

상악결절골을 이용한 상악동점막거상술에 관한 연구

한림의대 강남성심병원 치과구강악안면외과

이 용 찬

A SINUS FLOOR ELEVATION METHOD USING MAXILLARY TUBEROSITY BONE

Yong-Chan Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Dentistry/Oral & Maxillofacial Surgery
Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University

The maxillary sinus elevation for simultaneous placement of dental implants and combination grafts of autogenous bone harvested from the maxillary tuberosity and demineralized freeze dried bone and HA is relatively easy and safely done under local anesthesia in out patients clinic. This article is to introduce the sinus floor elevation method which has been performed to 5 patients in the department of Dentistry/Oral & Maxillofacial Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University, from 1993.

Keywords : Sinus floor elevaton, maxillary tuberosity bone block, DFDB, HA, Implants

I. 서 론

상악골은 주로 medullary bone(spongy bone)으로 구성되어 있으며 외측의 cortical bone은 일반적으로 매우 얇은 편으로 치과용 임플란트의 매식후 stress bearing의 측면에서 보면 하악에 비해 열등하다. 또한 상악 구치부의 경우 상악동이 위치하고 있음으로 악골의 흡수가 심하거나 상악동의 pneumatization이 심한 경우 임플란트의 매식이 어려운 경우가 종종 있게 된다. 해부학적으로는 상악에 임플란트 매식시 상악동 및 비강의 위치가 임플란트 매식에 영향을 미치는데 상악동은 4개의 부비동중 가장 큰 것으로 상악골체(maxillary body) 내에 있으며 내면이 얇은 점막으로 덮여 있고 얇은

한 겹의 호흡상피가 Schneiderian 점막을 이 장하고 있으며 골막과 강하게 붙어 있어서 골막과 분리할 수가 없다. 혈액은 Internal maxillary artery의 분지에서 공급받으며 sphenopalatine vein과 pterygomaxillary plexus로 유입된다. 제1대구치부위의 평균 width는 2.5cm, height는 3.75cm이며 전후방 depth는 3cm으로 알려져 있다. 상악동은 때때로 septa를 가지고 있어 상악동을 둘이나 그 이상으로 구분짓는 경우가 있는데 이 경우 상악동 점막거상술이 대단히 어려워진다. 상악동저에서 25-35mm 상방에 작은 상악동구가 위치하여 중비도에 개구하여 비강과 교통된다^{1,2)}.

상악 구치부의 경우 치조골흡수가 심하거나 상악동의 pneumatization이 심하여 10mm 미

만의 치조골이 존재할 때에는 골이식을 겸한 상악골 절단술이나 치조골증대술 혹은 상악동 점막거상술 등의 부가적인 외과수술을 요하게 된다. 이중 상악동점막거상술이 비교적 수술이 용이하며 외래에서 국소마취하에 하악골이나 상악골로부터 쉽게 골을 채취하여 골이식에 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 실제 하악이나 상악에서 원하는 양 만큼의 충분한 골을 채취하기는 어려우며 따라서 안면골에서 채취한 골과 동종골이나 alloplastic material을 이용한 combination graft방법을 사용하게 된다. 본 교실에서는 한 절개선을 이용하여 상악동점막 거상술과 임플란트매식, 골 이식등을 한번에 시행할 목적으로 1993년 이후 상악동의측벽접근을 통해 상악동점막거상과 함께 13-15mm의 임플란트를 매식하고 상악결절골과 trephine bur에서 얻은 소량의 골, 탈회동종골, 수산화 인회석 등을 혼합 이식하는 수술방법을 사용하였으며 본 연구는 이 술식의 소개 및 장·단점에 대해 평가하고자 하였다(그림 1, 2).

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

연구대상은 1993년부터 한림대학부속 강남 성심병원에서 상악동점막거상술과 동시에 screw type self tapping 임플란트(commmercially pure titanium grade 1, 3i)를 매식한 후 보철물을 장착한 후 6개월 이상 추적조사가 가능한 5명, 13개의 임플란트를 대상으로 하였다.

상악골 임플란트매식의 수술 방법은 다음과 같이 분류하여 시행하였다.

A) 협설측의 폭경이 임플란트 매식에 적당한 경우

1) 치조골의 두께가 10mm 이상의 경우 가끔적 많은 wide diameter implant를 직접 매식한다.

