정도 변화를 알아보려고 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험동물

영구치가 완전히 맹출되고 체중이 20kg 내외인 생후 1년 전 · 후의 잡종견 총 3마리를 사용하였다.

2) 실험재료

a. 본 연구에 RBM (Resorbable Blasting Media) 표면을 가진 바이오템 (한국) 임플란트 18개 (직경 4.0mm, 길이 10mm)를 사용하였다.



Fig 1. The Shape of Biotem implant®.

b. 발치와 (socket)와 임플란트 사이의 공간은 오스코텍사 (한국)에서 출시된 Biocera® (bovine bone powder)를 이용하여 충전하였으며 particle size는 0.6~1.0mm (Fig 1)과 0.4~0.6mm (Fig 2)를 각각 사용하였다.

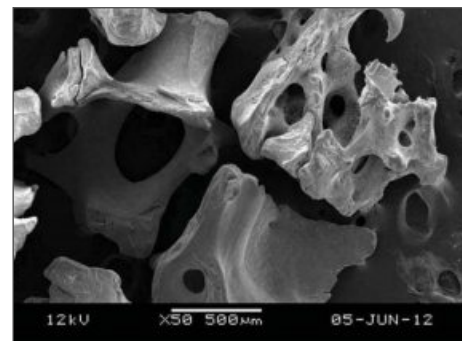


Fig 2. 0.6~1.0mm BIOCERA.

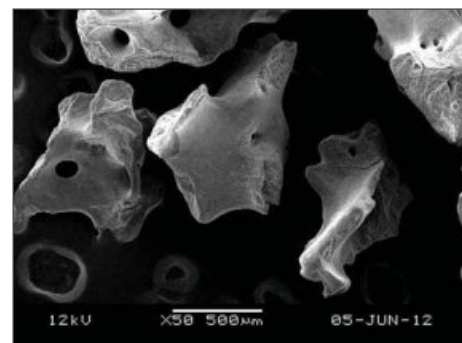


Fig 3. 0.4~0.6mm BIOCERA.

- c. 발치와 내벽에 Biocera 이식 후에는 발치와 상방에 콜라가이드 차폐막 (30mm×40mm×0.3mm, 오스코텍®, 한국) (Fig 4)을 사용하였다.



Fig 4. Colla guide membrane®.

2. 실험방법

1) 발치 및 임플란트 식립

Ketamine (10mg/kg, 유한양행)으로 전신마취를 한 후 1/10로 희석한 베타딘으로 구강 내외와 수술 부위를 소독하고, 구강 내는 생리식염수로 세척한 후 1:100,000 에피네프린 첨가 2% 리도케인으로 침윤마취를 시행한 뒤 하악 좌우 소구치 (P2-P4)를 발거하고, 양측 소구치 (p2-p4)발치와를 직경 10mm, 높이 5mm 원통형으로 골 삭제를 시행하고 임플란트를 식립한다 (Fig 5, 6).

임플란트 식립 시에는 좌·우 발치와에 각각 3개씩 총 6개를 식립하며 임플란트 식립 위치는 형성된 발치와 원심 설측에 붙여 식립을 시행하였다. 식립 시에는 임플란트의 수술 kit와 KaVo®의 전동모터와 핸드피스를 사용하였다. 나사형 임플란트 시스템의 수술방식에 따라 생리 식염수로 과열을 방지하며 순서대로 골 삭제를 시행하여 임플란트 수용부를 형성하고 임플란트를 식립하였다. 이 후 Cover screw를 고정하고 좌

측과 우측 골이식을 시행하는데 좌측에는 골 입자의 크기가 0.6~1.0mm의 Biocera® (오스코텍, 흡수성 봉합사 (3-O vicryl)를 이용하여 발치와 내 벽의 빈 공간에 골 이식을 하였으며 (Fig 8) 우측 발치와 3곳은 입자크기가 0.4~0.6mm의 Biocera® (오스코텍)을 골 이식을 하였다. 발치와 상방에는 콜라가이드 흡수성 차폐막을 이용하여 봉합하였으며 (Fig 9), 술후 감염 방지를 위하여 20mg/kg의 Amoxicillin (종근당)을 3일간 근육주사 하였다. 임플란트 식립 시 임플란트 초기 안정도 측정을 위하여 RFA (Osstell®)와 Periotest®를 각각 3번과 5번 시행하여 그 평균값을 기록 하였고 (Fig 7),

Insertion torque value를 측정하였다. 또한 각 군단 1마리의 성견은 각각 2주, 4주, 8주 후 희생 시 다시 한번 동일한 방법으로 수치를 측정하였다.



Fig 5. 발치와 형성

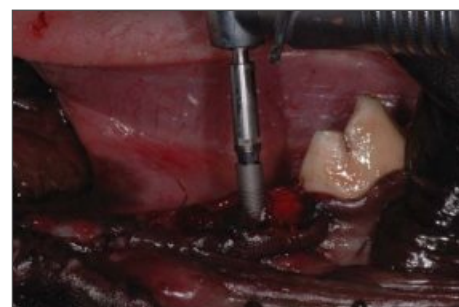


Fig 6. 임플란트 식립



Fig 7. 안정도 측정

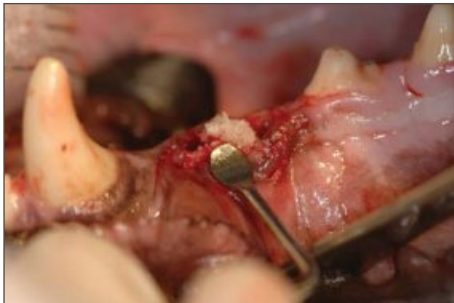


Fig 8. 이종골 이식



Fig 9. 차폐막 사용

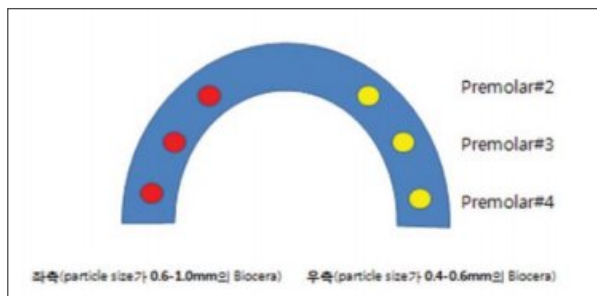


Fig 10. 실험 모식도

2) 안정도 측정

a. Insertion torque 측정

임플란트 식립 시에 측정되는 Insertion torque 수치 (Ncm)를 기록하였다.

b. 공명 진동수 분석 (RFA, Osstell-Integration Diagnostics Ltd, Sweden)

이번 실험에서 사용한 공명 진동수 분석기는 Osstell mentor[®]이다. 얻어진 공진주파수 값 (Resonance Frequency Value: RFV)은 임플란트 안정 계수 (Implant Stability Quotient: ISQ)라고 명명된 1에서 100 사이의 계수로 변환하였다.

c. Periotest (Simens AG, Germany)

Periotest[®]의 원리는 치아 동요도에 따른 접촉시간의 차이를 이용하여 안정성을 측정하는 것이다. 측정 수치는 -8 (낮은 동요도)에서 +50 (높은 동요도)까지 표시하였다.

3) 실험동물 희생

임플란트 식립 후 2주, 4주 그리고 8주에 Barbiturates 과량을 정맥주사하여 실험동물을 희생시키고, 연조직을 포함한 임플란트 식립부위의 염증 유무, 임플란트의 노출 여부, 기타 이상 유무를 육안과 확대경을 이용하여 관찰하였다. 양측 하악골을 임플란트 식립 부위로부터 3cm의 거리를 두고 골막을 박리하고 부검용 톱으로 매식체를 포함한 골 조직편을 연조직을 포함하여 채취하였다.

