

탈단백 우골 (Deproteinized Bovine Bone Mineral)을 이용한 상악동 골이식술: 측면 접근법의 문헌 고찰

홍 순 민

목동예치과병원 구강악안면외과

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2006;32:482-487)

THE LITERATURE REVIEW ON THE SINUS BONE GRAFT USING DEPROTEINIZED BOVINE BONE MINERAL WITH LATERAL APPROACH

Soon-Min Hong

Oral and Maxillofacial Surgery, Mok-Dong Ye Dental Hospital

As the uses of dental implants are prevailing, the need for sinus bone graft is increasing. Deproteinized bovine bone mineral (DBBM) was not mentioned in 1996 Sinus Bone Graft because of the deficit of the available data. Since then, many clinical and laboratory reports support the use of DBBM in the sinus bone graft procedure. In this report, the histological and clinical successes of sinus bone grafting with DBBM is discussed with available literatures.

After sinus bone grafts with DBBM, the proportion of new bone formed was similar or superior to natural maxillary posterior alveolar bone after healing period of 6 months to 1 year. It seems that the grafted DBBM is not be either resorbed nor replaced with bone, but this may not disturb the osseointegration of dental implants installed into it.

The clinical survival rates of dental implants installed on the sinus grafted with DBBM was similar to those installed on the ungrafted posterior maxillary alveolar ridge or grafted with autogenous bone. So, it can be concluded that DBBM can be used successfully in the sinus bone graft.

Key words: Dental implants, Bone graft, Maxillary sinus, Bovine bone, Xenograft

상악 구치부 치아가 상실되고 나면, 상악동이 함기화 되면서 (pneumatization) 상악동저(floor of sinus)는 하방으로 이동하게 된다. 이에 따라 상악동과 치조골 사이에는 매우 얇은 골만 남게 될 수 있으며, 따라서 이 부위에 implant를 식립하기 위해서는 상악동 내로 골 이식을 해야 하는 경우가 많다. 상악동 골이식술은 1970년대 중반부터 Tatum에 의해 처음으로 시행되어¹⁾ 지금은 일상적인 implant 수술 술식의 하나로 자리잡았다고 생각된다. 1996년 개최된 the Sinus Consensus Conference에서는, 상악동 골이식 및 implant 식립을 충분히 예지성 높은 신뢰할만한 술식으로 인정하였다²⁾. 상악동 골이식술을 위해서 이용하는 골이식재료는 자가골, 동종골, 합성골/이종골 등이 있는데, 자가골은 이미 가장 많이 이용되어 왔고 그 성공률도 높았기 때문에 “상악동 골이식에 적합한” 재료로 인정받았다³⁾. 한편, 합

성골/이종골에 대해서는 선택적인 경우에 한하여 효과적인 골이식재료로 사용할 수 있다고만 하였는데, 왜냐하면 이때까지 상악동 골이식술을 위해 합성골/이종골을 이용한 증례가 그다지 많이 발표되지 않았기 때문이다⁴⁾. 자가골을 이식재료로 사용하면 신생골 형성능력이 뛰어나고, 전염병의 감염이 되지 않으며, 생체 적합성이 가장 뛰어나다는 장점이 있긴 하지만, 골공여부 합병증이 생길 수 있으며, 공여부 수술을 위해 추가적인 수술 시간과 비용이 든다는 단점이 있기 때문에 새로운 골 대체재, 특히 DBBM (Deproteinized Bovine Bone Mineral; 탈단백우골)을 이용하려는 시도가 지속적으로 이루어지고 있다. The Sinus Consensus Conference 이후 DBBM으로 상악동 골이식술을 시행한 많은 임상 보고가 있었는데, Del Fabbro 등은 상악동 골이식술을 시행한 2,406명의 환자에게 식립한 6,913개의 implant를 12-75개월간 관찰한 총 39개의 논문을 광범위하게 검토하였다⁵⁾. 그 결과, 자가골만을 이식한 경우 87.7%의 성공률을, 자가골과 이종골/합성골을 혼합하여 이식한 경우 94.9%의 성공률을, 그리고 이종골/합성골만으로 골이식을 시행한 경우에는 96%의 성공률을 보였다고 하였다. 따라서, 이제 DBBM을 이용한 상악동 골이식술은 적어도 임상적으로 충분히 예지성 있는, 신뢰할만한 술식이라고 할 수 있을 것이며, 앞으로 이에 대