2) 치조골의 두께가 4mm 이하의 경우(그림 3)

3) 임플란트 매식당시 일차안정성을 얻기가 어려울 것으로 판단되어 1차 수술시 상악동점막(Schneiderian membrane) 거상후 자가골, 동

종골, 이종골혼합물을 매식한 후 약 6-8개월 정도 경과후 2차 수술에서 임플란트를 매식한다.

3) 치조골의 두께가 4mm 이상 10mm 미만인 경우 본 수술이 적용된다.

B) 협설측 폭경이 적당치 못한 경우

1) 임플란트매식시 협설측 폭이 부족하나 고경이 10mm 이상인 경우에는 임플란트 매식과 골유도 재생술을 시행한다.

2) 협설측 및 고경이 모두 부족한 경우에는 1차 수술로 적당한 치조골을 만든후 2차 수술에서 임플란트를 매식한다.

III. 수술 방법

1) 통법에 의한 구내 및 구외소독을 한후 posterior alveolar, greater palatine nerve block과 침윤마취를 함께 하며 greater palatine canal에서 나오는 Maxillary nerve 2'nd division block을 시행하기도 한다.

2) 절개선은 전방부 mucobuccal fold에서 수직으로 절개한 후 치조능선을 지나 약간 구개측에서 수평절개를 상악결절부까지 한후 상방으로 수직절개한다(그림 4, 그림 5).

3) 골막하이단술을 시행하여 골막을 박리한다(그림 6).

4) small round bur를 이용하여 사각형으로 골삭제를 시행하는데 완전히 골을 자르지 않고 최하방에 얇은 골이 남아 검은 선이 보일 정도까지만 시행한다(그림 7).

5) ㄱ자로 꺾인 Periosteal elevator를 검은 선이 보이는 곳에 대고 골의측에서 밑으로 가볍게 힘을 가하면(tapping) 얇게 남은 골판이 쉽게 부러지면서 periosteal elevator가 점막 밑으로 밀려 들어가는데 이때에 점막거상술을 완전히 시행하지 않고 골피판이 자유롭게 움직일 수 있는 정도까지만 시행한다. 이러한 술식을 inferior-mesial side에서 시작하여 mesial, inferior, distal side의 순으로 하며 superior side는 시행하지 않는다(그림 8).

6) Periosteal elevator를 골피판 외측에 대고 살짝 눌렀을 때 저항없이 움직이면 상악동점

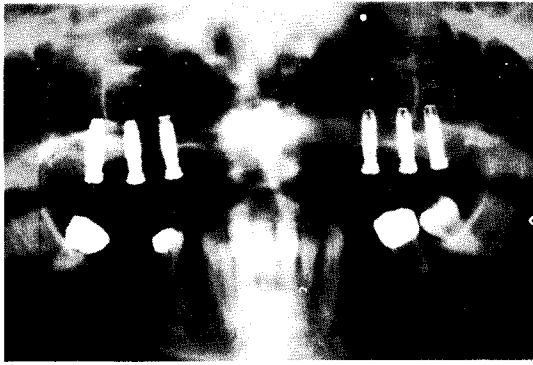


그림1.

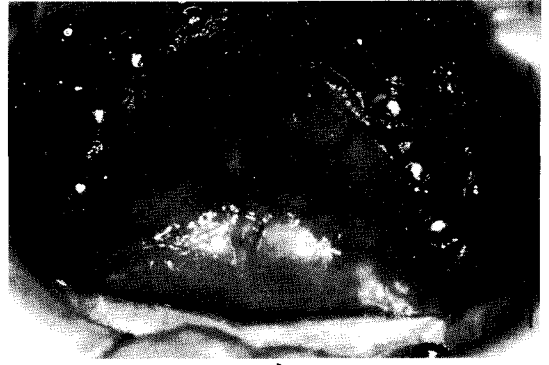


그림2.

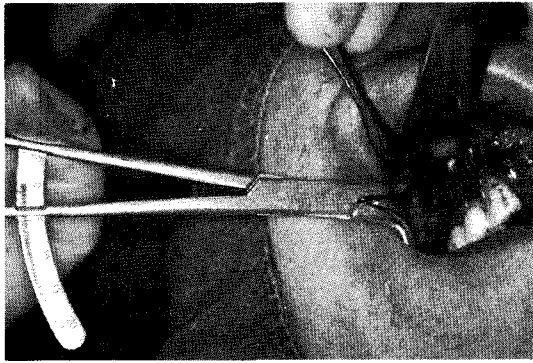


그림3.