3. 표본 제작 및 관찰방법

1) 비탈회 표본 제작

채취된 매식체를 포함하고 있는 골조직편을 10% 포르말린으로 고정시킨 뒤 2~4mm의 두께로 자른 후 다시 고정시켰다. 에틸 알코올과 레진 (Technovit 4000, Kulzer)의 비율을 3:1, 1:1 그리고 1:3의 비율로 바뀌가면서 8~12시간씩 처리하여 조직에 레진을 침투시켰다. 이후 플라스틱으로 만들어진 틀에 조직을 넣고 액체상태의 광중합레진 (Technovit 7,200, Kulzer)으로 채운 후 450nm 파장의 U.V.로 레진을 중합하였다. 만들어진 레진블록을 플라스틱 틀로부터 제거한 후 두께가 200 μ m가 되도록 절단하여 (EXAKT cutting System) 보고자 하는 면 쪽 슬라이드를 연마하여 접착제의 최종 두께를 제외한 조직의 두께가 30 μ m 정도가 되도록 갈아내었다 (EXAKT grinding System).

사용한 grinding paper는 P800, P1200, P2500, P4000이 완성된 표본 슬라이드를 Hematoxylin-Eosin 염색 후 Vanox-S research microscope (Olympus, Japan)로 관찰하였다.

2) 조직형태계측학적 분석 및 관찰

30 마이크론 두께의 표본을 제작하여 컴퓨터에 연결된 Leitz Microvid 장비를 이용하여 관찰하였다. 현미경으로 관찰하면서 임플란트의 표면과 골조직과의 접촉율과 나사산 사이의 골량을 측정하였다. 골 접촉율과 골량은 백분율로 나타냈으며, 측정부위는 임플란트 지대주의 잔나사 상방 1~3번째 나사골 3개 부위 그리고 4~6번째 나사골 3개 부위를 측정하였다. 그리고 나사골의 측정 방향은 이식골과 접하고 있는 근심방향에서 측정하였다.

4. 통계학적 검증

이식골의 골입자 크기에 따른 BA, BIC 그리고 ISQ, PTV는 Mann-Whitney test를 이용하여 분석하였다. 모든 분석은 95% 신뢰 수준에서 시행하였다.

III. 연구 결과

1. 육안적 소견

3개 군 모두 양호한 치유양상을 보였다. 전반적으로 깨끗하게 치유 되었고 염증소견은 별로 보이지 않았다. 하지만 희생 시 일부 발치 와에서는 골 입자가 약간씩 골 소실을 보이는 곳도 있었다. 또한 임플란트 상방 잔나사부위에 연조직이 개재되어 있는 모습을 보이기도 했다.

2. 방사선학적 소견

a. 2주군 방사선 소견

작은 골입자를 이식한 좌측 발치와의 경우 2주차 희생 시 3번 소구치 부위의 상방 1/3 부위에서 방사선 투과상을 보인다. 또한 큰 골입자를 이식한 우측 3번 소구치 또한 상방 1/3 부위에서 방사선 투과상을 보여 이식된 골입자가 소실된 것으로 예상된다 (Fig 11).

b. 4주군 방사선 소견

4주차 희생 시 방사선 사진에서 보면 좌측의 큰 골 입자를 이식한 임플란트에서 5mm 정도의 방사선 투과상이 보이며 우측의 작은 입자골을 이식한 임플란트 상방에서도 세 개의 임플란트에서 2~3mm 정도의 방사선 투과상이 관찰된다 (Fig 12).

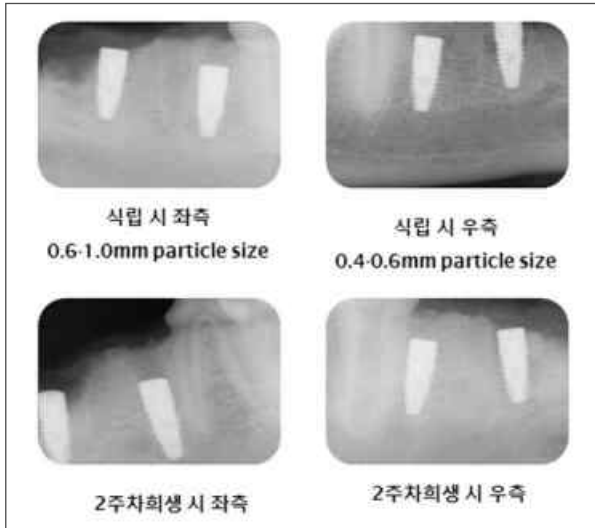


Fig 11. 2주차 방사선 사진

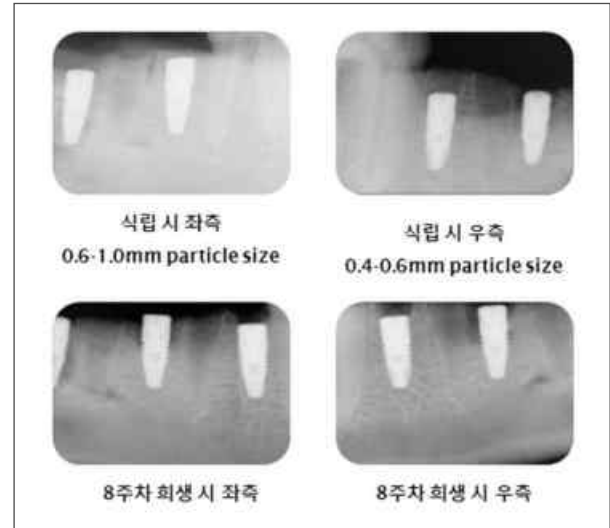


Fig 13. 8주차 방사선 사진

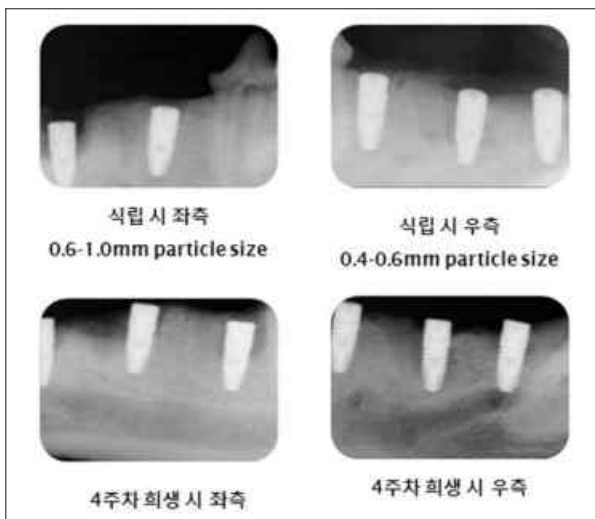


Fig 12. 4주차 방사선 사진

c. 8주군 방사선 소견

8주차 희생 시 방사선 사진상 큰 골입자를 이식한 좌측 4번 소구치 부위에서 임플란트 상방 5mm 정도의 방사선 투과상이 관찰되며 작은 골 입자를 이식한 우측의 4번 소구치 부위에서도 임플란트 상방에서 2mm 정도의 방사선 투과상이 관찰된다 (Fig 13).

3. 안정도 측정 결과

Table 1. 2주군 비교 (Mann-Whitney test)

		평균	표준편차	Z	p-value
ITV	좌측 (큰사이즈)	17.00	0.816	-1.169	0.243
	우측 (작은사이즈)	19.75	7.089		
식립 시 ISQ	좌측	76.42	1.475	-2.337	0.029
	우측	71.50	1.732		
식립 시 PTV	좌측	-4.30	0.383	-2.477	0.029
	우측	-3.80	0.000		
희생 시 ISQ	좌측	78.50	5.225	-1.732	0.083
	우측	71.67	3.712		
희생 시 PTV	좌측	-3.85	0.755	-2.337	0.029
	우측	-2.55	0.526		

식립 시의 ISQ와 PTV 그리고 희생 시의 PTV 값에서만 좌·우측 임플란트 간에 통계적

으로 유의한 차이가 존재하였다. 그 외에서는 통계적으로는 유의하지 않지만, 고려해볼 만한 평균차이가 존재함을 볼 수 있다. 즉 큰 골 입자골을 이식한 좌측실험군에서 희생 시 ISQ와 PTV가 모두 높은 측정값을 보였다.

