

이종골을 이용한 상악동 측벽거상술과 동시 식립한 임프란트에서 안정성에 대한 공진 주파수 분석

이주현^{1,2*} · 민현기¹ · 이진숙² · 김명래^{1,2} · 강나라^{1,2}

¹이화여자대학교 의학전문대학원 구강악안면외과, ²이화여자대학교 임상치의학대학원 임프란트학과

Abstract

RESONANCE FREQUENCY ANALYSIS IN NON-SUBMERGED, INTERNAL TYPE IMPLANT WITH SINUS AUGMENTATION USING DEPROTEINIZED BOVINE BONE MINERAL

Juhyon Lee^{1,2*}, Hyungi Min¹, Jinsook Lee², Myung-Rae Kim^{1,2}, Nara Kang^{1,2}

¹*Ewha Womans University School of Medicine Department of Oral and Maxillofacial Surgery*

²*Ewha Womans University Graduate School of Clinical Dentistry Department of Implant Dentistry*

In posterior maxilla, it is difficult to achieve primary stability of implants due to sinus pneumatization, alveolar bone loss, and low bone quality. The accurate and objective primary stability assessment is important for good prognosis of implants.

Purpose: The aim of this study was to assess the primary stability of the non-submerged, internal type implants with maxillary sinus augmentation using deproteinized bovine bone mineral by a resonance frequency analyzer, when residual alveolar bone height is under 8mm

Materials and methods: A total of 20 implants was placed into 5 grafted maxillary sinuses in 5 patients. Deproteinized bovine bone mineral (Bio-Oss[®]) was used as graft material. SS II implants (diameter 4.1mm, and length 11.5mm, SLA surface) were placed. All of the patients received maxillary sinus graft procedure by 1-step technique. Residual bone height was 1.3~7.8mm (mean 4.4mm) measured by panorama radiography. After implant placement, RFA was measured at 4,8,12,20 weeks. The results were divided into 2 groups: RFA value under 4mm and over 5mm of bone height. It was statistically analyzed.

Results:

1. The primary stability of implants was increased with time
2. The RFA value was above 65 ISQ at 12 weeks
3. There was no correlation between RFA and residual alveolar bone height in maxillary sinus augmentation by 1-step technique

Conclusion: 1-step surgical procedure is a feasible option for patients with as little as 4mm residual alveolar bone height, when utilizing non-submerged, internal type implants with xenografts

Key words: Sinus graft, Implant, RFA

I. 서 론

임프란트의 성패는 임프란트 식립시의 초기고정과 치유과정 중에 일어나는 골유착에 의해 결정된다고 할수있다. 따라서 임프란트의 초기고정과 골유착 정도를 정확하게 평가하는 일은 중요한 일이다. 골유착(Osseointegration)이란 광학 현미경하에서 임프란트와 골조직이 섬유성 결합조직

의 포함없이 직접 접촉되어 움직임이 없는 상태라고 정의하였고, Albrektsson 과 Sennerby 는¹⁾ 임상적으로 임프란트의 견고한 고정과 함께 기능중에 골이 유지되는 것을 골유착이라고 하였다. 임프란트의 안정성과 골유착의 임상적 측정은 임프란트의 성공여부를 평가하는데 중요하다. 악골 내에서의 임프란트의 안정성은 식립 후 치유와 골형성을 유도하는데 필수적이며, loading후에 임프란트와 조직 계면에

가해지는 하중을 적당히 분산시켜 줄 수 있으며, 장기적인 성공을 위해서는 필수적인 것이다²⁾.

골유착의 질적, 양적인 평가 방법은 아직 확실하게 정의되어 있지 않다. 가장 정확한 측정방법은 임플란트 표면의 Bone-Implant-Contact 을 조직학적으로 관찰하는 방법이나 임상에서는 불가능 하다¹⁾.

방사선학적 평가는 임플란트 주위골의 변화를 알아내는데 가장 많이 쓰이는 방법이다. 그러나 임플란트 수술전 골의 평가와 골유착, 임플란트 주변골의 높이, 병변의 진행등을 평가할수 있으나, 해상도에 한계 있고, 골 탈회가 30% 이상 진행되지 않으면 판단하기 어렵다. Sykaras등³⁾은 Bone-Implant-Contact과 방사선학적 측정치의 상관관계가 낮다고 보고하고 있다. 따라서 임플란트의 안정성과 골유착을 평가하는데 방사선학적 평가는 한계가 있다⁴⁾.

현재 공진주파수 분석법(Resonance Frequency Analysis, RFA)가 많이 사용되고 있다. Meredith등⁵⁾에 의해 실험된 RFA는 OSSTELL®(Integration Diagnostics AB, Svedalen, Sweden)로 상품화 되어 있다. OSSTELL®로 얻어진 공진 주파수 측정치는 Implant Stability Quotient (ISQ) value 로 1-100까지의 지수로 표시된다.