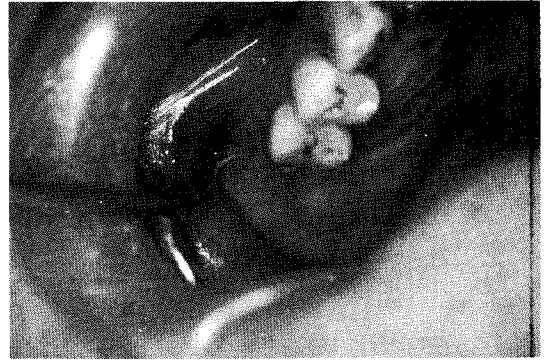


그림4.



그림5.



그림6.

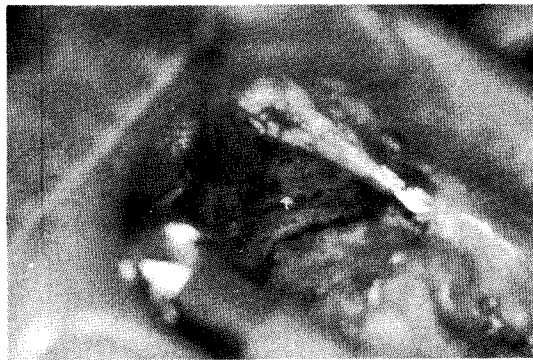


그림7.

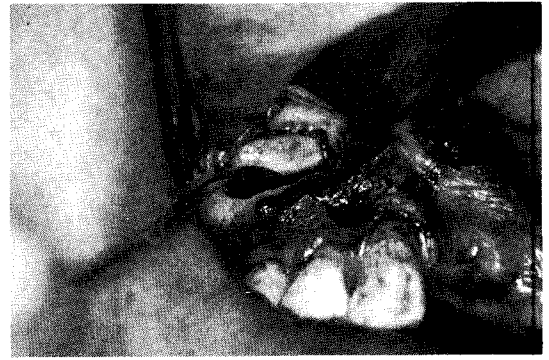


그림8.



그림9.



그림10.

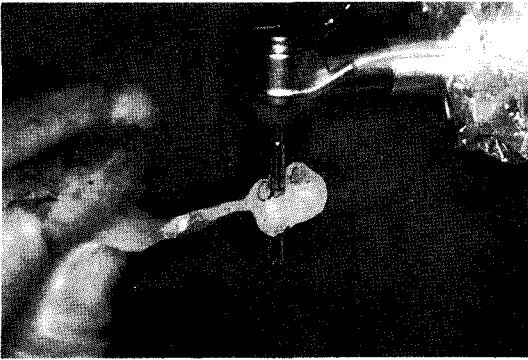


그림11.



그림12.

막거상술을 완전히 시행한다. 처음에는 전하방의 약간 내측으로 밀어 넣고 좌우로 움직이면서 하방의 전방 삼분의 일에서 상방 삼분의 일까지 점막거상술을 시행하는데 일반적으로 inferior-mesial side의 점막이 찢어지기가 쉬우므로 처음 시작할 때 특히 조심해야 한다(그림 9).

7) 상악동 점막거상술이 완료되면 surgical stent를 대고 임프란트가 매식될 정확한 부위를 small round bur를 이용하여 표시하고(그림10) surgical stent의 구멍을 통해 trephine bur를 넣고 골을 삭제하기 시작한다. 일반적으로 Trephine bur는 stent를 통과하고도 치조골을 천공할 수 있을 만큼의 충분한 길이임으로(그림11) stent를 위치한 상태에서 골 천공을 완료하는 것이 정확한 임프란트를 위치시킬 수 있는 중요한 방법중의 하나이다(그림12). Trephine bur의 직경은 사용하고자하는 임프란트의 직경보다 작은 것을 사용하여야 하는데 예를 들어 3.75mm의 임프란트를 매식하려 하면 2mm 혹

은 3mm의 trephine bur를 사용한다. Trephine bur를 통해 채취된 원주형의 소량의 골을 소독된 용기에 보관하고 이때 탈회동종골을 용기에서 개방하여 생리식염수에 담가둔다.

8) 천공된 부위를 통해 self tapping 임프란트를 매식하는데 이때 최소한 13mm 이상의 임프란트를 매식하여야 하며 안으로 꺾인 골판과 상악동 하연과의 거리를 측정한다.