Table 2. 4주군 비교 (Mann-Whitney test)

		평균	표준편차	Z	p-value
ITV	우측 (작은사이즈)	22.25	1.258	-2.323	0.020
	좌측 (큰사이즈)	28.75	3.500		
식립 시 ISQ	우측	77.50	11.802	-0.577	0.564
	좌측	68.92	4.246		
식립 시 PTV	우측	-3.00	0.365	-2.337	0.019
	좌측	-4.40	0.231		
희생 시 ISQ	우측	70.33	16.255	-0.289	0.773
	좌측	64.75	6.454		
희생 시 PTV	우측	-0.90	3.758	-1.023	0.306
	좌측	-3.50	0.841		

ITV와 식립 시 PTV에서 두 임플란트 간에 통계적으로 유의한 차이 존재 하였다.

그 외 다른 항목들에서는 통계적으로 유의한 차이가 존재하지 않았다. 하지만, 이는 적은 샘플수로 인한 표준편차의 불안정성에서 기인한 것으로 보인다. 특이한 사항은 4주군 희생시 측정한 ISQ와 PTV가 서로 상반된 수치를 보였다.

즉, ISQ는 우측에서 높게 보였으며 PTV에서는 좌측에서 높게 보였다.

Table 3. 8주군 비교 (Mann-Whitney test)

		평균	표준편차	Z	p-value
ITV	우측 (작은사이즈)	22.00	12.728	-0.735	0.462
	좌측 (큰사이즈)	26.50	15.780		
식립 시 ISQ	우측	56.50	1.000	-2.366	0.018
	좌측	65.50	5.802		
식립 시 PTV	우측	-2.40	0.800	-2.084	0.037
	좌측	-3.80	0.283		
희생 시 ISQ	우측	86.00	1.414	-1.607	0.108
	좌측	77.00	7.394		
희생 시 PTV	우측	-5.15	1.170	-1.191	0.234
	좌측	-4.70	1.227		

식립 시의 ISQ와 PTV에서 두 임플란트 간에 통계적으로 유의한 차이가 존재하였다. 하지만, 이는 적은 샘플수로 인한 표준편차의 불안정성에서 기인한 것으로 보인다. 8주군에서 주목할 점은 희생 시 좌·우측 실험군에서 모두 식립 시보다 안정도 측정에서 높은 수치를 나타냈다. 이것은 신생골 형성에 따른 secondary stability의 증가에 의한 것으로 보인다. 그리고 8주군에서는 작은 골입자를 이식한 우측 실험군에서 ISQ와 PTV가 모두 높게 나타났다.

Table 4. ISQ와 PTV 평균변화

		2 weeks	4 weeks	8 weeks
ISQ	Installation	74.0	73.2	61.0
	Sacrifice	75.1	67.5	81.5
	ΔISQ	1.1	-5.7	20.5
PTV	Installation	-4.1	-3.7	-3.1
	Sacrifice	-3.2	-2.2	-4.9
	ΔPTV	0.9	1.5	-1.8

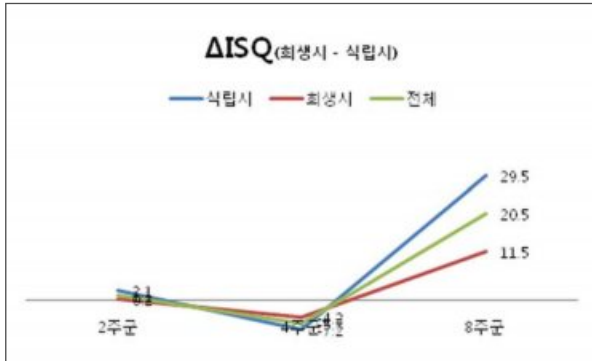


Fig 14. delta_ISQ (=회생 시 ISQ-식립 시 ISQ)

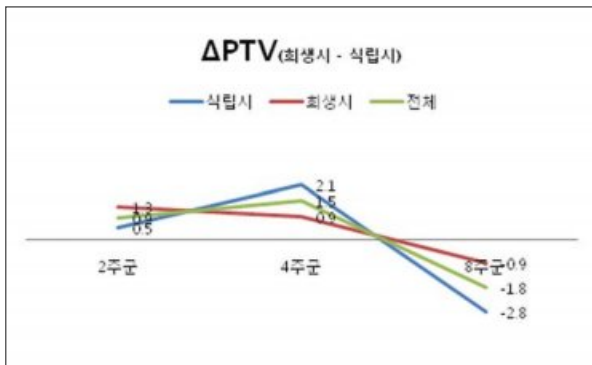


Fig 15. delta_PTV (=회생 시 PTV-식립 시 PTV)

2주군, 4주군 그리고 8주군의 Δ ISQ와 Δ PTV를 살펴보면 2주군과 8주군은 식립 시 보다 희생 시의 안정도가 증가한 양상을 보이는데 4주군에서는 식립 시 안정도 보다 희생 시의 안정도가 낮게 나타났다. 이것은 임플란트의 일차 안정도가 감소되고 이차 안정도가 증가되는 과정에서의 Stability dip 현상으로 보인다.

4. 조직 형태 계측학적 분석에 의한 골 접촉율 (BIC)과 골량 (BA)

a. 2주군 조직 관찰

2주군의 발치와 부위는 임플란트와 골의

계면 사이에 섬유모세포와 교원섬유를 포함하는 섬유조직이 개재 되어 있었고 미성숙 유골조직과 신생골들이 임플란트의 나사산 형태를 따라 형성되고 있었다. BIC와 BA 모두 큰 사이즈와 작은 사이즈 골입자 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다 (Fig 16).

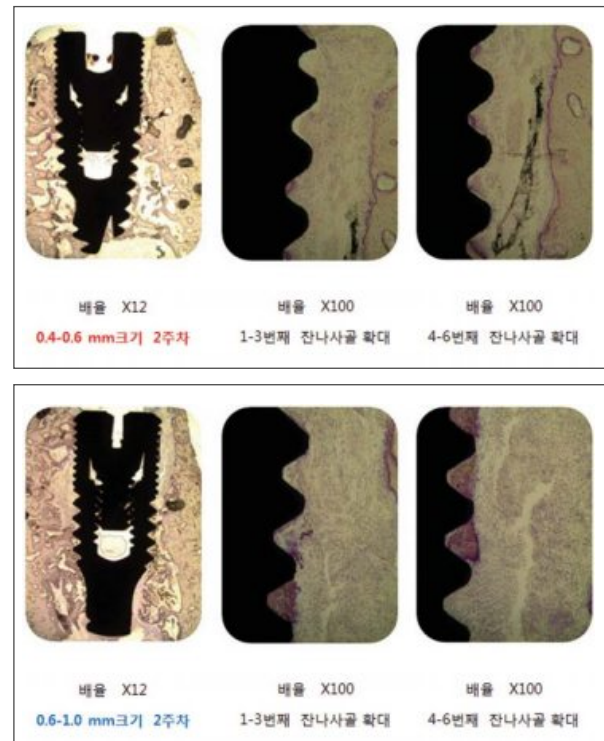


Fig 16. 2주군 조직 사진

b. 4주군 조직 관찰

4주군의 발치와 부위에서는 임플란트와 골의 계면사이에 부분적으로 섬유모세포에 의해 둘러싸여 있는 부분도 관찰되었으며, 또한 임플란트 계면에 직접 신생골이 접촉되어 있는 부분도 볼 수 있었다. BIC에서는 큰 골이자와 작은 골입자를 사용한

실험군간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 하지만 BA에서는 두 실험군간에 유의한 차이를 보이지 않았다 (Fig 17).