Meredith등⁵⁾은 RFA의 error 가 1% 미만으로, 임플란트의 안정성을 평가하는데 안전한 방법임을 밝혔다. 여러 논문들에서 임플란트의 직경, 표면처리, 형태, 골접촉률, 식립 위치, 임플란트 시스템, 수술방법, 골질, 골높이 등 여러가지 요인이 RFA 에 영향을 미친다고 알려졌다^{4,6,7)}. RFA는 계면 경도(Interface Stiffness)의 변화를 측정하여 그 값이 정해지는데, 여기에는 세가지 측면에서 볼 수가 있다. 첫번째는 골-임플란트 계면 간의 stiffness로 이것은 골이 치유되고 개조되는 과정에서 증가될 수 있다. 두번째는 골자체의 stiffness로 골밀도와 수질/피질골 비율에 영향을 받는다. 세번째는 임플란트 구성요소의stiffness로 각각 구조물 간의 물림 정도, 재료의 구성 성분등에 영향을 받는다. 골-임플란트 계면 간의 stiffness는 작은 직경의 final drill사용, bone compaction technique 등의 수술방법 변화와 self tapping 디자인의 임플란트, 굵고 taper한 임플란트 사용으로 변할 수 있다⁸⁾. 그러나, 임플란트의 길이에는 비례하지 않는다고 한다⁹⁻¹²⁾.

골질은 임플란트 성공률과 관련된 결정적인 변수이고, RFA에 영향을 미친다.^{6,12,13)} 상악 골밀도 평균은 하악의 절반보다도 낮고, 특히 상악의 후방 구치부는 악골에서 가장 골밀도가 낮아서 이 부위의 RFA 값이 확실히 낮게 나타난다^{8,10)}. Jaffin 과 Berman¹⁴⁾ 는 Lekholm & Zarb의 골 분류법에 따른 bone type 1,2,3 은 3%의 실패율을 보이는 반면, bone type 4의 실패율은 35%라고 하였고, 이러한 실패율의 차이는 인접한 큰 사이즈의 골수강때문에 골과 긴

밀한 접촉을 하지 못해 초기 안정이 지연되기 때문이라고 하였다. 다기관 연구에서 2,359개의 non-submerged Straumann implant를 식립 후 비교했을 때 상악의 임플란트가 하악에 비해 생존율이 더 낮았다.(87% vs. 95%)⁸⁾.

상악 후방 구치부는 Type 4 bone이 많고, 치아상실과 상악동의 함기화로 인한 골소실로 절대적인 골량 부족이 빈번하기 때문에 상악동 거상술과 골이식, 차단막 사용등 복잡한 술식이 필요하고, 임플란트 성공률이 가장 낮은 부위이다. 그러므로 보다 정량적이고 객관적인 1차 안정성 평가가 다른 부위 보다도 더 향후 예후 판단을 위해 필요하다.

이 연구의 목적은 상악동 하방 골높이가 8mm이하 일 때 deproteinized bovine bone mineral을 이용하여 상악동저 측벽 거상술과 동시에 non-submerged, internal connection implant를 식립한 후 시간경과에 따른 안정성을 공진 주파수 분석법으로 알아보았다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구대상

2005년부터 2007년까지 기간 중에 이화 여자대학교 목동병원 치과에서 상악 구치부에 deproteinized bovine bone mineral(Bio-Oss®; Geistlich Pharma, Wolhusen, Switzerland)을 이용하여 상악동저 측벽 거상술과 동시에 non-submerged, internal connection implant(SSII: Osstem, Busan, Korea) 를 식립한 환자를 대상으로 하였다. 한 명의 구강외과 의사가 식립 하였고, 4, 8,12,20주에서 RFA를 측정하였다. 5명의 환자(남자2명, 여자 3명, 28세부터 59세, 평균나이 49세)에게 21개의 임플란트를 식립 하였고, 환자의 건강 상태는 모두 양호하였다. 표본은 잔존 골 높이 4mm 이하 와 5mm이상의 두 군으로 나누었다.

Table 1. Group depending on residual alveolar height

Group	Alveolar Bone Height	Number of implant
A	<4mm	11
B	>5mm	10

2. 식립된 임플란트

식립된 임플란트의 총 갯수는 21개이고, 종류는 non-submerged, internal connection implant(SSII: Osstem, Busan, Korea)를 사용하였다. RBM(resorbable blast media)표면처리되어 있고 직경이 4.1mm, 길이는 11.5mm 이었다. 식립된 위치는 제1 소구치에 4개, 제2 소구치에 6개, 제1대구치에 7개, 제2 대구치에 3개, 제3대구치에 1개가 식립되었다.

