

# 수직적 치조골 증강술로서의 Interpositional bone graft

팽준영

경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

## Interpositional bone graft for vertical alveolar bone augmentation

Jun-Young Paeng

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Alveolar bone reconstruction has been one of the pre-prosthetic treatment in the field of oral and maxillofacial surgery for a long time. However the term of alveolar bone graft was popularized with the recent advancement of implantology. The implantologist can meet frequently the cases which need alveolar bone augmentation. Sometimes the augmentation procedures show good result, but the number of failure cases increase according to the increased number of the patients. Guided bone regeneration(GBR), onlay or inlay bone graft, interpositional bone graft and distraction osteogenesis were used for alveolar bone augmentation. These methods have their own advantages and disadvantages. The reliable method must be selected depending on the alveolar bone and patient general condition and the goal of the treatment. GBR showed successful result in the cases which need relatively small amount of augmentation. The limitation of the height which can be achieved with GBR is 3 ~ 4 mm. Onlay graft showed unreliable final result such as resorption or high rate of exposure. To overcome the disadvantages and limitation, the interpositional bone graft can be indicated depending on the ridge condition. The advantages of the interpositional bone graft may include followings. The pedicled bone segment shows relatively high resistant to infection and resorption. The crestal bone can be remained on the implant margin and more resistant to marginal bone resorption. The height of the augmentation can be achieved more than GBR to 5 ~ 7 mm. The attached keratinized gingiva can be maintained. This presentation overviews the usefulness and technical point with literature review. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2014;33(1):27-33)

**Key Words:** Interpositional bone graft, Vertical augmentation, Bone graft,

### 서 론

치조골 재생술은 구강악안면외과에서 오래 전부터 보철전 구강외과의 한 분야로 시술되어 오던 술식이다. 하지만 지금과 같이 치조골 이식술이라는 이름으로 널리 응용되고 사용된 것은 최근의 임플란트 시술이 보편화되면서부터라고 할 수 있다. 임플란트를 식립하는 의사라면 누구나 결손된 치조골의 재생이 필요한 증례를 접하게 된다. 좋은 결과를 보이는 증례도 많이 있겠지만, 증례수가 증가할수록 그에 비례하여 실패나 합병증의 증례수도 증가하기 마련이다. 치조골 재생술은 많은 양의 골을 재건해야 하는 것과 골재생술의 성공률을 높여야 한다는 두 가지 측면을 목표로 삼을 수 있다. 조건이 좋은 경우 지금의 골재생술식들로도 충분히 예측 가능한 결과들을 얻을 수 있지만, 불량한 치조골 조

건에서 많은 양의 뼈를 새로이 만들어 내는 것은 임상적으로 쉬운 작업은 아니다. 본 종설에서는 많은 양의 치조골을 재건하고, 불량한 조건을 극복하는 방법으로서의 치조골재생술의 발전과 술식들을 소개하고자 한다. GBR에 관한 주제는 많은 문헌에서 언급하고 있기 때문에, 여기서는 주로 자가블럭골 이식에 관하여 서술할 예정이다. 골이식재의 종류와 관련하여서는 내용이 복잡해질 수 있어서 언급하지 않도록 한다.

### 수직골증강술의 종류

치조골 증대술(alveolar ridge augmentation)은 크게 입자골(particulated bone)을 이용한 GBR (Guided bone regeneration), 블럭골(block bone)을 이용한 Onlay 혹은 Veneer bone

Received February 20, 2014, Revised March 10, 2014, Accepted March 20, 2014.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 팽준영, 700-412, 대구시 중구 달구벌대로 2177, 경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Correspondence to: Jun-Young Paeng, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2177, Dalgubeol-daero, Jung-gu, Daegu 700-412, Korea. Tel: +82-53-600-7577, Fax: +82-53-426-5365, E-mail: jypaeng@knu.ac.kr

graft, Interpositional bone graft, Distraction osteogenesis 등을 들 수 있다. 이들 방법들은 각각의 특징을 가지고 있다. 또한 증가시킬 수 있는 신생골 양의 한계도 각각이 달라서 필요한 골의 양과 적응증에 따라 선택하는 것이 필요하다.