Fig 17. 4주군 조직 사진

c. 8주군 조직 관찰

8주군의 발치와를 살펴보면 임플란트와 골계면 사이에 신생골의 침착이 보이고 있으나 0.6~1.0mm 골입자를 이식한 발치와의 경우 잔나사골 상방 부위에 연조직이 개재된 모습이 보인다. 발치와의 좌·우측 실험군을 비교해보면 BA와 BIC 사이에 통계적으로 유의할 정도의 차이를 보이지는 않고 있다 (Fig 18, Table 5).



Fig 18. 8주군 조직 사진

Table 5. 2주군 BIC, BA 비교 (Mann-Whitney test)

항목	Bio-cera size	평균	표준편차	p-value
BIC	Large	42.271	6.035	0.678
	Small	35.229	18.319	
BA	Large	44.838	9.382	1.000
	Small	41.938	15.792	

BIC와 BA는 큰 골입자와 작은 골입자 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 하지만 BIC와 BA는 큰 골입자를 사용한 실험군에서 작은 골입자를 사용한 실험군보다 높은 수치를 보였다 (Table 6).

Table 6. 4주군 BIC, BA 비교 (Mann-Whitney test)

항목	Bio-cera size	평균	표준편차	p-value
BIC	Large	28.296	12.816	0.346
	Small	41.708	14.737	
BA	Large	42.842	8.898	0.889
	Small	43.275	15.586	

BIC와 BA는 큰 골이자와 작은 골입자 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 BIC와 BA의 평균값은 작은 골입자에서 높게 나타났다 (Table 7).

Table 7. 8주군 BIC, BA 비교 (Mann-Whitney test)

항목	Bio-cera size	평균	표준편차	p-value
BIC	Large	39.138	5.960	1.000
	Small	36.350	13.483	
BA	Large	37.971	12.688	0.889
	Small	43.100	8.362	

BIC와 BA는 큰 골이자와 작은 골입자 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 8주군의 경우 BIC의 평균값은 큰 골입자에서 높았고 BA의 평균값은 작은 골입자에서 높게 나타났다 (Table 8).

Table 8. 주에 따른 BA, BIC의 변화추이 (Friedman test)

Mean (SD)	2주군	4주군	8주군	χ^2	p-value
BIC	43.38 (12.124)	43.05 (11.751)	40.53 (10.319)	0.000	1.000
BA	38.75 (13.175)	35.00 (14.658)	37.74 (9.764)	1.750	0.417

유의수준 0.05 하에서 BIC, BA 모두에서 주별로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

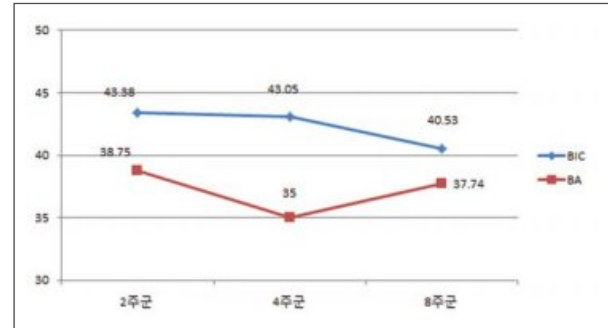


Fig 19. 주에 따른 BA, BIC의 변화추이

2주군, 4주군 그리고 8주군으로 갈수록 전반적으로 BIC는 예상과 달리 미미하지만 감소하는 양상을 보이며 BA는 2주군에서 가장 높은 수치를 보이며 4주군에서는 가장 낮은 수치를 보인다. 하지만 8주군에서는 다시 높아지는 모습을 보인다.

IV. 고찰

과거 Brånemark²² 등은 발치한 부위에 임플란트를 식립하기 위해서는 8~12개월의 치유기간을 부여해야 한다고 언급하였다. 즉 골조직이 완전히 치유되어 성숙된 후 임플란트를 식립하는 것이 우수한 초기고정을 얻을 수 있다고 생각하였다. Carlsson²³ 등은 인간에서 시행한 장기간의 임상연구에서 발치 후 처음 6개월동안 23%의 치조골 소실이 있고, 그 후 5년동안 11%가 발생하였음을 관찰하였다. 치조골의 소실은 보철하중을 견딜 수 있는 적절한 지지대가 감소되고 임플란트의 위치가 불량해지면서 심미적으로나 보철물의 생역학적 측면에서 불리할 수 밖에 없다. 즉 임플란트 시술시 이러한 치료기간의 연장 과 발치 후 골흡수가 문제 시 되면서, 발치 후 즉

시 임플란트를 식립하는 방법이 소개되었고 Barzilai²⁴ 등에 의해 처음 시도되었으며 즉시 식립은 많은 양의 치조골을 보존할 수 있고 치료 시간을 줄여줄 수 있다고 하였다. 적절한 증례를 선택하여 시술하면 발치 후 즉시 임플란트는 통상적인 방법의 임플란트 식립에 버금가는 성공률과 좋은 예후를 갖는다고 알려져 있으며 이미 수년간의 임상적인 연구를 통해 검증된 방법이다. Schwartz-Arad²⁵ 등은 구치부 발치 후 즉시 임플란트 식립에 대한 후향적 연구를 보고 하였다. 43명의 환자들에서 51개의 상·하악 대구치를 발치하였으며 즉시 56개의 임플란트가 식립되었다. 결과는 5년간 누적 생존율은 89%였다. 이렇게 발치 후 즉시 임플란트 식립술은 적응증과 금기증을 정확히 인식하고 시술에 임한다면 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 발치 후 즉시 임플란트 식립 시 여러 가지 난관에 접하게 되면 적절한 외과적 술식을 통해 문제점을 해결하는 것이 필수적이다. 또한 발치 후 즉시 식립술은 골양이 적절한 임상증례에 선택적으로 사용해야 한다. 한편 발치 후 즉시 임플란트 식립술 초창기에는 발치와 내벽에서 임플란트 표면까지의 거리를 줄이기 위해 발치와 직경에 맞춘 Wide 임플란트를 선택해 왔다. 그러나 치근막으로부터 혈액 공급을 기대할 수 없기 때문에 임플란트 식립 후에 치조골판의 흡수나 치은 퇴축이 일어나기 쉬워져, 현재는 Regular 직경의 임플란트를 사용해 구개 측 부근에 저위 식립하고 협측 골판을 확보하는 방향으로 술식이 변하고 있다. 또한 발치 후 즉시 임플란트 식립술에서 임플란트와 발치와 내벽 사이의 공간에 대한 처리 방법에 대해서 Wilson 등은 임플란트 식립 시 협측 골판 사이의 거리가 2mm 이내라면 골 이식만을 사용하고, 2mm 이상이라면 GBR법을 병용해야 한다고 보고하고 있다. 최근에는 2mm

이내라면 아무 처리를 하지 않아도 골이 재생된다고 보고되고 있다. 하지만 다근치의 발치와 발치 후 즉시 임플란트를 식립할 경우 대부분의 경우 임플란트와 발치와 내벽사이에 공간이 존재하며 이 공간이 2mm 이상이라면 골이식이 필요하기 때문에 골이식재의 크기가 신생골 형성에 미치는 영향에 대해 연구해볼 필요가 있다.