모든 환자는 치아가 발거된 후 몇 개월에서 몇 년간 무치

악 상태로 있다가 내원한 경우로 발치창이 치유된 후 임프란트를 식립한 경우이다. 부분 마취하에 전층피판을 형성하고 상악동저의 상방 2~3mm에서 타원형 골창을 만들었다. 상악동 점막을 분리하여 거상시킨후, BIO-OSS® 를 상악동의 mesial, inner, & lateral side에 위치한 sub-antral space에 넣었다. 임프란트를 일회법으로 식립하고 피판을 봉합했다. 모든 임프란트는 상악동저의 cortical bone에 ingagement 되었다.

3. 잔존골 높이 측정

임프란트 식립 직후에 촬영된 파노라마(Panoramic Radiograph) 방사선 사진을 이용하여 임프란트 식립 부위의 crestal bone에서 상악동저의 피질골(cortical bone)까지 임프란트 근심과 원심 두 곳에서 측정하고, 두 값을 합산한 뒤 둘로 나눈 평균값을 잔존골의 높이로 선택하였다. 한 사람이 두번씩 같은 방법으로 측정하였다. 그리고 두 번 측정된 두 값의 평균을 최종적인 잔존골 높이로 채택하였다.

20개의 임프란트의 잔존골의 높이는 1.3mm 에서 7.8mm 이며, 평균 4.4mm 였다.

제2 소구치 위치의 임프란트1개가 20주에 발거되어 나머지 20개 임프란트를 표본으로 하였다.

Table 2. The site of implants placed

Site	No. of Implants	Mean of Residual Bone Height(mm)
PM1	4	5.4
PM2	5	4.3
M1	7	4.4
M2	3	3.4
M3	1	4.8
	20	4.4

Abbreviations: PM1, 1st premolar; PM2, 2nd premolar; M1, 1st molar; M2, 2nd molar; m3, 3rd molar

4. RFA 측정

임프란트 초기 안정성을 OSSTELL®(Integration Diagnostics, Savedalen, Sweden)을 이용하여 측정하였고, 단위를 ISQ로 표시 하였다. Buccal에서 Lingual방향으로 두번씩 측정하였다. 임프란트 식립후 보철 전까지의 치유기간 동안 4주, 8주, 12주, 20주에서 측정하였다.

5. 통계 분석

발거된 1개를 제외한 나머지 20개 임프란트로 통계분석 하였다. 전체 임프란트를 측정 시기별로 4그룹으로 나눈 평균값이 유의성이 있는지 One-way ANOVA 를 이용하여 처리했고, 4주, 8주, 12주 20주 시기별 비교 평가는 Tukey's

multiple comparison test 로 하였다.

잔존골 4mm이하 군과 5mm 이상 군에서의 시기별 비교 평가는 Prism (GraphPad Prism version 5.00 for Windows, GraphPad Software, San Diego, California USA)을 사용하여 paired t test 로 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 임프란트 식립후 경과된 시간에 따른 RFA수치 변화

치유기간 동안 임상적으로 종창이나 발적등 어떠한 염증 소견도 관찰되지 않았다. 상악동저 거상술 후의 전체 임프란트의 RFA 평균ISQ수치는 4주에서 60.15±5.62, 8주에서 61.25±6.59, 12주에서 65.89±6.03, 20주에서 70.47±5.93 였다. 4주와 20주에서, 8주와 20주에서 각각 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 (P<0.05). 시간이 경과함에 따라 모든 임프란트의 ISQ 수치가 상승하였다.

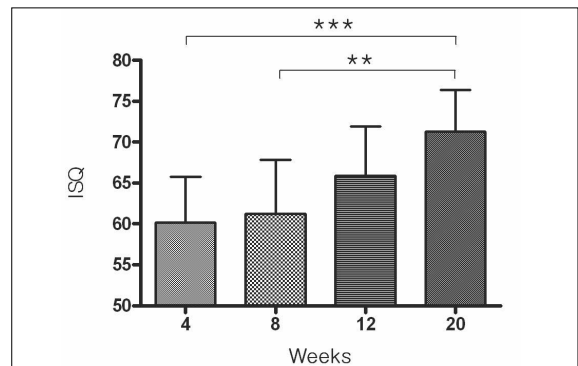


Fig. 1. Mean of implant stability with time for all implants ***: P<0.001, **:P<0.01

2. 잔존골 높이에 따른 RFA 측정치

잔존골 높이 4mm이하 그룹에서는 4주와 20주에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. (P<0.05) RFA 평균ISQ수치는 4주에서 60.40±5.29, 8주에서60.67±6.65, 12주에서 66.50±6.86, 20주에서 69.70±5.94 였다.

잔존골 높이 5m 이상 그룹에서 4주와 20주에서, 8주와 20주에서 각각 통계적으로 유의한 차이를 보였다. (P<0.05) RFA 평균ISQ수치는4주에서 61.06±6.21, 8주에서 61.83±7.11, 12주에서 65.40±6.06, 20주에서 71.57±6.18 였다.