홍 순 민

158-857, 서울시 양천구 신정5동 907-12 목동예치과
목동예치과 병원 구강악안면외과

Soon-Min Hong

Oral and Maxillofacial Surgery, Mok-Dong Ye Dental Hospital
907-12, ShinJung5-Dong, YangChon-Gu, Seoul, 158-857, Korea
Tel: 82-2-2604-7979 Fax: 82-2-2601-7979

E-mail: omfshong@yedental.co.kr

한 조직학적, 임상적 근거를 문헌 고찰을 통해 제시해 보고자 한다.

(1) 조직학적 특징 및 이론적 근거

DBBM을 상악동에 이식하였을 때 이식부위는 어떠한 조직으로 치유되면서 재생되는가는 매우 중요한 의문이었다. 상악동 골이식의 궁극적인 목적은, implant를 식립하기 위함이며, 그러기 위해서는 조직학적으로 implant와 골유착을 이룰 수 있는 석회화된 골조직이 식립 부위에 충분히 많이 있어야 하기 때문이다. 100% DBBM, 또는 DBBM과 자가골 혼합 이식재로 상악동 골이식을 시행하고, implant를 식립할 시기인 술후 6개월에서 1년 사이에 골이식 부위를 조직계측학적으로 분석한 인간 연구들을 보면, 신생골은 이식부에서 14.7%에서 31.4% 정도를, DBBM은 14.5%에서 30% 정도를, 그리고 골수, 혈관, 반흔 조직 등 연조직은 40%에서 55.6% 정도를 차지하였다^{4,13)} (Table 1). 이렇게 형성된 신생골의 양은, 100% 자가골 이식을 했을 때 형성된 신생골의 양이 20-25% 정도인 것과 별다른 차이를 보이지 않았으며¹⁴⁾, 심지어는 평균적인 상악 구치부 골밀도와

도 다르지 않았다. 즉, Ulm 등은 골이식을 시행하지 않은 상악 구치부의 해면골에서 석회화된 골조직은 17.1%-23.4%라고 하였고¹⁵⁾, Moy 등은 45%,¹⁶⁾ Hanisch 등은 32.6%라고 하였는데¹⁷⁾, DBBM을 이식하고 재생된 골조직에서 석회화된 신생골이 차지하는 비율과 별반 차이가 없었던 것이다. 실제로, 적어도 상악동 골이식술에서 DBBM의 신생골 형성 능력은 자가골에 필적한다는 강력한 증거가 최근에 제기된 바 있다. Hallman 등은 100% 자가골 (하악골), 혼합 이식재 (자가골:DBBM=20:80), 또는 100% DBBM으로 각각 8, 8, 9 곳의 상악동에 골이식을 시행하고, 평균 12.5개월 (자가골, 혼합 이식재), 또는 14.5개월 (DBBM) 후에 조직을 채취하여 조직형태계측학적으로 분석하였다. 그 결과, 형성된 신생골의 양은 37.7% (자가골), 39.9% (혼합 이식재), 그리고 41.7% (DBBM) 이었으며, 그 값에 통계학적 차이는 없었다⁹⁾. 이렇듯 DBBM으로 골이식을 하여도 많은 신생골이 형성되는 이유는 DBBM의 골전도능이 상악동 안에서 높기 때문이다. 그 증거는 세 가지로 정리할 수 있겠는데, 첫째는 조직학적 형태를 보았을 때 DBBM 표면에서 골형성 세포가 직접 유골을 형성하는 것이 관찰되며, DBBM의 내부로 신생골이 내성장 (ingrowth)되는 것이 보인다는 점이다⁴⁾. 둘째로는

Table 1. 인체에 상악동 골이식술을 시행하고 이식골을 조직계측학적으로 분석한 연구들.