일반적으로 골이식재는 0.25~1.0mm 크기와 1.0~2.0mm 크기가 많이 공급되고 있다. 골 입자의 크기가 신생골에 미치는 영향에 대한 연구도 있었다. Hui xu²⁶ 등은 골 이식재의 크기가 300~500 μ m인 경우 850~1000 μ m 크기의 골 이식재보다 8주 후 신생골 형성이 많았다고 보고했으며, Jonck²⁷ 등은 동물실험에서 12~25 μ m 입자의 골을 사용 시 골 형성이 증진 된다고 하였다. 반면 Hall²⁸ 등은 골 이식재 입자의 크기는 신생골 형성과는 크게 무관하다는 입장을 보였다. 이렇듯 골 이식재의 크기가 신생골 형성에 미치는 영향에 대해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다. 작은 골입자크기를 가진 재료들은 이식 후 골벽과 긴밀한 접촉을 이루기 때문에 치주결손부 및 작은 골결손부 수복에 많이 사용된다. 반면 큰 입자크기를 가진 재료들은 표면적이 크고 사이 공간으로 혈관 및 신생골이 잘 침투해 들어오기 때문에 큰 결손부의 재건 및 상악동 골 이식술등에서 많이 사용된다. 세공의 크기와 상호 연결성은 영양분과 산소의 확산, 세포들의 부착, 이주 및 분화와 조직의 침투에 중요한 역할을 한다. 100 μ m 이상의 세공을 거대 세공이라 하면 100 μ m 미만의 경우를 미세세공이라 정의한다. 총다공도는 미세세공과 거대세공의 총 체적을 의미한다. 총다공도가 50%를 넘으면 골치유 측면에서는 장점이 있을지 모르지만 압축강도에 부정적인 영향을 미친다. 골형성 측면에서도 총다공도 보다도 세공의 크기가 더 영향력이 있다

고 한다. 광질화된 조직을 형성하기 위해 필요한 최소 세공의 크기는 $100\mu\text{m}$ 로 알려진 바 있다. $100\sim 200\mu\text{m}$ 의 큰 세공은 풍부한 골침투를 허용하고 $70\sim 100\mu\text{m}$ 의 약간 작은세공은 비광화된 골양조직의 침투를 허용하며 $10\sim 75\mu\text{m}$ 의 아주 작은 세공은 섬유조직의 침투만을 허용하였다고 보고된 바 있다. 다공성이 크면 신생골의 성장을 위한 비계로서 잘 작용하며 흡수도 빨라진다. 즉 무정형 이식재가 결정형 이식재보다 흡수가 빠르다. 흡수성 재료는 파골세포에 의해 흡수된 신생골로 대체된다. 유기물을 제거한 소뼈, 황산칼슘, 합성인산칼슘과 다공성이 알루미늄산칼슘같은 재료들은 생체내에 이식한 후 조직내에서 잘 적응되며, 적절히 흡수되고, 골에 의해 대체된다. 이 재료들은 골과 인접한 부위에서 칼슘과 인의 이온이 유리됨으로써 능동적으로 골의 재생과정에 참여하는 것으로 알려져 있다. 낮은 결정형과 무정형태가 있으며 생체내 조직액에 의해 용해되고 $5\mu\text{m}$ 이내의 초미세세공들이 붕괴되면서 떨어져 나간 작은 과립들은 다핵거대 세포에 의해 탐식되면서 완전히 흡수된다. 최근 연구 논문들에 의하면 개선된 골 처리 방법에 의해 생산된 골 이식재는 조직학적으로 신생골을 위한 좋은 골전도 역할을 하는 것으로 알려져 있으며 특히 이종골 이식재들은 합성골보다는 좀 더 복잡한 구조를 가지면서 생체 적합성이 더욱 우수하며 대개 저온에서 제작되기 때문에 결정체들이 작은 양상을 보이고 작은 결정체들은 골 융합에 더욱 좋은 조건들을 제공 한다. 또한 재료의 다공성 구조와 특별한 표면구조는 합성골들에 비해 더욱 우수하며 서서히 흡수되는 특성을 가진다. 이번 실험에 사용된 Biocera 골이식재의 경우 표면에 나노 크기의 Ca-P를 코팅한 제품으로 표면의 Ca-P는 풍부한 전하를 지녀 체액내의 골 성장인자들을 끌어들이고 간엽세포들을 골모

세포로 분화 및 증식시켜 신생골 형성을 유도한다. 또한 파골세포를 끌어들이 이식된 골이식재를 흡수시키며 흡수된 부위에 신생골을 형성 촉진시킨다고 한다.

이번 실험 결과에서 보면 2주군 실험에서 측정한 BA와 BIC는 작은 골입자와 큰 골입자 간에 유의한 차이를 보이지는 않았다. 하지만 BA와 BIC의 평균값이 큰 골입자에서 둘다 높은 수치를 보였다. 또한 신생골 형성이 안정도에 미치는 영향을 보기 위한 측정값에서 RFA는 작은 SIZE의 골입자와 큰 SIZE의 골입자간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 PTV에서는 유의할 만 한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 ΔISQ (희생 시 ISQ-식립 시 ISQ)은 작은 차이를 보여 식립 시와 희생 시의 안정도는 큰 차이가 없음을 보여주었다. 또한 4주군 실험결과 작은 골입자에서 작은 차이지만 큰 골입자보다 BIC와 BA에서 높은 값을 보였다. 그리고 4주차의 BIC와 BA 평균값은 2주차에 비해 각각 0.33, 0.75 감소하였다. 또한 안정도 측정에서 작은 입자골과 큰 입자골을 사용한 양측 발치와 사이의 ISQ와 PTV에서 모두 유의할 만한 차이가 나타나지 않았다. 특이한 사항은 ΔISQ (희생 시 ISQ-수술 시 ISQ)이 마이너스를 보였다. 즉 임플란트 식립 시 보다 4주차 희생 시 안정도가 감소되었다. 마지막으로 8주군 실험결과를 보면 BIC의 경우 큰 입자골을 사용한 경우 높은 수치를 보였으며 BA는 작은 입자골을 사용한 경우 높은 측정치를 보여서 서로 대조되는 결과를 얻었다. 그리고 4주군과 비교해보면 BIC는 2.52만큼 감소하였고 BA는 2.74 증가하였다. 안정도 측정에서는 ISQ와 PTV에서 모두 유의할 만한 차이를 보이지는 않았다. 하지만 4주차에서 마이너스 값을 보였던 ΔISQ (희생 시 ISQ-식립 시 ISQ)이 20.5를 보이며 큰 폭으로 상승하는

결과를 나타내 안정도에 있어서 큰 증가세를 보였다. 이것은 아마도 Bone Remodeling에 의한 Secondary Stability의 증가로 예상해 본다. 이번 실험에서 임플란트의 안정도 측정은 임플란트 식립시 그리고 2, 4, 8주 후 성견의 희생 시 측정하였으며 임플란트 안정도 측정은 Osstell mentor와 Perio test를 이용하여 측정하였다. 신생골 형성과 관련된 임플란트의 안정도를 언급할 때 임플란트의 Secondary stability의 영향을 생각할 수 있다. 임플란트 식립 시의 Mechanical 한 Primary stability는 약 2주부터는 약해지기 시작하며 Integration에 의한 Secondary stability는 2주 후부터 증가하여 4주까지 거의 달성이 된다. 따라서 이번 실험 결과에서 보면 2주차 실험군 안정도 측정은 주로 Primary stability에 의한 결과였으며 8주차에 이르러 비로서 Integration에 의한 Secondary stability를 나타나며, 이 시점에 되어서야 골 이식재의 골 입자 크기 차이로 발생한 신생골의 Integration이 Secondary stability에 미치는 영향을 예상해 볼 수 있다. 이번 연구 논문의 한계성은 적은 Sample 수로 인한 실험 결과의 신뢰성을 생각해 볼 수 있다. 또한 이번 연구 결과를 보면 입자 크기와 골 입자간의 간격의 차이가 신생골 생성에도 차이를 보인다는 견해에는 이견이 있을 수 있다. 또한 측정한 안정도의 결과와 BA, BIC를 연관 짓기에도 많이 부족한 면이 있다. 임플란트의 안정도는 발치와의 신생골 형성의 영향보다는 임플란트를 식립한 발치와의 골질이 더 많은 영향을 미친 것으로 보인다.

V. 결론

본 연구에서는 발치 후 즉시 임플란트 식립 시 발치와에 이식하는 이식골 입자의 크기 차이가 신생골 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 육안적 검사, 방사선학적 검사, 안정도 검사 그리고 조직 형태 계측학적 검사를 시행하였다. 결과는 다음과 같다.