그룹 A와 B에서 각 시기별 ISQ 수치에 대한 independent paired t test (Mann-Whitney U test)의 p value 는 4주에서 0.59, 8주에서 0.93, 12주에서 0.71, 20주에서 0.37로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. (P>0.05)

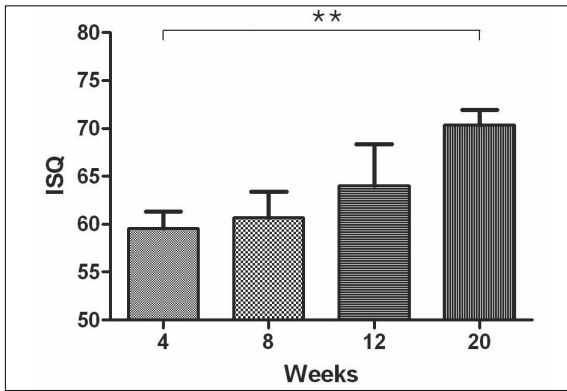


Fig. 2. Resonance frequency of bone height below 4mm
**:P<0.01

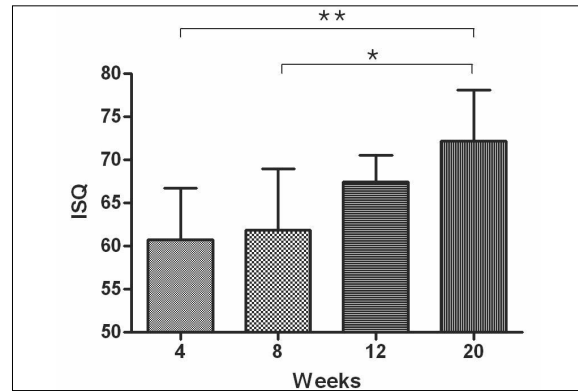


Fig. 3. Resonance frequency of bone height above 5mm
**:P<0.01, *: P<0.01

Ⅳ. 고 찰

상악동 거상술은 1970년대 처음 시도된 후로, 변형된 Caldwell-Luc 수술법이 발전되어 지금과 같이 상악동의 측벽을 통해 상악동 점막을 올리고 이식골을 이식하는 방법으로 발전되었다. 잔존골이 부족한 상악 구치부에서 수직 골 높이를 증가시키는 일반적인 방법의 하나이고, 임플란트의 장기생존에 뛰어난 술식으로 여겨지고 있다¹⁵⁾.

상악동 골이식과 임플란트 식립은 일회법 혹은 이회법으로 한다. 일회법은 골이식과 임플란트 식립을 동시에 시행하는 방법이고, 이회법은 이식골이 골화 되는 약 6~9개월의 치유기간이 경과 한 후에 임플란트를 식립하는 것이다. 일회법은 치유기간 동안 임플란트 주위의 이식골이 함께 성숙되므로써 6개월에서 경우에 따라 12개월에 이르는 시간을 단축할 수 있으며, 외과적 수술을 줄이는 장점이 있다. 두 술식의 적용 기준은 가용 잔존골 높이이다. 골높이가 최소 5mm 이상이 되면 일회법을, 5mm 이하인 경우에선 충분한 기계적 안정을 얻을 수 없는 문제로 이회법이 권장된다¹⁵⁾. 그러나 여러 여건상 가용골이 5mm 이하인 상악 구치부에서 일회법 수술을 하는 경우가 빈번하다. Peleg등¹⁵⁾은 3~5mm의 잔존골이 있는 상악 구치부에서 상악동 골이식과 임플란트를 동시에 식립한 160개의 임플란트를 2~4년간 추적조사한 논문에서 제거된 임플란트가 없이 모두 생존했다면서 잔존골 높이가 3~5mm일때도 일회법이 안전하다고 보고 했다.

이번 연구에서는 4mm 이하와 5mm 이상으로 나누어 RFA를 분석 하였다. 전체 임플란트의 RFA 평균은 4주에서 60.15 ISQ, 8주에서 61.25 ISQ, 12주에서 65.89 ISQ, 20주에서 71.25 ISQ 였다. 4주와 20주에서, 또 8주와 20주에서 각각 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. (P<0.05) 시간이 경과함에 따라 점차로 수치가 상승하였다. 20주가 되면 19개의 임플란트의 평균 ISQ수치가 60 이상의 값을 보였다.

20주에서 발거된 임플란트의 잔존골 높이는 1.6mm 였고, RFA 평균 ISQ수치가 8주에서 35, 12주에서 37 이었다. 이 수치는 다른 임플란트들의 20주 평균값의 절반으로, 골유착에 실패한 것으로 판단하고 발거후 재식립하였다. 이 임플란트는 통계에서 제외되었다. 나머지 20개의 임플란트들은 식립후 1년 이상 경과되었다.