저자, 연도	Sample 수	이식재 (혼합 이식재에서 DBBM:자가골 비율)	차단막	술후 분석시기	조직계측학적 분석 (%)			
					재생골	DBBM	연조직	
Valentini 등, 1998 ⁴⁾	1 samples	100% DBBM	No	1년	28	28	44	
Piattelli 등, 1999 ⁵⁾	8 samples	100% DBBM	No	6개월	30	30	40	
Yildirim 등, 2000 ⁶⁾	22 samples	100% DBBM	Yes (BG*)	평균 6.8개월	14.7	29.7	55.6	
Yildirim 등, 2000 ⁷⁾	23 samples	혼합 이식재 (ND*)	Yes (BG)	평균 7.1개월	18.9	29.6	51.5	
Hallman 등, 2001 ⁸⁾	16 samples	혼합 이식재 (80:20)	No	6-8개월	31.4	14.5	54.1	
		자가골 8	100% 자가골	No	평균 12.5개월	37.7		
Hallman 등, 2002 ⁹⁾	혼합 이식재 8	혼합 이식재 (80:20)	No	평균 12.5개월	39.9	12.8		
		DBBM 9	100% DBBM	Yes (BG)	평균 14.5개월	41.7	11.8	
				8개월	29.8	70.2		
Sartori 등, 2003년 ¹⁰⁾	3 samples from 1 sinus	100% DBBM	Yes (GT*)	20개월	69.7	30.3		
				10년	86.7	13.3		
				3-4개월(3개)	18.8	59.7	21.5	
				5-6개월(9개)	40.0	21.4	38.6	
Fugazzotto, 2003년 ¹¹⁾	총 31 samples	100% DBBM	No	8-9개월(14개)	68.4	11.1	20.5	
				12-13개월(5개)	68.8	0.14	31.0	
					53.50		44.75	
					32.23	17.77	50.00	
John 등, 2004 ¹²⁾	혼합 이식재 13	혼합 이식재 (2:1)	No	3-8개월	29.52	14.86	55.62	
		DBBM 21	100% DBBM		29.52	14.86	55.62	
Artzi 등, 2005 ¹³⁾	12 samples	혼합 이식재 (1:1)	Yes (BG)	12개월	45.6	26.0	28.4?(ND)	

BG*: Bio-Gide® (Geistlich, Wolhusen, Switzerland)

GT*: Gore-Tex® (GTAM, W. L. Gore & Ass. Inc, Flagstaff, AZ, USA)

ND*: Not Documented in the article

§: 조직계측학적 분석에서 석회화된 골조직과 골수를 포함한 연조직을 모두 재생골의 범주에 포함시켰음.

DBBM과 신생골의 접촉 면적이 많다는 점이다. DBBM은 신생골을 형성하기 위한 혈관 및 골형성 세포에 대해 비계 (scaffold)로 작용하기 때문에 DBBM과 신생골의 접촉 면적이 넓다는 점은 DBBM이 높은 골전도능을 갖는다는 직접적인 증거가 될 수 있다. DBBM 표면 중 신생골과 직접 접촉하는 면적은 약 30% 정도로 보고되고 있다^{6,8)}. 셋째로 DBBM으로 상악동 골이식을 하면 신생골의 형성이 활발하다는 점이다. 활성화된 골형성 부위의 양을 측정하기 위해 상악동 골이식을 시행한 환자에게 술 후 6-8개월에 tetracycline 1g을 먹이고, 조직을 채취하여 자외선 조사를 하여 tetracycline labeling score를 측정하면 평균 1.67의 수치가 나왔으며, 이는 비교적 높은 골형성 활성을 나타내는 것이었다⁹⁾.