9) 상악결절의 후방부를 노출시키고 익상결혼(Pterygoid notch)을 보호하면서 round bur를 이용하여 골채취를 위한 골 삭제를 한다. 조심스럽게 골을 채취하면 약 2-3 입방센티미터정도의 골편을 채취할 수 있다. 이때 상악동을 침범하여 점막을 손상시키지 않도록 조심하여야 하며 골 채취후에는 줄(rasp) 등을 사용하여 날카로운 부위를 부드럽게 다듬는다.



그림 13.

10) 임플란트와 임플란트의 사이나 임플란트의 전방 혹은 후방부에 위치한 상악동의 하연과 골피판 사이에 bone block을 위치시켜 내측으로 회전된 골피판을 밑에서 받쳐주는 형상이 되게 한 후 그 사이에 trephine bur에서 채취한 소량의 골과 여분의 골, 동종탈회건조골, HA의 순으로 다져 넣는다(그림 13).

11) 외측으로 거상된 피판 상연의 골막을 외측 피질골에서 절단하여 분리시킨 후 피판을 원위치시키고 tension free 상태에서 피판을 봉합한다.

IV. 결 과

1993년부터 한림의대 강남성심병원 치과에서 상악동점막거상술과 임플란트매식을 동시에 시행한 5예, 13개의 임플란트에서 현재까지 임플란트의 동요 등 특이한 소견을 관찰할 수 없이 양호한 상태를 유지하고 있다.

V. 총괄 및 고안

임플란트의 성공을 위하여는 골의 양(quantity)과 질(density)이 중요한데 상악골은 주로 medullary bone으로 구성되어 있고, 외측을 둘러싸는 피질골이 하악에 비하면 아주 얇아 지지구조로서의 강도가 약하므로 임플란트매식 후 일차안정성을 유지하고 보철물장착후 생리적하중(physiologic load)를 인접 골로 분산하는 측면에서 하악에 비해 열등하다. 또한 치아가 조기상실되면 Schneiderian 점막의 골막의 파

골능력(osteoclastic activity)이 증진되어 상악동저의 흡수가 야기되며⁸⁾ 또한 상악동내의 기압이 증가함으로써 상악동의 부피가 증가하는 함기공동형성(pneumatization)이 계속됨으로써 상악동과 치조능선과의 골의 양이 적어지게 된다.

치조능선과 상악동과의 거리가 10mm 미만의 경우 골의 양을 증진시키기 위한 방법으로는 Onlay graft, Interpositional graft, Inlay graft 등이 있는데 이식골로 장골이 제공되는 경우는 외래에서 국소 마취에 의하여는 적합하지 않다.

Boyne 등은 상악동내에 치아가 돌입(intrusion) 되거나 상악치조능에 생리적인 자극(tooth socket graft) 등이 가해지면 상악동저에 골이 형성된다고 하였으나⁴⁾ 이러한 골형성이 임플란트매식에 적당하다고 할만한 근거가 없다. Geiger 등은 동물실험에서 ceramic 임플란트를 상악동저를 뚫고 매식하였으나 11주후 특이 소견없이 잘 치유되었고 단단히 고정되었다고 보고하였다⁵⁾. 한편 상악동점막을 거상하여 이식재를 매식한 경우는 1975년 Tatum이 최초로 시행한 것으로 알려져 있으며⁶⁾ Boyne과 James는 11명의 환자에서 상악동점막거상 및 자가장골이식 6개월후 blade 임플란트를 매식하여 4년후의 결과를 보고한 최초의 경우로 알려져 있다⁷⁾. Vassos 등은 blade형의 임플란트를 치조능을 통해 상악동저를 뚫고 매식하는 방법을 기술하였으며⁸⁾ Branemark와 Adell 등은 44예의 상악동저 관통에서 5년에서 10년 성공률이 70%였다고 보고하였다⁹⁾.

상악동점막거상술은 치조능에서 골을 관통한 후 하방에서부터 점막을 거상하는 방법과 상악동의 외측벽에서 골판을 형성한 후 측면에서 점막을 거상하는 방법으로 대별되는데 치조능 접근법은 점막거상 후 이식재의 양이 적은 경우에 사용되며¹⁰⁾ 외측벽 접근은 많은 양의 이식재를 사용할 수 있고 직접적인 접근 및 관찰이 가능한 장점을 가지고 있어¹¹⁾ 본 교실에서는 수술부위에 직접 도달하여 정확히 임플란트와 이식재를 매식하기 위하여 외측벽 접근법을 사용하였다.