GBR을 이용한 수직골 증강술은 1994년 Simion<sup>1)</sup>이 처음 환자에 게서 증례를 발표하고, 이후 지속적인 논문발표 이후 확립되었다고 할 수 있다. Simion의 훌륭한 임상결과와 증례들은 치조골의 수직적 증강을 위한 GBR이 최소침습(minimally invasive)적 술식의 장점을 가지는 술식으로 생각되어, 많은 임상가들이 우선적으로 선택하는 방법 중의 하나이다. 가장 양호한 결과를 보고한 Simion의 프로토콜은 타이타늄강화 e-TPFPE 차폐막의 사용과, 자가골과 인공골(Bio-Oss)의 혼합사용, 최소 6개월 이상의 치유기간이 필요하고, 무엇보다도 충분한 골막유리절개(periosteal releasing incision)를 할 수 있어야 한다는 것이다. 이렇게 잘 치유된 골은 자기골과 거의 유사한 결과를 보인다고 하였다.

Block골을 이용한 골이식술 또한 구강악안면외과에서 오래 전부터 사용되어 온 술식이다. 블록골은 장골, 하악지, 이부에서 주로 채취되어 사용되지만, 장골(iliac bone)에서는 많은 양을 얻을 수 있고, 이 식시에 골블럭을 취급하기 쉽다는 장점을 가지고 있으나, 하악골과는 골의 기원성장이 달라(장골은 endochondral bone formation을 한다), 하악지나 이부에서 얻은 블록골보다 흡수량이 많다. 하악에서 얻은 블록골은 임플란트 식립시에 골질이 단단하여 GBR 등으로 얻은 골에 비해 기계적인 강도가 우수하다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 블록형태이기 때문에 재혈관화에 시간이 오래 걸리며, 재형성(remodeling)이 잘 되는 건강한 골이 되기 위해서는 오랜 시간이 소요된다. 즉 채취되어 이식된 골내의 골세포는 골재생(osteogenesis)을 하는 살아있는 골세포가 아니라 초기에는 모두 죽은 세포이며, 재혈관화가 진행되면서 자기 골로 대체되는 과정을 거치게 된다. 원래의 골에서 재생되어 나올 수 있는 기존골과 긴밀한 접촉을 시키지 않으면 건강한 골로 대체되지 않을 가능성이 많다. 따라서 4벽성 이상의 골 결손이나 이와 유사한 형태로 지저골을 형성한 이후에 이식을 하는 것이 유리하며, 1벽성인 수직적 이식술은 상대적으로 불리한 환경에서 골 생착이 어렵다고 할 수 있다.

### 골재생에서의 중요사항

골재생 후 치유과정은 골이식재의 경우 골이식재가 remodeling을 할 수 있는 건강한 골로 치유되는 것이 관건이라고 할 수 있다. 이에 실패한다면 골이식재가 비록 감염이 되지 않고 그 상태로 생체 내에 존재하더라도, 건강한 골(뼈)이라고 할 수 없으며 언제든지 외부의 기계적 자극이나 감염에 의해 파괴될 수 있는 단순한 이식재로 인체내에 남아있게 된다. 이식재가 대사가 이루어지는 건강한 뼈로 치환되기 위해서는 크게 두 가지 조건을 유지할 수 있어야 한다. 하나는 이식재가 포함된 공간이 뼈를 생성하거나 신생골이 만들어져 들어올 수 있는 능력

을 가지고 있어야 한다. 여기에는 이식재 부근의 잔존 자가골과 이식골 내의 조건, 그 중에서도 혈병이라고 불리는 육아조직이 잘 결합이 되어야 한다. 다른 하나는 그러한 골생성유도능력을 가진 이식재를 포함한 복합 조직이 기계적인 영향을 받지 않고 안정적으로 공간 내에 유지되는 것이다. 이러한 조건을 만족시키지 못하는 경우에는 건강한 신생골로 대체되기는 어렵다고 보아야 한다.