한편, 이식된 상악동 안에서 DBBM이 흡수가 되는지 여부도 임상가들에게 많은 관심을 불러일으켰는데, 골이식체의 궁극적인 목적이 이식 부위를 건전한 속주골로 재생시키는 것이며 흡수되지 않고 남아있는 DBBM이 골-implant 접촉 (bone-implant contact; BIC)을 방해할 수도 있기 때문이다. DBBM은 원래 흡수성 골이식체로 소개되었으며¹⁰⁾, 상악동 골이식술 후 12-13개월 정도 경과하면 거의 대부분의 DBBM이 흡수된다는 보고도 있었지만¹¹⁾, 지금까지 시행된 연구 결과들을 종합해 볼 때, DBBM은 상악동 내에서 매우 느리게 흡수되는 것으로 생각된다. 그 증거로는, - (1) John 등의 연구에서는, 21곳의 상악동은 100% DBBM으로, 13곳의 상악동은 혼합 이식체 (자가골:DBBM=1:2)로 골이식하고, 술 후 3-8개월 동안 골이식 부위의 조직을 채취하고, 신생골, 남아 있는 DBBM, 그리고 연조직의 양을 조직형태측학적으로 관찰하였다. 그 결과, 점차 시간이 지남에 따라서 신생골의 양은 통계학적 유의성을 가지며 늘어나고 연조직의 양은 유의하게 줄어들었지만, 잔존하는 DBBM의 양은 특별한 변화를 보이지 않았다¹²⁾. (2) 대부분의 연구에서 상악동 골이식 후 6-12개월이 경과하면, 잔존하는 DBBM의 양이 20-30% 정도라고 하였는데^{4,8)}, DBBM은 매우 다공성이 큰 구조이기 때문에, 골손부를 모두 DBBM만으로 채운다고 하더라도 실제로 차지하는 공간은 25-30% 정도라는 점을 고려한다면 이때까지는 거의 DBBM이 흡수되지 않는다고 생각할 수 있다¹³⁾. (3) DBBM으로 이식한 상악동을 조직학적으로 관찰해보면, DBBM이 파골세포에 의해 직접 흡수된다는 보고는 단 하나밖에 없었으며⁹⁾ 오히려 대부분의 논문에서는 DBBM이 파골 세포에 의해 흡수된다는 직접적인 증거는 전혀 제시하지 못했다^{4,6,9,19)}. (4) Sartori 등은, 한 명의 환자에게 100% DBBM으로 상악동 골이식을 시행하고, 그 부위의 조직을 술 후 8개월, 20개월, 그리고 10년에 채취하여 조직계측학적으로 분석하였는데, 잔존하는 DBBM의 양은 술 후 8개월에 70.2%, 20개월에 30.3%, 그리고 10년에 13.3%라고 하였다. 즉, DBBM은 적어도 10년 이상 인체 내 수술 부위에 잔존하는 것이 확인되었으며, 그 흡수의 속도는 시간이 경과할수록 더 느려졌다¹⁰⁾.

따라서, DBBM은 상악동 내에서 느리게 흡수되거나 흡수가 되지 않는다고 결론 내릴 수 있을 것이다. 이식체가 잘 흡수되지 않는 경우, 잔존하는 DBBM이 신생골의 추가적인 성장과

속주골-implant간 결합을 방해할 수 있다는 단점이 있다. 하지만, DBBM은 재생골 내에서 석회화된 골조직 공간이 아닌, 골수 연조직 공간 (bone marrow soft tissue)을 차지하기 때문에 성장하는 신생골을 방해하는 것은 아니다⁴⁾. 또한 잔존하는 DBBM이 골-implant 결합을 방해하지 않는다는 사실도 밝혀졌다. 즉, (1) DBBM 분말은 implant 표면과 거의 접촉하지 않거나⁹⁾ 전혀 접촉하지 않았다^{4,19)}. DBBM이 implant 표면에 존재하지 않는다는 점은, 여타 상악동 골이식부에서 DBBM이 잘 흡수되지 않는다는 사실로 미루어 매우 의외의 현상이라고 생각되는데, McAllister 등은 그 이유가 DBBM은 재생골로 완전히 둘러 쌓이는 경우가 많으며, implant에 바로 인접한 골은 재개조 (remodeling)가 잘 되기 때문일 것이라고 추측하였다²⁰⁾. (2) 실제로, 골-implant간 결합 수치는 DBBM 이식부와 자가골 이식부, 그리고 골이식을 하지 않은 원래의 상악골 간에 차이가 없었다^{4,9,19)} (Table 2).