A. 육안적 검사에서 수술부위는 전반적으로 깨끗하게 치유 되었고 염증소견은 별로 보이지 않았다. 하지만 희생 시 일부 발치와에서는 골 입자가 약간씩 소실된 것이 관찰 되었다. 또한 임플란트 상방 잔나사 부위에 연조직이 개재되어 있는 모습을 보이기도 했다.

B. 방사선학적 검사에서는 일부 치조정의 임플란트의 잔나사 부위까지 방사선 투과상 소견을 보이는 경우도 있었으나, 염증성으로 심한 골 흡수를 보이지는 않았다.

C. 신생골 형성에 따른 임플란트 안정도 변화를 예상하고 측정한 RFA와 Perio test 결과에서는 Biocera 0.4~0.6mm와 0.6~1.0mm 입자 크기 간에 유의 수준 $p < 0.05$ 에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

D. 조직 형태 계측학적 검사에서 Biocera 0.4~0.6mm와 0.6~1.0mm 입자 크기 간에 BA와 BIC 결과는 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

References

1. Xu H, Shimizu Y, Asai S, Ooya K. Experimental sinus grafting with the use of deproteinized bone particles of different sizes. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:548-55.
2. Zaner DJ, Yukna RA. Particle size of periodontal bone grafting materials. *J Periodontol* 1984;55:406-9.
3. Murai M, Sato S, Fukase Y, Yamada Y, Komiyama K, Ito K. Effects of different sizes of beta-tricalcium phosphate particles on bone augmentation within a titanium cap in rabbit calvarium. *Dent Mater J* 2006;25:87-96.
4. Dahlin C. Scientific background of guided bone regeneration. In: Buser D, Dahlin C, Schenk RK, editors. *Guided bone regeneration in implant dentistry*. Hong Kong: Quintessence; 1994, p.31-48.
5. Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Linde A, Nyman S. Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: an experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:19-25.
6. Becker W, Becker BE, Handlesman M, Celletti R, Ochsenbein C, Hardwick R, Langer B. Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: a pilot study in dogs. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10:92-101.
7. 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.
8. Kostopoulos L, Karring T. Guided bone regeneration in mandibular defects in rats using a bioresorbable polymer. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:66-74.
9. Kostopoulos L, Karring T. Augmentation of the rat mandible using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:75-82.
10. Kostopoulos L, Karring T, Uruguchi R. Formation of jawbone tuberosities by guided tissue regeneration. An experimental study in the rat. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:245-53.
11. Lioubavina N, Kostopoulos L, Wenzel A, Karring T. Long-term stability of jaw bone tuberosities formed by "guided tissue regeneration". *Clin Oral Implants Res* 1999;10:477-86.
12. Nyman S, Lang NP, Buser D, Bragger U. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: a report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:9-14.
13. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29-45.
14. Hämmerle CH, Karring T. Guided bone regeneration at oral implant sites. *Periodontol* 2000 1998;17:151-75.
15. Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG,

- Bucknell AL, Davino NA. Complications of iliac crest bone graft harvesting. Clin Orthop Relat Res 1996;329:300-9.
16. Goulet JA, Senunas LE, DeSilva GL, Greenfield ML. Autogenous iliac crest bone graft. Complications and functional assessment. Clin Orthop Relat Res 1997; 339:76-81.
17. Wippermann BW, Schrott HE, Steeg S, Tscherne H. Complications of spongiosa harvesting of the iliac crest. A retrospective analysis of 1,191 cases. Chirurg 1997;68: 1286-91.
18. Lazzara R.: Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. Int. J. Periodont. Rest. Dent., 1989;9:333-343.
19. Becker W., Lynch S.E., Lekholm U., Becker B.E., Caffesse R, Donath K, Sanchez R. : A comparison of three methods for promoting bone formation around implant placed into immediate extraction sockets: e-PTFE membrane alone or with either PDGF and IGF-1 or DFDB. J. Periodontol, 1992;63: 929-940.
20. Jovanovic SA, Spiekermann H, Richter EJ. Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscence defect sites. A clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 1992;7:233-245.
21. Mariona C, Berettam, Salina S, Santoro F: Reduction of autogenous bone graft by means of Bio-Oss coverage: a prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2005;25: 19-25.
22. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. J Prosthet Dent 1983;50:399-410.
23. Barzilay I: Immediate implant: their current status, Int J Prosthodont.1993;6: 169-175.
24. Carlson R: Immediate post-extraction in situ direct lamination composite bridge. Dent.Today 2006;25:116,118-119.
25. Schwartz-Arad D, Grossman Y , Chaushu G:The clinical effectiveness of implant placed immediately into fresh extraction sites of molar teeth. J Periodontol. 2000;71:839-844.
26. Jonck, L. M.: Bone induction effect of fine bone shavings in polyester fiber. S Afr Med J 1975;49:697-702.
27. Hui Xu, Shimizu Y, Asai S, Ooya K. Experimental sinus grafting with the use of deproteinized bone particles of different sizes. Clin. Oral Impl. Res. 2003;14:548-555.
28. Hall EE, Meffert RM, Hermann JS, Mellonig JT, Cochran DL.Comparison of Bioactive glass to DFDB in the treatment of intrabony defects around implants in the canine mandible. J Periodontol 1999;70: 526-535.

본 논문은 국제임플란트 학회 우수논문으로 선정되었습니다.

국제임플란트학회 논문상 및 학술상 규정

제1조 (목적)

국제임플란트학회 회칙 제2장 제5조(사업) 1항 “임플란트치의학에 관한 학문연구”과 6항 “기타 본회 목적 달성에 필요한 사항을 사업”에 의거 국제임플란트학회 논문상 (이하 “논문상”) 및 국제임플란트학회 학술상 (이하 “국제임플란트학술상”)을 제정한다.

제2조 (명칭)

본 상의 명칭은 국제임플란트학회 논문상 및 국제임플란트학회 학술상이라고 한다.

제3조 (후보작 대상)

- 1) 논문상의 후보작은 해당년도 회원 본인에 의해 저술되어 국제임플란트학회지에 투고된 논문에 국한한다.
- 2) 자평학술상의 후보작은 임플란트학회 학술대회에 발표된 포스터에 국한한다.

제4조 (수상자 선정)

논문상의 수상자는 국제임플란트학회 이사회에서 의결하며, 국제임플란트학회 학술상의 수상자 선정은 학술대회 중 학회장이 위촉한 심사위원이 정한다.

제5조 (수상자 후보작 심사 및 결정)

- 1) 논문상은 국제임플란트학회 이사회에서 다음과 같이 평가항목과 점수에 따라 학회지에 게재된 논문 후보작들을 심사하고, 각 항목에 대한 평점을 보여한다.
 - 학문적 기여도 40점
 - 창의성 20점
 - 논리성 20점
 - 체계성 20점총 100점을 만점으로 하며, 이 기준을 “논문상 심사기준표”로 정한다. 심사결과에 따른 점수는 비공개를 원칙으로 한다.
- 2) 이사회는 심사기준표에 의거하여 최우수 논문상 1편과 우수 논문상 1편을 선정한다.
- 3) 국제임플란트학회 학술상은 위촉된 심사위원의 재량에 따라 심사하며, 학술대회에 발표된 포스터 중 최우수 포스터상과 우수 포스터상을 선정한다.

제6조 (시상의 방법과 내용)

국제임플란트학회 회장은 회장 명의로 국제임플란트학회 학술대회에서 선정된 최우수 논문상, 우수 논문상 및 국제임플란트학회 학술상 최우수 포스터상과 우수 포스터상의 수상자를 시상한다.

시상은 상장과 상금으로 하며, 상금은 이사회가 별도로 정한다.

시상을 위한 기금은 특별회계로 하고, 그 관리는 이사회가 결정한다.