이상적인 이식재료는 무독성, 비항원성, 비

발암성이며, 쉽게 구할 수 있어야 하고, 비용이 저렴하고, 강하면서 탄력성이 있으며, 조각이 쉽고, 감염에 저항성이 강하고, 조직과 친화성이 있어야 한다¹²⁾. 상악동 점막거상술에 의해 생기는 공간은 일반적으로 이식재료 자가골^{11, 13-14, 15)} 자가골블록¹⁶⁾, 동종골^{17, 18, 19, 20, 21)}, 수산화인회석, 인산삼칼슘 등의 이물성형재료^{22, 23, 24, 25)} 등이 사용된다. 이중 가장 이상적인 재료인 자가골은 장골, 상악골, 하악골, 두개골 등에서 채취되며 장골은 연골내골화(Endochondral bone formation)에 의해 골화되고 상악골, 하악골 두개골 등은 막내골화(Intramembranous bone formation)에 의해 골화된다. 막내골이식과 연골내골이식을 비교한 보고에 의하면 막내골이식편이 술후 흡수가 적다고 하였으며²⁶⁾, 이식편의 재혈관화도 일찍 일어난다고 하였다²⁷⁾. 자가골 이식중 corticocancellous 골블록이식이 골수이식보다 onlay 이식시 흡수가 적다고 하며¹⁶⁾ 하악이부나 하악지에서 corticocancellous 골블록을 채취하여 사용하면 임프란트를 매식시 일차안정성을 얻을 수 있고 보철에 적합한 위치에 임프란트를 매식할 수 있다는 보고가 있으니^{28, 29)} 골블록이 상악동내에 위치하였을 때 임프란트를 통하여 저작압을 받았을 때도 골수이식보다 흡수가 적다고 하는 근거는 없다. Hirsch등은 하악이부에서 채취한 골이 장골에서 채취한 경우보다 흡수가 적다하여 이의 사용을 추천하였으며³⁰⁾ 하악이부골만을 이식한 25개월후 골 생검을 실시한 결과 40.5%가 연조직이고 59.4%가 골로 구성되었다는 보고도 있다³¹⁾. 그러나 본 교실에서는 골블록을 상악동저에 틈새없이 밀착시키기 위하여 골블록을 다듬어야 하며 움직이는 골블록에 2-3개의 임프란트를 원하는 위치에 매식하기 위하여는 많은 시간이 소요되어 상악결절에서 골블록을 채취한후 상악동저와 내측으로 회전된 골판사이에 단순히 위치시키는데만 사용하였다. 골블록을 상악동저와 골판사이에 위치시킨 이유는 내측으로 회전된 골판을 밑에서 단단히 지지하여 줌으로써 골판이 중력에 의해 하방으로 처짐으로써 치유기간동안 임프란트나 이식재들이 불필요한 압력을 받을 수 있는 가능

성을 배제하려 한 때문이었다. 상악결절에서 골채취시는 다른 부위에서 채취하는 것에 비해 별도의 절개선이 필요하지 않으므로 수술부위가 줄어들어 시간이 절약되며 수술부담이 줄어드는 장점이 있으나 골막박리시 부주의하여 골막상방으로 박리되면 인접 근육으로부터 출혈이 야기될 수 있다.