더불어, DBBM의 느린 흡수는 또 다른 부가적인 장점들을 부여한다. 첫째로, 연조직 공간을 석회화된 물질인 DBBM이 차지함으로써 implant 안정성을 증진시킬 수 있다⁹⁾. Schlegel 등은 DBBM으로 상악동 골이식 후에는 시간이 경과함에 따라서 수술부위의 방사선 불투과성이 계속적으로 증가하는 경향이 있다고 하였는데, 이는 흡수되지 않는 골전도성의 DBBM 주변에 층판골 (lamellar bone)이 지속적으로 침착되어 오히려 과량의 석회화 조직을 형성하기 때문이라고 하였다²¹⁾. Hallman 등은 이러한 효과가 주변의 골밀도에 의해 크게 좌우되는 implant 안정성에 긍정적인 영향을 끼칠 것이라고 추측하였다⁹⁾. 또한 Haas 등의 실험은 이러한 생각을 논리적으로 뒷받침하는데, 그들은 DBBM으로 상악동 골이식한 부위에 식립한 implant가 건전한 상악 구치부에 식립한 implant에 비해 pull-out strength가 더 크다고 하였다²²⁾. 둘째로 DBBM은 상악동 내에서 이식골의 높이를 장기간 안정적으로 유지시킬 수 있다. 자가골로 상악동 골이식을 시행하면 장기간에 걸쳐서 많은 양의 이식골이 흡수된다는 사실이 밝혀졌다 (repneumatization, 또는 slumping)²³⁾. 상악동 함기화의 원인은 호흡에 의해 상악동 내에 양압이 형성되기 때문인 것으로 생각되는데, 이 압력으로 인해 상악동 골이식 부위 또한 흡수되는 것으로 추측된다²³⁾. 이렇게 이식골이 흡수되면서 implant 치근단부는 골조직이 아닌 상악동 점막과 접하게 될 수도 있으며²⁴⁾ 결국 implant 실패로 연결될 수도 있다²⁵⁾. 따라서 상악동 내의 이식골 높이가 장기간 안정적으로 유지된다는 사실은 매우 중요하다고 할 수 있을 것이다. DBBM은 자가골에 비해 장기간 안정적으로 그 높이를 유지하였다^{19,26)}. Schlegel 등은 beagle dog의 양쪽 상악동을 각각 100% DBBM과 100% 자가골로 이식하고 이식골의 흡수량을 관찰하였는데, DBBM 이식체는 180일째에 그 부피가 16.5%만 감소한 반면, 자가골은 39.8%가 감소하였다고 하였다¹⁹⁾. 또한 100% 자가골, 또는 1:1 자가골-DBBM 혼합 이식체로 상악동 골이식을 시행하고 4년 이상 장기 관찰 결과, 자가골 이식 부위는 60% 이상의 부피가 감소한 반면 혼합 이식체는 20%만 감소하였다는 보고도 있었다²⁶⁾.

Table 2. 상악동 골이식술 시 골-implant 결합 (Bone-Implant Contact: BIC)에 대한 연구들.

저자, 연도	실험 대상 Case 수	이식재 (DBBM:자가골)	수술 후 조직 채취 시기 (골이식 후/implant 식립 후)		골-implant 결합 (BIC %)		
			실험 방법	1년 / 6개월	숙주골	골이식부	총합
Valentini 등, 1998 ⁴	Human 1 case	100% DBBM		Implant를 포함하는 bone core를 하방으로부터 채취	63%	73%	
Hallman 등, 2002 ⁹	Human						
	자가골 8	100% 자가골		12.5개월 / 6개월			34.6
	혼합골 8	80:20:00		12.5개월 / 6개월			54.3
	DBBM 9	100% DBBM		14.5개월 / 6개월			31.6
				Implant 식립 시 골창 부위에 mini implant 식립하고 2차 수술 시 bone core 채취			
Schlegel 등, 2003 ¹⁸	Beagle dog						
	자가골 10	100% 자가골		90일 / 자가골	65.42	58.13	60.21
				90일 / DBBM	70	34.31	52.16
	DBBM 10	100% DBBM	Implant 동시 식립 후 90일 (5마리), 180일 (5 마리)에 bone core 채취 (split mouth)	180일 / 자가골	52.31	32.13	42.22
				180일 / DBBM	69.64	57.64	63.43