제7조 (부칙)

- 1) 본 규정은 국제임플란트학회 이사회의 과반수 찬성에 의하여 내용을 변경할 수 있다.
- 2) 본 규정에 규정되지 않은 세부사항은 일반 관례에 따르며, 이사회의 의결에 따른다.

부칙

이 규정은 2009년 2월 14일부터 시행한다.

국제임플란트 학술상 규정

제1조 (목적)

본 규정은 임플란트치의학 분야의 연구의욕을 고취시키고 학술활동을 장려하고자 임플란트치의학 분야에서 매년 탁월한 업적을 세운 연구자에게 학술상을 수여하기 위한 제반 사항을 결정한다.

제2조 (명칭)

본 학술상의 명칭은 국제임플란트학회 학술상이라고 한다.

제3조 (수상자의 자격)

- 1) 원칙적으로 1년에 1인으로 정한다.
- 2) 수상자는 국제임플란트학회의 회원이어야 함을 원칙으로 한다.

제4조 (수상자 후보의 추천과 심사)

- 1) 수상자 후보는 본인을 포함한 이사회의 추천으로 정한다.
- 2) 수상자 후보는 국제임플란트학회 이사회에서 심사한다.

제5조 (수상자 선정)

학술상 수상자는 국제임플란트학회 이사회에서 의결한다.

제6조 (수상자의 의무)

- 1) 학술상 수상자는 의무적으로 연구의 결과를 국제임플란트학회 학술대회에서 발표해야 하며 국제임플란트학회에 게재하여야 한다.
- 2) 학술지 게재시 “본 논문은 0000년도 국제임플란트학회의 지원을 받아 연구되었음”이라고 명기한다.

제7조 (학회의 의무)

국제임플란트학회는 학술상 수상자에게 상장과 소정의 상금을 지급한다.

제8조 (부칙)

- 1) 본 규정은 국제임플란트학회 이사회의 과반수 찬성에 의하여 내용을 변경할 수 있다.
- 2) 본 규정에 규정되지 않은 세부사항은 일반관례에 따른다.
- 3) 본 규정은 2009년 2월 14일부터 적용된다.

국제임플란트치의학회 논문 및 임상증례 투고 규정

원고는 국제임플란트학회의 투고규정에 맞게 작성되어야 하며 그 내용은 다음과 같다.

I. 일반적인 지침사항

1. 투고된 원고는 다른 학술지에 게재되었거나 게재될 예정이 아니어야 한다.
2. 원고의 종류는 종설, 실험연구, 임상연구, 증례보고, 편집위원회에 보내는 글, 학회 소식과 각종 소개 등으로 한다.
3. 원고의 채택여부 및 게재순서는 학회편집위원회에서 결정한다. 편집위원회는 논문을 채택함에 있어서 논문의 윤리성, 정당성, 독창성과 학술적 의의 등을 심사하며, 내용의 정정, 보완, 삭제 등을 요구할 수 있다.
4. 원고는 한글(또는 한자와 혼용)로 작성하거나 영문으로 작성할 수 있다. 한글 원고인 경우 고유명사, 약품명, 단위 등과 적절한 번역어가 없는 의학 용어는 영자로 표기한다. 번역어는 있으나 이해가 쉽지 않은 경우에는 그 용어가 최초로 선택 될 때 번역어 다음 괄호 속에 원어로 표기하고 그 다음부터는 번역어만 사용한다. 학술용어는 대한의학학술지 편집인위원회에서 발행한 의학용어집 최신판(<http://kamje.or.kr/term>) 및 대한치과의사 협회 용어집에 준하는 한글로 표시한다.
5. 원고의 총 분량은 실험연구나 임상연구의 경우 총 10쪽 이내를 권장한다. 편집위원회의 허가가 있는 종설의 경우에는 예외로 한다. 증례보고는 본문을 4쪽 이내로 권장한다(학회지 1쪽은 글자만 포함될 경우 대략 한글 2,500자 정도가 된다).
6. 원고는 원본 1부, 복사본 2부를 저자의 발간요청편지 1부와 원고내용이 저장된 컴퓨터 디스켓(아래한글 또는 워드 파일)과 같이 편집위원회에 우편으로 송부한다. 논문이 게재되기로 수락되면 저자는 수정, 보완되어 완성된 원고 1부와 원고내용이 수정되어 저장된 컴퓨터 디스켓을 제출한다. 디스켓에는 파일이름, 제1 저자명, 사용된 프로그램을 표시한다.
7. 실험연구, 임상연구 및 증례보고는 소정의 게재료를 납입하며 도안료 및 제판비와 특수인쇄가 필요할 때에는 그 실비를 저자가 부담한다. 추가로 필요한 별책의 비용은 저자가 부담한다. 학회에서 의뢰한 종설은 저자에게 학회에서 소정의 원고료를 지불한다.

II. 원고 작성 요령

1. 실험연구 및 임상연구

(1) 표제

- ① 표제 페이지에 제목, 소속, 저자명을 기록한다.
- ② 제목 : 논문 제목은 연구목적에 연계하여 간결하고 명확하게 나타내며, 한글과 영문을 병기한다.
- ③ 저자 인적사항 : 모든 저자의 저자명, 학위, 소속, 직위 등을 기록하고 교신저자(corresponding author)의 성명, 주소, 전화, FAX 번호 및 E-mail 주소를 구분하여 기록한다(한글과 영문 병기).
- ④ 저자가 서로 다른 대학 또는 병원일 경우 소속은 제 1저자, 공저자, 교신저자의 순으로 기록하고 번호로서 각각을 구분한다.
- ⑤ 연구비 지원 또는 수혜에 대한 내용은 표제 페이지 하단에 기록한다.

(2) 초록

- ① 한글과 영문을 모두 작성하며, 초록에도 저자명, 학위, 소속, 직위 등을 기록한다.
- ② 분량은 한글은 600자 이내, 영문은 250단어 이내로 작성한다. 초록에는 참고 문헌을 인용하지 않는다.
- ③ 핵심용어(key words)는 초록 하단에 논문의 색인에 필요한 중요단어 6개 이내를 선택하여 알파벳(가나다) 순으로 나열하고 각 핵심용어 간에는 comma를 사용하여 구분한다(세부지침사항 참고). 영문 핵심용어는 미국국립도서관의 Medical Subject Heading(MeSH)에 기재되어 있는 용어를 추천한다.
- (3) 서론 : 연구의 배경 및 목적을 간결하고 뚜렷하게 기술하며, 직접 연관이 있는 필요한 내용만을 기술한다.
- (4) 연구방법 및 대상 : 연구의 계획, 방법 및 대상을 기술한다. 연구방법은 가능한 구체적이고 자세하게 기술하여 독자가 이를 재현할 수 있도록 하여야 한다. 사용된 통계방법을 여기에 기술하여야 한다.
- (5) 결과 : 연구결과를 명료하고 논리적으로 기술하고 연구목적에 부합하는 결과만을 기술한다. 결과에 대한 통계적 의의를 기술한다. Table이나 Figure로 결과를 나타낼 때는 Table이나 Figure의 내용을 중복하여 기술하지 않으나 중요한 경향 및 요점은 설명할 수 있다.
- (6) 고찰 : 연구결과에 대한 고찰 및 이에 연관된 다른 자료와 관련시켜 해석한다. 새롭고 중요한 관찰을 강조하며 결과의 내용을 중복 기술하지 않는다. 연구결과와 내용이 허용하는 범위 내에서 결론과 연구의 목적을 연관시켜 기술한다. 결론 항목을 별도로 설정하지 않은 경우 독립된 단락으로 논문의 결론을 간단명료하게 기술한다.
- (7) 결론 : 연구결과를 중복하지 말고 결과를 토대로 연구목적에 부합되는 결론을 간단명료하게 기술한다.
- (8) 참고문헌 : 참고문헌은 현재까지 의의가 있는 것으로 제한하되 논문에 인용된 순서대로 기재하고 본문에는 어개번호를 기입한다. 다른 논문에서 간접적으로 소개되는 문헌은 참고문헌으로 사용할 수 없다. 국제임플란트학회지에 게재된 관련 논문은 우선적으로 인용함을 권장한다.