### 치조골재생술의 한계

골이식술의 성공과 실패는 골이식 직후의 감염과 노출에 의한 실패와 장기간의 흡수로 크게 대별될 수 있다. 골이식은 언제나 골이식술 후의 감염과 노출의 가능성을 가지고 있으며, 이것은 최종적인 실패의 가장 큰 원인으로 생각할 수 있다. 이러한 감염이나 노출이 치명적인 이유는 무엇일까? 그것은 골이식재의 재혈관화가 되지 않게 되어 괴사골로 석회질만 남아있도록 만들기 때문이다. 골재생술 후 감염의 발생은 골이식재를 이물질(Foreign Body)로 인식하게 하여 골이식재의 생착을 방해하게 된다. 연조직의 열개가 생겨 이식재가 노출되는 것은 골이식 실패의 원인이기도 하며, 재혈관화에 실패한 골이식재로 인한 결과이기도 하여 연조직 처치가 골이식에서는 중요한 요소라고 할 수 있다.

### 수직적 골재생술의 한계

여러가지 치조골 수직골 증강술에서 얻을 수 있는 골의 양을 Table 1에 정리해 놓았다. 뼈의 폭경이 부족할 경우 수평적인 골폭 증가는 비교적 안정적인 결과를 보이는 것으로 보고되고 있다. 즉 GBR과 Veneer bone graft 모두에서 술후의 감염 가능성도 적으며, 이식골도 안정적이어서 상악 전치부를 비롯하여 구강내 어느 부위에서도 성공적인 결과를 보이는 것으로 되어 있다. 하지만, 수직적인 높이의 증가는 그렇게 만족스럽지는 않다. GBR에 의해 증가시킬 수 있는 높이는 3~4 mm 정도로 한계를 나타내며, 이식된 골이 치유된다 하더라도 피질골과 비교하면 골밀도와 골질에서 양호하다고 할 수는 없어, 임플란트 식립 후의 변연골흡수를 고려한다면, 실

**Table 1.** The amount of augmentation in various alveolar bone augmentation.

	Vertical (mm)	Horizontal (mm)
Onlay graft*	4~7	5
GBR (membrane)	3~4**	4
TIME (titanium mesh)	4~7***	5
Interpositional bone graft	5~7	-
Distraction osteogenesis	≥10 mm	-

\*Bone was harvested from oral cavity (Chiapasco 2007)<sup>2)</sup>, \*\*Simion 1994, 2002, \*\*\*Roccuzzo 2004<sup>3)</sup>, ††Jensen 2006 (Mx: 5 mm, Mandible 7 mm).



Fig. 1. Complications after onlay bone graft. Bone exposure and resorption is not rare complication.

Table 2. Comparison of the advantages between alveolar bone augmentations.

	GBR	TIME	Onlay	Interpositional bone graft	DO
Amount of augmentation	+	++	+++	++++	+++++
Hardness	+	+	+++	+++	+++
Flexibility	+++	++	+	-	-
Final shape	+++	+++	++	+	+
Possibility of inf. alv. nerve damage	+	+	+	++	+++
Susceptibility to infection	+++	+++	+++	++	+
Handling of soft tissue	+	+	+	++	+++
Horizontal augmentation	+++	++++	++	++	-
Span of augmentation	+	++	+++	++++	+++++
Resorption	+++	+++	+++	++	++
Patient discomfort	++	++	+++	+++	++++

+++++: advantage, +: disadvantage.

제 얻을 수 있는 높이가 제한이 된다. Block bone을 채취하여 치조골 위해 이식하는 Onlay bone graft를 이용한 많은 시도가 있었으나, 이 또한 하방의 자가골과의 접촉면적이 적으며, 피질골이기 때문에 재혈관화가 느려, 장기간의 예후에서 흡수와 괴사의 가능성을 항상 내포하고 있다.(Fig. 1) 이식골의 흡수는 이식골량의 25%정도가 흡수된다고 하며<sup>4)</sup>, 블록골과 함께, membrane을 동시에 사용할 경우 흡수가 적다고 보고되고 있으나<sup>5)</sup>, membrane의 노출율이 18% 정도로 높다고 보고되는 것을 고려한다면, 임상적으로 예지성이 높은 술식이라고 하기는 어렵다. Table 2에서는 주로 사용되는 술식의 장단점을 비교해 놓았다.