동종골이식은 자가골이식에 비해 수술의 필요성이 없고 쉽게 구할 수 있는 장점이 있으나 자가골에 비해 골유도능력은 떨어진다고 한다. 동종골은 동결건조된 형태로 존재하며 동결건조골과 탈회동결건조골로 나뉘며 동결건조골은 골유도능력은 없으며 골 전도능력만을 가지고 있고, 탈회되지 않은 동종골은 creeping substitution에 의해 재혈관화가 서서히 일어나서 골화되기까지 시간이 오래걸림으로 낮은 혈류를 지닌 상악동같은 곳에 이식시는 감염이 발생할 가능성이 높아 상악동 이식재료로는 적합하지 않다. 탈회동결건조골은 산처리(acid treatment)를 통해 탈회되며 남아있는 유기기질내에 골형성 단백질(bone morphogenic protein)을 보유하고 있어서³²⁾ 높은 산소 농도를 지닌 조직에 이식되면 주변의 미분화 간엽조직세포들을 조골세포로 분화시키거나 산소 농도가 낮은 곳에서는 골보다는 섬유성 조직이나 연골로 분화시키는 경향을 보인다³³⁾ 악골에서 채취할 수 있는 자가골의 양이 한정됨으로 탈회동종골을 자가골과 혼합하면 이식재의 부피를 증가시키며³⁴⁾ 이외에도 자가골로부터 phase 1 골형성(immediate bone production)을, 탈회동종골로부터 phase 2 골형성(remodeling of the disorganized phase 1 osteoid and replacement with lamellar bone)을 얻는 상승 효과를 얻을 수 있다^{33, 34)}. 탈회동결건조골은 동결건조된 상태로 공급됨으로 무균의 생리 식염수에 30분 정도 둔후 사용하는 것이 좋으며 혈액이나 마취용액과는 혼합하지 않는 것이 좋다. 혈액의 catabolism시 발생하는 독성 부산물과 마취용액의 산성은 골형성을 감소시킨다³⁵⁾.

이물성형재료로는 calcium phosphate ceramics이 단독으로 사용되거나 자가골과 혼합하여 사용되며 calcium phosphate ceramic은

HA와 Tricalcium phosphate의 2형태가 있다. 이물성형재료는 일단 이식되고 나면 화학조성 성분과 물리적 성질 : 밀도, 입자크기, 다공성, 제조방식 등에 의해 성격이 결정되는데³⁶⁾ dense-sintered pure-HA-ceramics는 낮은 다공성과 큰 입자를 갖고 서서히 흡수되며 nonsintered-(nonceramic)-porous-HA-ceramics와 TCP는 생체분해성을 갖고 있다. sintered와 nonsintered HA, TCP는 생체친화성이나 골결합력에 있어서는 유사하나 sintered HA는 흡수성이 약하고 다결정성으로 형태유지의 측면에서는 우수하지만 주변골 침투가 비흡수성보다 열등하며 파절이 될 위험성이 있고, nonsintered와 TCP는 기계적 성질이 열등하여 형태유지가 어려운 단점이 있다³⁷⁾. HA를 이식제로 사용하는 근거는 골과 치아의 무기질이 HA로 구성되어 있어서 골격계의 주요한 무기 구성 성분이며 또한 생체친화성으로 살아있는 골주변에서 무기질의 저장고의 역할을 하고 파골세포에 의해 흡수되면서 주변골이 침투하여 골을 형성할 수 있는 뼈대의 역할을 해주는 골전도능력을 가지고 있기 때문이다^{22, 23)} 상악동에 이식된 porous HA내에 형성된 골의 양은 주변세포가 HA를 침투하여 들어가서 골을 형성할 수 있는 능력에 달려 있어서 상악동저에 가까운 곳이 먼 곳보다 많은 골 형성이 이루어졌음을 알 수 있다^{22, 23)} Moy에 의하면 HA만을 이식하고 6개월후, HA와 자가하악이부골을 혼합이식하고 6개월에서 10개월이 경과한후, HA와 탈회골을 혼합이식하고 8개월이 경과한후 골생검을 해본 결과 HA 단독군에서는 20.3%의 골이, HA+자가골군에서는 44.4%의 골이, HA와 탈회골 혼합이식군에서는 4.6%의 골이 발견되었다고 보고하였는데³¹⁾ 이는 상악동내에 HA 단독보다는 자가골을 혼합이식하는 것이 골형성을 증가시키는 것을 보여주는 것이다. Misch는 심하게 퇴축된 상악골의 경우 상악동점막거상술후 상악동저에서부터 자가골, 탈회동종골, 탈회동종골과 수산화인회석의 혼합물, 수산화인회석의 순으로 이식재를 매식한후 이차수술로 임프란트를 매식하는 방법을 추천하였다³⁸⁾.