2. 종설

종설은 특정 제목과 내용에 관한 고찰로서 편집위원회에서 위촉하여 게재한다.

3. 증례보고

- (1) 표제 : 실험연구 및 임상연구에 준한다.
- (2) 초록 : 실험 연구 및 임상 연구에 준하되 영문초록은 150단어 이내 한글초록은 400자 이내로 한다.
- (3) 서론 : 증례와 연관된 일반적 배경 및 의의를 간략하게 기술한다.
- (4) 증례 : 임상소견은 진단 및 임상소견에 직접 관계가 있는 사항만 국한하여 기술한다.
- (5) 고찰 : 증례가 강조하고 있는 내용에 초점이 맞추어져야 하며 장황한 문헌고찰을 피한다. 결론항목을 별도로 설정하지 말고 끝부분에 결론을 요약하여 기술한다.
- (6) 참고문헌 : 실험연구 및 임상연구에 준한다.

4. 편집위원회에 보내는 글

학회지에 게재된 특정 논문에 대한 건설적인 비평, 토론, 의견을 기술하여 국제임플란트학회 회원의 일반적 관심사항이나 학술분야의 특정 주제에 대한 개인적 의견을 기술한다.

5. 학회 소식과 각종 소개

편집위원회에서 그 게재 여부를 결정할 수 있다.

Ⅲ. 세부 지침 사항

1. 원고는 A4 또는 letter 용지 크기에 작성하며 행간 1행의 간격(double space)을 둔다. 좌우단은 2cm, 상하는 3cm의 여백을 두고 타자로 작성하거나 프린트로 선명하게 인쇄한다(대략 한 쪽에 한글 800~900자 정도).
2. 원고순서는 실험 및 임상연구는 표제, 초록, 서론, 대상 및 방법, 결과, 고찰, 참고문헌, Table, Figure 또는 사진 순으로 하고 증례보고, 종설 및 편집자에게 보내는 글은 일반적인 지침 사항을 따른다. 각 부분은 새로 시작하되 초록은 1쪽으로 하여 하단에 쪽수를 연결하여 표시한다.
3. 영문약어는 최소화하며 이를 사용 시에는 본문 내 최초사용 시 괄호 속에 풀어 쓴다.
예) 근육이완교정장치 (muscle relaxation appliance, MRA)
4. 측정의 단위는 International System of Units (SI)에 준한다. 길이, 무게, 용적은 각기 meter, kilogram, liter로 표준화하며 공인된 약어를 사용할 수 있다. 압력 단위는 mmHg로 한다.
5. 기계 및 장비의 경우 괄호 안에 모델명, 제조회사, 국적을 기입한다. 약품의 경우 일반명을 쓰고 상품명은 괄호 안에 쓰며, 일반적으로 사용되지 않는 특수한 약품일 경우에는 제조회사, 국적을 괄호 안에 기입한다.
6. 본문에 인용되는 참고문헌의 어깨번호는 다음과 같이 표시한다. 1) 1,3,5) 1-5)

| 참고문헌 |

- (1) 본문에는 인용된 순서대로 아라비아 숫자 번호와 함께 기입한다.
- (2) 참고문헌에 기술된 논문은 본문에서 반드시 인용되어야 한다.
- (3) 학술지의 표기에는 Index Medicus의 공인된 약어를 사용한다. 인용이 드문 희귀한 잡지명은 약어를 사용하지 않고 전체 이름을 적는다.
- (4) 저자명은 6명까지 기록하며 7명 이상의 경우에는 앞의 3명만 기술하고 등 또는 et al.을 쓴다.
- (5) 인용문헌의 쪽수는 시작과 끝을 기록한다.
- (6) 참고문헌의 숫자는 원저는 50개 이내, 임상연구 30개 이내, 증례보고 20개 이내, 질의/답변 5개 이내를 원칙으로 한다.
- (7) 기술 양식은 다음의 예와 같이 한다.
① 정기학술지 : 저자명(.), 논문제목(.), 학술지명, 발행년도(:), 권수(:), 책쪽-끝쪽
예) Kim KS, Kim KS, Lee PY, et al. Effects of low incident energy levels of infrared laser irradiation on the proliferation of C. albicans Part II: A short term study during cell growth. Laser Therapy 1995;7:61-66.
예) Meretoja OA, Olkkola KT. Pharmacodynamics of mivacurium in children using a computer-controlled infusion. Br J Anaesth 1993;71:232-237
예) Lee JY, Kho HS, Kim YK, Chung SC, Lee SW. Factors related to patients' satisfaction level of treatment outcome of oral malodor. Korean J Oral Med 2011;26:27-38.

| Table |

- (1) 한 쪽에 한 개씩의 Table을 작성한다.
- (2) Table은 설명과 본문을 영문 및 아라비아 숫자로 기록한다. 간단하고 명료한 제목을 구(phrase)나 문장(sentence)의 형태로 표기한다.
- (3) Table은 본문에서 인용되는 순으로 번호를 붙인다.
- (4) 약어 사용 시 국제적으로 공인된 약어 외에는 Table 하단에 풀어써 설명한다.
- (5) Table의 내용은 이해하기 쉬워야 하며 독자적 기능을 할 수 있어야 한다.

| Figure 또는 Fig. 또는 사진 |

- (1) Figure(line drawing)는 흰 바탕에 검은 선을 사용하며 인쇄되어야 한다.
- (2) 사진의 크기는 5X7inch (13X18cm)로 통일하며 광택인화지를 사용한다. 사진이나 방사선 소견 등에 환자의 인적사항은 알 수 없도록 기술한다. 병리표본은 반드시 자(R)를 놓고 촬영한다.
- (3) 사진의 뒷면에는 사진의 번호와 상하표시를 연필로 기입한다. 지나치게 눌러 써서 전면에 표시가 나지 않도록 하며 잉크나 볼펜 사용을 금한다.
- (4) 동일번호에 2개 이상의 사진이 있는 경우 아라비아 숫자 이후에 알파벳 글자를 기입하여 구분한다(예: Fig. La. Fig. 1b).
- (5) 본문에서 인용된 순으로 아라비아 숫자로 번호를 붙인다.
- (6) 별지에 영문으로 절(phrase)이나 문장(sentence)의 형태로 기술한다.
- (7) 현미경 사진의 경우 염색방법과 배율을 기록한다.

| 논문 투고방법 안내 |

논문투고에는 기존의 우편물 접수 방법과 온라인 논문투고 신청 두 가지의 방법이 있다.

1. 온라인 논문투고
학회 홈페이지나 학술인사위원회에 논문투고를 이용한다.
2. 우편물 논문 접수
(1) 원고는 원본 1부, 복사본 2부를 저자의 발간요청편지 1부와 원고내용이 저장된 컴퓨터 디스켓(아래한글 또는 워드 파일)과 같이 학회사무국에 우편으로 송부한다.
(2) 논문이 게재되기로 수락되면 저자는 수정, 보완되어 완성된 원고 1부와 원고내용이 수정되어 저장된 컴퓨터 디스켓을 제출한다. 디스켓에는 파일이름, 제 1저자명, 사용된 프로그램을 표시한다.

Volume 3 Number 2 2011

국제임플란트학회지

통권4권발행 : 2011년 10월 30일

발 행 인 : 신중연

편 집 인 : 권영선

편 집 위 원 : 김수관, 권금록, 손동석, 조경안, 정동욱, 김현종

발 행 처 : 국제 임플란트 학회

인 쇄 인 : 박기용

인 쇄 처 : 지성출판사

서울특별시 광진구 능동 245-21

TEL: 454-5463, 455-5463 • FAX : 456-5058

jsbook@hanafos.com

jsmall.co.kr