이번 연구에서 상악동저 거상술에서 잔존골 높이가 RFA에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. A군과 B군의 시기별 평균값은 거의 차이가 없었고, 20주로 갈수록 수치가 높아지는 양상도 비슷했다. 이번 연구에서 가장 낮은 골높이인 1.3mm표본의 RFA 평균 ISQ수치는 12주에서 72, 20주에서 63이었다. 가장 높은 7.8mm 표본은 12주에서 39, 20주에서 77이었다. 3mm이하 표본 중 3개가 12주까지 상승 하였다가, 그후 20주에서 평균값을 회복하였다.

작은 표본 사이즈로 한계가 있으나, 이번 연구결과, 일회법 수술로 Bio-Oss[®]를 이식하면서 상악동저 거상술로 식립한 임플란트는 5개월 이상의 치유기간이 경과되어야 RFA 수치가 안정적인 상태에 이르는 것으로 생각된다

상악동 거상술과 골 이식술을 한 후의 골유착은 느리고 점진적인 과정이며 성공에는 골량과 골질, 이식재의 종류, 차단막 사용 여부, 환자의 전신건강, 수술 기법, 임플란트의 디자인, 표면처리, 잔존골의 높이 치유기간, 부하조건 등 여러요인이 작용하고 있다^{4,6,13,16)}.

Tawil과 Mawla는¹⁷⁾ 상악동 거상술로 식립한 61개 브레네막 임플란트의 생존률 연구에서 발치즉시 차단막 사용과 함께 일회법으로 임플란트를 식립했을 때, 잔존골 높이가 5mm 이하인 경우 9개월이내의 보철물 시적은 실패율이 높았다고 보고했다. 그러나 9개월 이상이 넘어가면 생존률이 극적으로 상승한다고 했다. 5mm이하 잔존골에서 차단막을 사용하지 않은 경우에는 적절한 초기 안정성에도 불구하고 실패율이 높았으며, 차단막을 사용한 곳에서는 실패가 없었고 했다. 잔존골 높이가 3~5mm 일때 hydroxyapatite표면처리, plasma 분사처리 임플란트의 성공률이 더 높고,

기계절삭면 screw-type 임프란트는 초기고정을 얻기가 더 어려우므로 이회법 수술이 생존률을 높인다고 말했다. 또한 임프란트 생존률이 새로 형성된 치밀골(cortical plate)와 임프란트의 길이와 관련이 있으며, 이식골의 질(quality) 향상을 위해 9개월의 치유기간이 필요하다고 했다.

Bio-Oss[®]는 골부피를 증가시키기 위해 쓰이는 이중골로, 골전도에 의해 신생골을 형성하며, 자가골에 비해 흡수가 잘 되지 않아서, 9개월이 되어도 새로 형성된 신생골 사이에 입자가 남아 있고, 4년후의 조직표본에서도 쉽게 발견된다고 알려져 있다¹⁷⁾. Bio-Oss[®]를 이식한 경우 신생골이 성숙되어 안정적인 이차 안정을 얻을 수 있을때까지 충분한 치유기간이 필요하다. 임프란트의 표면처리 방법에 따라 약간씩 다르지만 Bio-Oss[®] 만 넣었을 경우 평균 8.5개월 이후에 loading하는 것이 안전하다고 한다¹⁷⁻¹⁹⁾.

RFA는 여러 논문들에서 골유착과 상관관계가 있으며, 임상에서 임프란트의 안정성과 골유착의 정량적인 측정 방법으로 평가 되고 있다. RFA측정값은 골질에 따라 변화되는 양상에 차이를 보인다고 한다. Barewal^등¹²⁾은 환자를 대상으로 한 4가지 bone type에 따른 ITI 임프란트(SLA 표면)의 안정성 측정에 관한 연구에서, 처음 3주동안 모든 bone type의 RFA수치가 낮아졌는데, 특히 type 4 bone의 수치가 두드러지게 감소하는 것을 발견했다. 그러다가 점차로 가장 높은 비율로 상승하면서 10주가 되면 4가지 bone type의 측정값이 같은 level로 올라감을 관찰했다. Friberg^등²¹⁾도 치밀골에서는 양호한 골유착과 골-임프란트 접촉에도 불구하고 시간경과에 따라 초기 안정성이 약간 감소하며, 연질골에서 오히려 증가한다고 한다.

치밀골의 존재와 두께는 골질의 중요한 요소여서 RFA와 상관관계가 있다. RFA를 이용한 임프란트의 1차 안정성 측정 실험에서 RF값이 식립된 임프란트의 길이에 비례하여 증가하지 않음으로써 해면골이 1차 안정성에 기여하는 바가 낮고, 반면 치밀골이 흡수됨에 따라 RF값이 낮아지므로써 치밀골 두께 변화가 1차 안정성 획득에 더 중요하다고 알려져 있다. 뼈에 이식된 임프란트가 골유착 되는데 방해 받지 않는 미세 동요량은 50~150um 사이에 있다고 알려져 있다. 전반적으로 하악의 성공률이 높은 이유는 치밀골이 두꺼우면 1차 안정성 획득이 상대적으로 쉽다는 것과 관련된다. 식립후 치유 과정중에 치경부의 상부 30% 부분에서 초기고정을 얻으면서 임프란트의 미세동요가 발생하는 것을 방지한다. 이 등의 실험에서 치밀골의 두께를 0mm부터 2.45mm까지 여러 군으로 나누어 실험한 결과, 치밀골이 존재하기만 하면 임프란트의 안정성이 크게 증가하였고, 두께가 증가할수록 즉시하중 부담능과 RF값이 비례하여 증가 하였다. 성공적인 임프란트는 골접촉과 골유착이 치밀골에서 90%까지 일어난다고 보고되고 있다^{6,13, 22,23)}.