Khoury는 445명의 골이식 환자에서의 데이터를 바탕으로 골 이식후의 흡수와 관련하여 다음과 같은 결론을 내리고 있어 참고가 될 수 있다.

1. 골이식부위의 지형적 관계 : 즉 주변 치조골의 외형보다 안쪽으로 위치한 골이식의 경우 흡수율이 적었고, 주변골의 외형보다 바깥으로 이식된 블록골의 경우 흡수가 더 빠르고, 많았다.
2. 이식된 골에서 임플란트를 통한 기능적부하(functional loading)를 준 경우 골흡수 양이 감소하였다. 기능적 부하를

준 경우에는 골이식의 두께를 유지하였다. 만약 이식한 부위에 임플란트를 식립하지 않은 경우에는 대부분의 골이 8개월 이후에 흡수되었으며 특히 치조골의 외형보다 바깥으로 이식된 경우에는 더 심하였다.

3. 필요한 양보다 더 많은 이식을 시행하는 것(overextension)도 흡수에 대한 예방이 되지 않는다. 많은 양을 이식하면 할 수록 더 많은 흡수가 일어났다.
4. 이식부위에 의한 영향 - 하악전치부의 경우 이식된 골이 4 개월 후 최대 흡수량을 보였으나, 상악 구치부의 경우 최소한으로 흡수되는 경향을 보였으며, 이는 근육의 영향으로 여겨진다.
5. Tunnel technique을 이용한 경우 흡수가 적었는데 이는 골막을 유지할 수 있었기 때문으로 생각된다.

여기서 생각할 수 있는 것은 환자의 치조골의 환경을 최대한 변화시키지 않는 방향에서 골의 재생술이 이루어지는 것이 유리할 수 있다는 사실이다. 치조골 재생술의 성공여부는 치조골의 상태를 최대한 고려하여야만 하고 이것은 아무리 좋은 이식재나 첨단 술식이 개발되더라도 마찬가지일 것으로 생각된다.

## INTERPOSITIONAL BONE GRAFT

앞에서 설명한 수직골 증강술의 한 대안으로써 소개되고 있는 것이 interpositional bone graft이다. 새로이 개발된 술식이라기 보다는 이전부터 있어 온 술식이지만, 보철전 외과술식으로는 적용에 범위가 넓지 못했으나 최근 들어 골신장술의 등장과 함께 다시 주목 받게 된 술식이라고 할 수 있다. 처음으로 구강악안면외과에 소개된 것은 1977년 Schettler 등에 의해서이다<sup>6)</sup>. 그후 상악 전치부 구치부에서 잔존골이 존재할 경우 수직골 이식술에서 안정적으로 사용될 수 있는 것이 보고되었다. Interpositional bone graft의 최대 장점으로는 움직여지는 골편(transport segment)이 설측의 피판으로부터 혈류를 공급받는 혈관화된 뼈(pediced bone)이라는 것이다. 이것은 나중에 흡수와 감염에 대한 저항성을 가지게 된다. 또한 임플란트 변연부의 골질이 피질골이기 때문에 GBR이나 다른 골이식에 의해 생성된 신생골보다 골질이 양호하다는 장점이 있다. 또한 5~7 mm 정도로 GBR보다 많은 양의 골을 증가시킬 수가 있고, 치조정부위의 각화점막을 유지할 수 있다는 장점이 있다.