(2) 임상적 성공

전술했듯이 DBBM은 이식된 상악동 내에서 높은 골전도성을 보이기 때문에 숙주골과 동일한 정도의 석회화된 신생골을 생성시킬 수 있으며, 이식부의 골-implant 접촉 또한 숙주골과 별다른 차이가 없기 때문에 상악동 골이식술에 적합한 이식재라고 할 수 있을 것이다. 이러한 조직학적 연구 결과는 장기간의 임상적 관찰을 통해 검증을 받아야 하는 것이 당연하다고 할 것이다. 또한 상악동 골이식술의 궁극적인 목적이 implant를 장기간 성공적으로 유지시키는 것이기 때문에, 임상 연구의 가장 중요한 주제는 DBBM으로 상악동 골이식을 시행한 부위에 식립한 implant가 장기간 얼마나 성공적으로 유지되는가의 것이다. 이러한 주제에 관해, DBBM을 상악동 골이식재로 사용하기 시작한지 약 5년 정도 지난 2000년 이후부터 꽤 많은 수의 논문이 발표되기 시작하였다. 따라서, 이들 논문을 정리하여 DBBM으로 상악동을 골이식한 부위에 식립한 implant의 장기간의 성공률과, 자가골이나 혼합 이식재를 사용했을 때 성공률과의 차이, 그리고 몇 가지 고려 사항 등에 대해 언급하도록 하겠다.

100% DBBM, 또는 DBBM과 자가골의 혼합 이식재로 상악동 골이식을 시행하고 이 부위에 implant를 식립하여 1년 이상

관찰하였을 때 82.7%에서 100%까지의 생존률이 보고되고 있다^{9,25,27-33}(Table 3). 사실, 이러한 생존률은 골이식을 시행하지 않은 상악 구치부에 식립한 implant의 생존률이 90.3%에서 98.4%인 것과 별다른 차이를 보이지 않는 것으로^{34,35}, DBBM이 매우 성공적인 상악동 골이식재임을 임상적으로 증명하는 것이라고 할 수 있다.

최근에 Del Fabbro 등은 39개의 논문을³⁾, Wallace 등은 43개의 논문을³⁶⁾ 가지고 상악동 골이식술에 관해 매우 광범위한 review 논문을 발표하였는데, 이들은 모두 합성골/이종골 이식재로 상악동 골이식한 부위에 식립한 implant의 생존률이 자가골을 이식한 부위에 식립한 implant의 생존률에 비해 통계학적으로 유의하진 않지만 더 높다고 하였다. 하지만 이러한 전체적인 결과로, DBBM을 포함하는 합성골/이종골 이식재가 자가골 이식재보다 상악동 골이식에 더 적합하다고 결론 내리는 것은 성급하다고 할 수 있는데, 그 이유는 다음과 같다. (1) 자가골로 상악동 골이식을 시행했던 연구들은 합성골/이종골을 이용했던 연구들에 비해 더 초기의 것들이 많았으며, 따라서 이 부위에 식립한 implant는 turned surface를 가진 것이 많았다³⁾. 상악동 골이식을 시행한 부위에 식립한 implant는, rough surface를 가질 때가 turned surface를 가질 때보다 그 생존률이 통계학적으로 더 높았다³⁵⁾. 실제로, Del Fabbro 등은 그들이 review한 논문 중

Table 3. DBBM으로 상악동 골이식술을 시행한 부위에서 implant의 성공률에 대한 논문들.