RFA는 식립 부위에 따라 수치 변화를 보인다. 여러종류

의 임프란트를 함께 조사한 논문에서 하악 전치(54.31), 하악 구치(53.97), 상악 구치(47.48), 상악 전치(42.72) 순으로 감소 하였다⁴⁾. 또다른 연구에서는 상악 구치부가 전치부보다 낮았다(51.8 vs. 53.1 ITI implant)⁸⁾. 이것은 골질과 연관되어 있다고 한다.

서로 다른 임프란트 시스템을 비교할 때 RFA값이 차이를 보인다. 이것은 치조골 상방의 임프란트 높이와 RFA간에는 강한 상관관계가 있어서 임프란트 자체의 길이보다 골상방으로 올라와 있는 임프란트의 길이(effective implant length)에 따라 영향을 받기 때문이다^{4,8,22,23)}. Branemark 임프란트 시스템같은 외장 연결형 임프란트가 ITI 임프란트보다 측정치가 약 10 ISQ 정도 높게 나온다고 한다. 그러므로 어떤 측정치를 다른 디자인의 임프란트 시스템에 동일하게 적용해서 골유착을 결정할 수 있는 것은 아니라고 알려져 있다²⁸⁾.

긴 치유기간이 지난 임프란트는 조직학적으로 보다 견고한 골유착을 보이며, RFA도 높게 나온다고 하였다⁵⁾. Zix^등 8이 35명의 환자에게 120개의 ITI 임프란트를 상악 전치부부터 구치부까지 식립하고 보철을 장착 전, 후에 RFA를 측정한 연구에서 unloading, 12개월 이내의 loading, 1년 이상의 loading등 3그룹으로 관찰했을 때 loading 기간과 RFA는 유의한 차이가 없었다(48.8 vs. 54.1 vs. 53.1). 기능중인 임프란트의 수치가 보철 전보다 약간 더 높았으며, 상악골에서 위치별, 골질별로 유의한 차이는 없고, 평균은 54이었다⁸⁾.

골유착 과정이 시간 경과에 따라 진행되면서 RFA값이 변화를 보인다. 이러한 초기 안정성 변화 양상은 어떤 pattern을 가지고 있고, 모든 bone type에서 차이가 없다고 보고되고 있다¹²⁾. 초기 안정성 변화 양상 (stability change pattern)이란 RFA값이 중간시기에 식립 초기의 측정치보다 감소하다가, 다시 상승하는 모습을 나타내는 현상을 말한다. 이것은 수술 중 인접 골에 가해진 스트레스로 생긴 염증과 손상된 부위에서 골재생이 시작되어, 골경도(bone stiffness)가 떨어지면서 RFA 값이 낮아지는 정상적인 현상이고, 3~6 정도 낮아진다고 한다. 그 후 골재생이 활발해지고 골 구조가 정상적인 형태를 가지면서 Bone-Implant-Contact(BIC) ratio가 상승하면서 RFA 값도 높아진다. 이것은 동물 실험과 임상 연구 모두에서 보이는 현상이다^{7,16,24)}. 김선중^등²⁵⁾은 표면처리가 다른 5종류의 임프란트를 성전에 식립한 후 측정값이 3주까지 감소하다가 점차 증가한다고 하였고, Balshi^등¹⁰⁾은 Brånemark 시스템 임프란트 식립 후 상 하악에서 모두 4주 까지 감소 후 2~3주 정도 유지되다가 이후 약간 증가하였다고 보고 하였다. 처음보다 감소된 측정치가 유지되지 않거나 지속적으로 감소하면 골유착 실패의 징후로 받아들일 수 있다. Glauser^등¹⁶⁾은 immediate 혹은 early loading후 1년간의 성공 및

실패한 임플란트에 관한 임상연구에서 안정적인 임플란트와 발거된 임플란트의 RFA값이 보철 연결 1개월후부터 뚜렷하게 차이가 나며, 실패하는 임플란트는 발거될 때까지 지속적으로 ISQ수치가 떨어진다고 하였다. 식립 1~2개월 이후의 낮은 RFA값은 장차 실패할 위험이 증가 할 것이라는 지표인 것 같다고 했다 처음에는 차이가 없다가 2개월 후부터 실패한 임플란트는 43, 성공적인 임플란트는 60을 보이면서 이 시기가 실패할 가능성이 있는 임플란트를 판단할 수 있는 시점이 될 수 있다고 했다. 또한 기능장애 하강하는 RFA값은 과부하 상황의 지표로 변연골 상실이나 계면골의 demineralization을 의미할 수 있다. 하지만 낮은 초기 안정성 수치가 실패율에 영향을 주는 것은 아니다. 연령이 증가할수록 골밀도는 낮아지며, 이 차이는 폐경 전후의 여성에게서 더 벌어진다. 폐경 여성은 같은 연령대의 남성보다 RFA가 유의성 있게 차이가 있다는 결과가 있다. 하지만 15년간의 후향적 연구에서 성별이 위험요소로 작용하지는 않는다고 보고되고 있다⁸⁾.