본 교실에서는 screw type self tapping 임

프란트(pure titanium grade 1, 3i) 매식후 상악결절에서 채취한 골블록을 가능한한 그대로 상악동저와 골판사이에 위치시켜 골편이 하방으로 처질 수 있는 가능성을 최소화하려 하였으며, 상악동저에 Trepine bur에서 얻은 골편과 남은 골편들, 탈회동종골, HA를 순서대로 이식하여 혼합골이식의 장점을 최대로 살리려 하였다. 수술 적응증으로는 상악동저와 치조능과의 골이 최소한 4mm가 존재하여 임프란트 매식시 치조골내에서 일차안정성을 얻을 수 있고 협설측으로 임프란트 매식시 치조골이 최소 1.5mm이상 존재할 때 본 방법을 사용하였다. 한편 잔존 치조골이 4mm 미만의 경우에는 임프란트매식은 생략하고 채취된 골편을 분쇄하여 골수망상골입자를 만들어 이를 맨 하방에 이식하고 전술한 순으로 이식한후 8개월후 임프란트를 매식하였다. 본 수술방법은 가급적 적은 수술부위의 노출로 수술시간 단축 및 수술로 인한 환자의 육체적, 정신적 고통을 감소시키면서 임프란트를 매식하기 위한 것으로 Trepine bur와 self tapping implant의 사용으로 임프란트매식을 위한 수술시간의 단축을 얻을 수 있었으며 상악결절골과 혼합이식재를 사용하여 혼합이식의 장점을 최대한 활용하려 하였고 상악결절골블록을 상악동저와 골판사이에 위치시켜 임프란트와 혼합이식재사이에 충분한 공간이 유지되어 골화되는 동안 흡수 증력에 의해 골편이 하방으로 처지면서 이식재와 임프란트에 압력을 가할 가능성을 배제하도록 하였다. 그러나 골편이 증력으로 인해 하방으로 처질 가능성은 가설이며 과학적으로 입증된 것이 아니고 골을 분쇄하여 골수망상입자를 만들어 다른 이식재와 혼합한 방식과 비교한 결과도 현재는 없다. 본 교실에서는 상악동점막거상술후 6내지 8개월 경과되어 보철물 제작을 시행하였으며 이때 이식편이 저작압에 견딜 정도로 골화된 것으로 판단되지 않아 progressive loading을 시행하였다.

참고문헌

1. 김명국 : 두경부해부학 482, 1984.
2. Smiler et al : Sinus lift grafts and endos-

- seous implants. *Dent Clin North Am* 36 : 154, 1992.
3. Kraut R, Kessler H : Quantification of bone in dental implant sites after composite grafting of the mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg* 47 : 238–242, 1989.
 4. Boyne PJ, Kruger GO : Fluorescence microscopy of alveolar bone repair. *Oral Surg* 15 : 265, 1962.
 5. Geiger S, Pesh H : Animal and experimental studies of the healing around ceramic implants in bone lesions in the maxillary sinus region. *Deutsch Zahnarzt Z* 32 : 396, 1977.
 6. Misch CE : Maxillary sinus augmentation for endosteal implants : Organized alternative treatment plans. *Int J Oral Implantol* 4 : 49–58, 1987.
 7. Boyne P, James R : Grafting of the maxillary floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 38 : 613–616, 1980.
 8. Vassos D : Sinus bar implant. *Journal of Oral implantology* 9 : 571, 1981.
 9. Branemark P, Adell R : An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 42 : 497, 1984.
 10. Tatum H : Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North Am* 30 : 207, 1986.
 11. Kent JN, Block MS : Simultaneous maxillary sinus floor bone grafting and placement of hydroxyapatite coated implants. *J Oral Maxillofac Surg* 47 : 238–242, 1989.
 12. Wagner J : Clinical and histological case study using resorbable hydroxylapatite for the repair of osseous defects prior to endosseous implant. *Journal of Oral Implantology* 15, 1989.
 13. Jensen J, Simonsen EK, Sindet-Pedersen S : Reconstruction of the severely resorbed maxilla with bone grafting and osseointegrated implants : A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 27–32, 1990.
 14. Marx RE : The science and art of reconstructing the jaws and temporomandibular joints. In Bell WH(ed) : *Modern Practice in Orthognathic and Reconstructive Surgery*. Philadelphia, WB Saunders, 1992, pp 1449–1452.
 15. Marx RE, Saunders TR : Reconstruction and rehabilitation of cancer patients, In Fonseca RJ, Davis WH(eds) : *Reconstructive Preprosthetic Oral and maxillary Surgery*. Philadelphia, WB Saunders, 1986, pp347–428.
 16. Adell R, Lekholm U, Grondahl, K, Branemark P-I, Lindstrom J, Jacobsson M : Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Impl* 5 : 233–246, 1990
 17. Reddi AH, Gay R : Transitions in collagen types during matrix-reduced cartilage bone and bone marrow formation. *Proc Natl Acad Sci USA* 74 : 5589, 1977.
 18. Reddi AH, Hascall VC : Changes in proteoglycan types during matrix-induced cartilage and bone development. *J Biol Chem* 253 : 2429, 1978.
 19. Rummelhart JM, Mellonig JT, Gray JL, Towel HJ : A comparison of freeze-dried bone allograft and demineralized freeze-dried bone allograft in human periodontal osseous defects. *J periodontol* 60 : 665–663, 1989.
 20. Glowacki J : Cartilage and bone repair : Experimental and clinical studies. *Arthroscopy* 2 : 169173, 1986.
 21. Guglielmotti MB, Alonso C, Itoiz ME, Cabrini RL : Increased osteogenesis in al-