적응증으로는 5~7 mm 정도의 수직골 증강술이 필요한 경우로 Robiony<sup>7)</sup> 등은 상악전치부에서 혈류공급의 문제없이 10 mm 정도까지 가능하다고 하였으나, Jensen<sup>8)</sup>은 상악구치부에서 5 mm, 하악구치부에서 8 mm 정도까지 가능하다고 하였다. 이는 구개측과 설측의 연조직의 신장가능성을 고려하여야 하며, 중간이식골의 크기와 공간유지력 정도를 고려하여야 할 것이다. 상부이동골의 두께 또한 예후에서 중요한 역할을 할 수 있다. 적어도 5 mm<sup>7)</sup>는 되는 것이 골편이 너무 작아 흡수가 일어나는 것을 어느 정도 예방할 수 있다고 되어 있으나 혈류만 유지된다면 2~3 mm도 가능하다<sup>9)</sup>. 하지만 되도록이면 상부골편의 두께가 두꺼운 것이 더 좋은 예후를 보일 것으로 예상된다. 하악구치부에서 고려할 것은 하부의 하치조 신경으로 하치조 신경 상방의 골이 6 mm는 되어야 수평골절개 후 상부이동골편의 두께를 유지하면서 하치조 신경의 손상을 방지할 수 있을 것이다. 술후의 일시적인 하치조신경의 마비가 나타날 수 있는 데, 이것은 수술 시의 신경의 견인에 의한 것으로 생각된다. 하악구치부의 경우 골절개 시 설신경의 손상을 예상할 수 있으나, 해부학적으로 거리가 있어 아직 설신경손상은 보고된 바가 없다. 신경손상이 아니라 설측의 연조직 외상은 최소한으로 하는 것이 좋으며, 이를 위해서는 Piezosurgery가 유리하다.

단점으로는 임플란트를 동시에 식립하기 힘들다는 것으로 아직 보고된 바는 없다. 자가골 치유기간을 생각하면, 4개월 이후에 고정용 금속판을 제거하면서 임플란트의 식립이 가능하다. 또한 잔존치조골의 폭경이 좁을 경우 수직적 높이의 증가만으로는 폭경을 해결할 수 없어 추가적인 골이식이 필요할 수 있다. Bormann<sup>9)</sup> 등은 골절단시 사선으로 골절단을 하여 협측의 골을 더 많이 울림으로써 폭경의 증가를 동시에 얻을 수 있다고 보고하였으나 실제 증례에서 충분한 폭경을 얻을 수 있을 지에 관해서는 더 연구가 필요할 것으로

Table 3. Summary of the references on the interpositional bone graft.

Author	Year	No. of patient	No of site	Implant insertion	Site	Graft bone	Fixation	Bone gain mm	Failure	Long-term result	Etc.
Laviv	2013	9	10	NA	Mx (5) Mn (5)	Xenograft (particle)	Plate	Avg 6 (4-10)	No	NA	
López-Cedrún	2011	23	30	65	Post mandible	Autogenous or allogenic	Plate	Avg 5.3 (2-10)	No	6-87 M	4 dehiscence (no failure)
Bormann	2011	27	40	88	Post mandible	Autogenous ramal	Plate (24) Screw (8) No fixation (8) No fixation	3.4±2.8 Post 3.1±1.9 Ant 6.3±2.4 NA	NA	avg 17.6 (4-23 M)	(BioGide memb)
Scarano	2011	9	9	NA	Post mandible	Xenograft block (equine collagenated block)	No fixation	NA	No	NA	Biopsy: newly formed bone 44 2.1%
Felice	2009	10			Post mandible	Anorganic bovine bone					
Marchetti	2007	6	7	21	Post mandible	Iliac	Plate	Median 7.0	No	14-16M	
Jensen	2006	10	10	NA	Anterior maxilla	Ramus	No	3-6	No		No significant bone resorption
Jensen	2006	8	10	22	Post mandible	Ramus	5 case no plate	Avg 6 mm (4-8)	2	1-4 yrs	
Choi	2004	9	9	NA	Ant mandible	Collagen matrix	No fixation	9.1-14.1 (avg 10.4)			

{Choi:2004ho}

사료된다.

이와 관련된 여러가지 술식들이 보고 되었다. 골절편사이에 이식하는 이식제와 관련하여서는 자가 장골(ilic crest bone)<sup>10)</sup>, 하악지<sup>11,12)</sup>, 동종골<sup>13,14)</sup>, 이종골<sup>15,16)</sup> 등이 사용되었다. 초기에는 주로 동종골이 사용되었으나, 수용부의 환경이 양호하여 다른 골이식재들이 사용되었다. 블럭골이 아닌 분쇄골(particulated bone)도 사용되었으나 상부로 이동된 골편이 다시 내려오는 회귀현상(relapse)