적절한 시기의 early loading을 위한 초기 안정성의 한계(primary stability threshold)는 정확히 정해진 값이 없지만 여러 논문에서 기준을 제시하고 있다²⁴⁾. Sennerby & Meredith는 RFA가 60~65 ISQ이상의 초기안정성을 가진 임플란트는 immediate loading에 적합하다고 하였고, ISQ수치가 40이하는 실패하기 쉬운 경향이 있다고 하였다²¹⁾. Bischof 등²⁶⁾은 동요도가 있는 임플란트는 신뢰도가 떨어지지만 ISQ 측정치가 49이상이고, 3개월 이상 healing 되었다면 골유착된 것이라고 하고, 54 이상인 모든 임플란트는 immediate loading이 가능하고 계속 유지될 수 있다고 했다. Nedir 등²⁸⁾도 ITI 임플란트의 즉시하중 1년 성공기준으로 54를 제시 했다.

상악동 함기화와 치조골의 소실로 인해 상악 구치부에서는 임플란트 식립을 위한 가용골이 제한되어 있다. 또한 상악 구치부는 골밀도가 낮아서 임플란트 식립후 초기 고정을 얻는데 어려움이 있다. 이번 연구에서 상악골 구치부의 잔존골 높이에 따른 RFA는 유의한 상관관계가 없다는 결과를 얻었다. RFA 측정값의 변화에서 선학들의 연구와 유사한 초기 안정성 변화 패턴을 보였다. 임플란트 식립 후의 RFA를 이용한 임플란트 안정성 평가는 상악동 거상술의 위험요인과 함께 영향을 미치는 여러 변수와 초기안정성 변화 양상을 고려하여 RFA 값을 해석하고 골유착 정도를 판단해야 할 것으로 생각된다. 이번 연구에서 잔존골 높이가 임플란트 전체 길이보다 낮음에도 RFA와 상관관계가 없는 것은 임플란트의 첫번째 나사선이 crestal bone level까지 식립되고, 상악동저의 cortical bone에 기계적인 고정을 얻을 수 있어서 1차 안정을 방해하는 미세동요를 최소화하였기 때문이라고 생각된다. 이번 연구의 목적은 상악동 측벽 거상술 부위에 탈단백 우골 이식후 일회법으로 식립한 SS

II 임플란트의 RFA 변화와 잔존골의 높이에 따른 상관관계를 알아보는 것이다.

V. 결 론

상악동저 잔존골의 높이가 1.3~7.8mm (평균 4.4mm)인 5명의 환자에게 상악동 측벽 거상술로 deproteinized bovine bone mineral(BIO-OSS[®])를 이식한 후 20개의 비매립 내장연결형 SS II 임플란트를 일회법으로 식립하였다. 골높이 4mm이하와 5mm이상의 두 group으로 나누어 시기별(4,8,12,20주) RFA 변화와, 잔존골 높이에 따른 수치 변화를 통계 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상악동저 거상술 후에 모든 임플란트의 초기 안정성 시간이 경과할수록 증가 하였다. RFA 평균 ISQ수치는 4주에서 60.15 ± 5.62 , 8주에서 61.25 ± 6.59 , 12주에서 65.89 ± 6.03 , 20주에서 70.47 ± 5.93 였다.
2. 잔존골 높이에 상관없이 12주가 되면 RFA 평균 ISQ 수치는 65 이상이 되었다.
3. 잔존골 높이에 따라 RFA값이 시기별로 차이가 없었다.

그러므로 상악동저 잔존골 높이가 4mm 이하라도 일회법으로 임플란트를 식립할 수 있고, 12주 이상이 경과되면 RFA가 early loading이 가능한 수치에 도달한다.