- veolar wound healing elicited by demineralized bone powder. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 487–490, 1990.
22. Smiler DG, Holmes RE : Sinuslift procedure using porous hydroxylapatite : A preliminary report. *J Oral Implantol* 13 : 239–253, 1987.
 23. Smiler DG, Johnson PW, Lozada JL, Misch C, Rosenlicht JL, Tatum OH Jr, Wagner JR : Sinus lift grafts and endosseous implants : Treatment of the atrophic posterior maxilla. *Dent Clin North Am* 36 : 151–188, 1992.
 24. Wagner J : A 3 1/2 year clinical evaluation of resorbable hydroxyapatite Osteogen (HA resorb) used for sinus lift augmentations in conjunction with the insertion of endosseous implants. *J Oral Implantol* 17 : 152–164, 1991.
 25. Whittaker JM, James RA, Lozada J, Cordova C, GaRey DJ : Histological response and clinical evaluation of autograft and allograft materials in the elevation of the maxillary sinus for the preparation of endosteal dental implant sites. Simultaneous sinus elevation and root form implantation : An eight month autopsy report. *J Oral Implantol* 17 : 152–164, 1991.
 26. Smith JD, Abramson M : Membranous vs. endochondral bone autografts. *Arch Otolaryngol* 99 : 203, 1974.
 27. Kusiak JF, ins JE, Whitaker LA : Early revascularization of membranous bone, *Plas Reconstr Surg* 76 : 510, 1985.
 28. Block MS, Golec TS : Hydroxyapatite and hydroxylapatite coated dental implants for the treatment of the partially and totally edentulous patient. In Bell WH(ed) : *Modern Practice in Orthognathic and Reconstructive Surgery*, Philadelphia, WB Saunders, 1992, pp1264–1331.
 29. Block MS, Winder JS : Method for insuring parallelism of implants placed simultaneously with maxillary sinus bone grafts. *J Oral Maxillofac Surg* 49 : 435–437, 1991.
 30. Hirsch JM, Ericsson I : Maxillary sinus augmentation using mandibular bone grafts and simultaneous installation of implants. *Clin Oral Impl Res* 2 : 91–96, 1991.
 31. Moy PK, Lundgren S, Homes RE : Maxillary sinus augmentation : Histomorphometric analysis of graft materials for maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 51 : 857–862, 1993.
 32. Urist MR : Bone : Formation by autoinduction. *Science* 150 : 893, 1965.
 33. Lindholm TS, Nilsson OS, Lindholm TC : Extraskelatal and intraskelatal new bone formation induced by demineralized bone matrix combined with marrow cells. *Clin Orthop Res* 171 : 252–255, 1982.
 34. Wittbjer J, Palmer B, Robbin M, Thorngren KG : Osteogenetic activity in composite grafts of demineralized compact bone and marrow. *Clin Orthop Rel* 173 : 229–238, 1983.
 35. Marx RE, Snyder RM, Kline SN : Cellular survival of human marrow during placement of marrow cancellous bone grafts, *J Oral Surg* 37 : 712–718, 1979.
 36. Zablotsky M, et al : Histological and clinical comparisons of guided tissue regeneration on dehisced hydroxylapatite-coated and titanium endosseous implant surfaces : A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Impl* 6 : 294–303, 1991.
 37. Jarcho M : Retrospective analysis of hydroxyapatite development for oral implant applications. *Dent Clin North Am* 36 : 19–26, 1992.
 38. Misch CE : *Contemporary Implant Dentistry*, St. Louis Mosby, 1993. pp558–562.