을 고려한다면 블럭골의 형태로 지지를 하는 것이 유리할 것으로 생각된다. 골편에 대한 특별한 고정 없이도 양호한 결과를 얻었다는 보고도 있다<sup>15)</sup>. 혈관이 붙어있는 골편이기 때문에 고정 없이도 치유가 잘 일어날 수도 있지만, 골편의 움직임이 흡수를 야기할 가능성을 고려한다면 고정을 하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 또한 나사를 이용한 고정을 할 경우<sup>9)</sup> 치조골의 상부의 연조직을 더 박리해야하기 때문에 연조직의 박리를 줄이기 위해서는 금속판을 이용한 고정이 유리할 것으로 생각된다. Table 3에 interpositional bone graft와 관련된 다양한 보고들을 정리하였다.

### 술 식

1. 구강내 골이식술은 대부분 1~2시간 정도의 수술시간이 걸리기 때문에 의식하 진정마취 혹은 전신마취 하에 하는 것이 환자의 불편감을 줄일 수 있다.
2. 국소마취 후 전정절개(vestibular incision)를 하여 치조정과 설측의 피판이 되도록 박리되지 않게 협측의 골을 노출시킨다.(Fig. 3, 4)
3. 수술용 연필로 골절개선을 디자인 하는데 이동골은 최소한 4mm의 높이를 유지하도록 하는 것이 혹시라도 발생할 수 있는 이동골편의 흡수를 최소화할 수 있다.

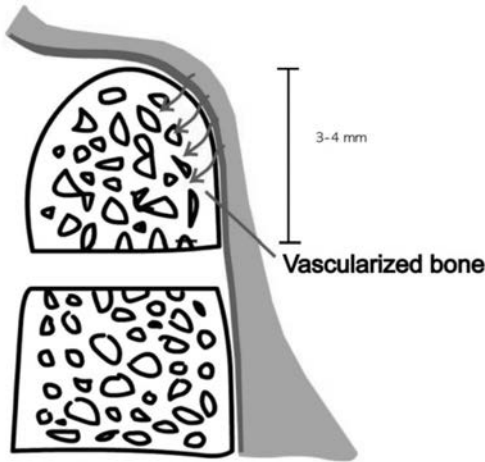


Fig. 2. Biological advantages of interpositional bone graft.

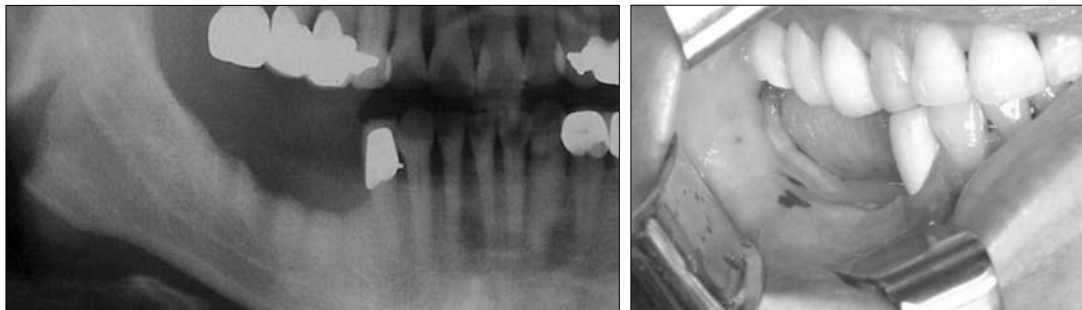


Fig. 3. The right mandibular posterior area showed low alveolar ridge. The residual bone height above inferior alveolar nerve canal showed 6 mm in lowest area. The crown/implant ratio would be too high without augmentation.



Fig. 4. After the vestibular incision, the segmental osteotomy was done with piezosurgery and small round bur.



Fig. 5. The ramal block bone was harvested and inserted under the segment. The segment was fixed with titanium mini plate.



Fig. 6. Post operative radiograph (upper: immediate post op., middle: after implant installation, right: after final prosthodontic treatment).

4. 수평골절개(horizontal osteotomy)를 시행하는데, 작은 round bur나 fissure bur를 사용하고, 설측의 피질골을 완전히 절단하는 것이 필요하다. Bur는 깊게 도달할 수 없어 Piezosurgery 기구를 사용하는 것이 편리할 수 있다. micro reciprocating saw를 사용할 수 있으나, 국소마취에서는 다루기가 용이하지 않은 측면이 있다.