References

1. Albrektsson T, Sennerby L : Direct bone anchorage of oral implants: clinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. *Int J Prosthodont* 3 : 30, 1990.
2. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y *et al* : Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res* 43 : 192, 1998.
3. Sykaras N, Triplett RG, Nunn ME *et al* : Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 on bone regeneration and osseointegration of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 12 : 339, 2001.
4. Yi YA, Cha IH, Lee HY *et al* : The influencing factors of periotest[®] value and implant stability quotient. *J Korean Acad Prosthodont* 44 : 40, 2006.
5. Meredith N : Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 11 : 491, 1998.
6. Lee JH, Yang JH : A study on the correlation between implant stability values and initial insertion torque. *J Korean Acad Prosthodont* 44 : 314, 2006.
7. Choi JE, Suh KW, Lee IK *et al* : Bone response of three different surface implants : Histomorphometric, periotest value and resonance frequency analysis in beagle dogs. *J Korean Acad Prosthodont* 45 : 362, 2007.
8. Zix J, Kessler-Liechti G, Mericske-Stern R : Stability measurements of 1-stage implants in the maxilla by means of resonance frequency analysis: a pilot study. *Int J*

- Oral Maxillofac Implants 20 : 747, 2005.
9. Park C, Yim JH, Cho IH *et al* : A study on the measurement of the implant stability using resonance frequency analysis. *J Korean Acad Prosthodont* 41 : 182, 2003.
 10. Balshi SF, Allen FD, Wolfinger GJ *et al* : A resonance frequency analysis assessment of maxillary and mandibular immediately loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 20 : 584, 2005.
 11. Piao CM, Kim SK, Koak JY *et al* : Effect of Implant designs on insertion torque and implant stability quotient(ISQ) value. *J Korean Acad Prosthodont* 44 : 325, 2006.
 12. Barewal RM, Oates TW, Meredith N *et al* : Resonance frequency measurement of implant stability in vivo on implants with a sandblasted and acid-etched surface. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18 : 641, 2003.
 13. da Cunha HA, Francischone CE, Filho HN *et al* : A comparison between cutting torque and resonance frequency in the assessment of primary stability and final torque capacity of standard and TiUnite single-tooth implants under immediate loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19 : 578, 2004.
 14. Jaffin RA, Berman CL : The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 62 : 2, 1991.
 15. Peleg M, Mazor Z, Garg AK : Augmentation grafting of the maxillary sinus and simultaneous implant placement in patients with 3 to 5 mm of residual alveolar bone height. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14 : 549, 1999.
 16. Glauser R, Sennerby L, Meredith N *et al* : Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. Successful vs. failing implants. *Clin Oral Implants Res* 15 : 428, 2004.
 17. Tawil G, Mawla M : Sinus floor elevation using a bovine bone mineral (Bio-Oss) with or without the concomitant use of a bilayered collagen barrier (Bio-Gide): a clinical report of immediate and delayed implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16 : 713, 2001.
 18. Hallman M, Sennerby L, Lundgren S : A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite, or a 20:80 mixture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 17 : 635, 2002.
 19. Piattelli M, Favero GA, Scarano A *et al* : Bone reactions to anorganic bovine bone (Bio-Oss) used in sinus augmentation procedures: a histologic long-term report of 20 cases in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14 : 835, 1999.
 20. Lee DH, Lee JH, Lee YS *et al* : Osseointegrated Implant. Seoul, Shinheoug International, 2002.-페이지 적어주세요
 21. Friberg B, Sennerby L, Meredith N *et al* : A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 28 : 297, 1999.
 22. Yi YJ, Park CJ, Cho LR : An evaluation of the primary implant stability and the immediate load-bearing capacity according to the change of cortical bone thickness *J Korean Acad Prosthodont* 43 : 248, 2005.
 23. McDermott NE, Chuang SK, Woo VV *et al* : Maxillary sinus augmentation as a risk factor for implant failure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 21 : 366, 2006.
 24. Al-Nawas B, Wagner W, Grotz KA : Insertion torque and resonance frequency analysis of dental implant systems in an animal model with loaded implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 21 : 726, 2006.
 25. Kim SJ, Shin SW, Jung SM *et al* : A study on the stability of 5 different surface treatment methods to dental implant using resonance frequency and histomorphometric analysis *J Korean Acad Prosthodont* 43 : 78, 2005.
 26. Bischof M, Nedir R, Szmukler-Moncler S *et al* : Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. *Clin Oral Implants Res* 15 : 529, 2004.
 27. Nedir R, Bischof M, Szmukler-Moncler S *et al* : Predicting osseointegration by means of implant primary stability. *Clin Oral Implants Res* 15 : 520, 2004.
 28. Sennerby L, Meredith N : Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol* 2000 47 : 63, 2008.

저자 연락처

우편번호 158-710
서울특별시 양천구 안양천길 804
이화여자대학교 의과대학부속 목동병원 구강악안면외과학교실
강 나 라

원고 접수일 2008년 10월 2일
게재 확정일 2008년 11월 5일

Reprint Requests

Nara Kang
Department of OMFS
Ewha Woman University School of Medicine & Mok-dong Hospital
204 Anyangcheon-gil, Yangcheon-gu, Seoul 158-710 South Korea
Tel. 82-565-336-8478 Fax. 82-505-911-6637
E-mail : narakang@omfs.kr

Paper received October 2 2008
Paper accepted November 5 2008