5. 수직골절개(vertical osteotomy)를 시행할 때는 피판이 많이 박리되지 않도록 주의하며, 치조정 부위를 절삭기구로 완전히 절단하지 않아도 된다. 수직골절개와 수평골절개가 만나는 부위는 약간 겹치도록 완전히 절단하는 것이 좋다.

6. 치질을 사용하여 이동골을 완전히 절단하고 상방으로 이동시켜 본다.

7. 공여부의 골을 하악지에서 크기에 맞게 채취하고,(Fig. 5) 이동골 편 아래에 끼워 넣도록 한다. 이동골은 피판이 붙어 있기 때문에 견고한 고정기 필요 없으며, 필요한 경우 금속판을 이용하여 고정하도록 한다.

8. 빈 공간에 입자골(particulated bone)을 이식하고 봉합한다.

임플란트의 식립은 통상적으로 자가골 이식후의 최소 4개월의 치유기간을 두고 시행하며, 이식시에 전정 절개를 했던 것에서 임플란트 식립시에는 치조정절개를 하여도무방하다(Fig. 6).

## REFERENCES

1. Simion M, Trisi P, Piattelli A. Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated
- implants. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994;14(6): 496-511.
2. 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;18(4): 432-40.
3. Rocuzzo M, Ramieri G, Spada MC, Bianchi SD, Berrone S. Vertical alveolar ridge augmentation by means of a titanium mesh and autogenous bone grafts. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(1):73-81.
4. Verhoeven JW, Ruijter J, Cune MS, Terlou M, Zoon M. Onlay grafts in combination with endosseous implants in severe mandibular atrophy: one year results of a prospective, quantitative radiological study. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(6): 583-94.
5. Antoun H, Sitbon JM, Martinez H, Missika P. A prospective randomized study comparing two techniques of bone augmentation: onlay graft alone or associated with a membrane. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(6):632-9.
6. Schettler D, Holtermann W. Clinical and experimental results of a sandwich-technique for mandibular alveolar ridge augmentation. *J Maxillofac Surg* 1977;5(3):199-202.
7. Robiony M, Costa F, Politi M. Alveolar sandwich osteotomy of the anterior maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(9): 1453-4.
8. Jensen OT. Alveolar segmental "sandwich" osteotomies for posterior edentulous mandibular sites for dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(3):471-5.
9. Bormann K-H, Suarez-Cunqueiro MM, See von C, et al. Forty Sandwich Osteotomies in Atrophic Mandibles: A Retrospective Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(6):1562-70.

10. Marchetti C, Trasarti S, Corinaldesi G, Felice P. Interpositional bone grafts in the posterior mandibular region: a report on six patients. *Int J Period Rest Dent.* 2007;27(6):547-55.
11. Jensen OT, Kuhlke L, Bedard J-F, White D. Alveolar Segmental Sandwich Osteotomy for Anterior Maxillary Vertical Augmentation Prior to Implant Placement. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64(2):290-6.
12. Felice P, Iezzi G, Lizio G, Piattelli A. Reconstruction of atrophied posterior mandible with inlay technique and mandibular ramus block graft for implant prosthetic rehabilitation. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(2):372-80.
13. López-Cedrún JL. Implant rehabilitation of the edentulous posterior atrophic mandible: the sandwich osteotomy revisited. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;26(1):195-202.
14. Choi B-H, Lee S-HR, Huh J-Y, Han S-G. Use of the sandwich osteotomy plus an interpositional allograft for vertical augmentation of the alveolar ridge. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2004;32(1):51-4.
15. Scarano A, Carinci F, Assenza B, Piattelli M, Murmura G, Piattelli A. Vertical ridge augmentation of atrophic posterior mandible using an inlay technique with a xenograft without miniscrews and miniplates: case series. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(10):1125-30.
16. Laviv A, Jensen OT, Tarazi E, Casap N. Alveolar Sandwich Osteotomy in Resorbed Alveolar Ridge for Dental Implants: A 4-Year Prospective Study. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;72(2):292-303.