저자, 연도	환자수 (명)	상악동 개수	Implant 개수	이식재 (D:A)	잔존 치조골 (mm)	식립시기 (지연 개월)	식립-부하 기간 (개월)	차단막 사용	Implant 표면	관찰 기간 (부하 후)	Implant 생존률(%)
Fugazzotto 등, 1998년 ²⁶	53	ND	ND	D	ND	지연(7-10) 동시	5-6 6-8	No	R	12-73개월	100
Valentini 등, 2000년 ²⁷	15	20	57	D	1-3.1	지연(6)	6	No	R	3.2-4.8년	98.2
Hising 등, 2001년 ²⁸	30	30	104	M(ND) D	ND	지연(11.9)	6	No	88% R 12% T	12-113 개월	82.7
Tawil 등, 2001년 ²⁹	29	15 15	32 29	D	ND	동시/지연	6-9	No Yes	T	12-40개월	78.1 93.1 85.3
Hallman 등, 2002년 ⁹	11 11 10	11 11 14	33 35 43	A M(80:20) D	≤5	지연(6.5) 지연(6.5) 지연(8.5)	6	No No Yes	T	1년	82.4 94.4 96 Total 91 (ND)
Hatano 등, 2003년 ²⁴	191	ND	216	M(1:2)	4-6	동시	6-9	No	T	≤10년	94.2
Valentini 등, 2003년 ³⁰	11 28	13 37	27 100	D	≥5 ≤5	동시 지연(6)	9 6	No	44개 T 83개 R	6.5±1.9년	92.6 98 94.5 Total
Hallman 등, 2004년 ³¹	50	71	218	D	≤5	지연(8)	10주	No	R	20개월	94.5
Maiorana 등, 2005년 ³²	18	26	37	D	5-9.5 (평균 7)	지연(8) /동시	8	Yes	R	48개월	97

이식재 D; DBBM, M; Mixed graft (Autogenous bone + DBBM), A; Autogenous bone, Implant 표면 R; Rough surface, T; Turned surface

자가골 이식을 한 것의 69.5%에서 turned surface implant를 식립하였다고 했으며 자가골 이식 후 실패한 implant의 87.8%가 turned surface implant라고 하였다. (2) 자가골 이식재는 그 형태에 따라서 블록골 (block bone)과 입자골 (particulate bone)로 나뉘는데, 블록골 이식을 한 경우 implant의 생존률이 통계학적으로 더 낮았다³⁰ (92.3% vs 83.3%). 따라서, 입자 형태의 이식재가 블록 형태의 것보다 상악동 골이식에 더 적합하다고 할 수 있으며, 자가골과 이종골/합성골을 비교하기 위해선 입자형 자가골 이식재에 식립한 implant의 생존률을 따로 염두에 두어야 한다. 이에 대해 Wallace 등은 입자형 자가골이나 이종골/합성골 이식을 시행한 부위에 식립한 implant의 성공률 간에는 차이가 없다고 하였다.

하지만, 위의 결론은 많은 다양한 연구를 종합한 것이기 때문에 그 evidence level이 매우 높다고 하기는 어렵다. 반면, DBBM과 자가골로 상악동 골이식을 시행하고 이것이 implant의 생존에 미치는 영향을 직접적으로 평가한 임상 연구들은 그 대상 수가 적다는 단점은 있지만, evidence level은 높은 편이기 때문에 여기서 정리해 보도록 한다. (1) Hallman 등은 매우 evidence level이 높은, 무작위적으로 군을 할당된 전향적 연구를 시행하였는데 (randomly allocated, prospective study), 그들은 잔존 치조골의 높이와 관계없이 총 36 곳의 상악동을 무작위로 나누어서 11곳은 자가골로, 11곳은 자가골과 DBBM의 혼합 이

식재 (DBBM:자가골=80:20)로, 그리고 14곳은 DBBM만으로 골 이식을 시행하고 6.5-8.5개월 후 implant를 식립하였으며, 식립 후 6개월부터 부하를 가하여 1년간 관찰하였다⁹. 그 결과, 자가골로 이식한 부위에 식립한 implant는 82.4%의 성공률을, 혼합 이식재로 이식한 부위에서는 94.4%의 성공률을, 그리고 DBBM으로 이식한 부위에서는 96%의 성공률을 보였다. 물론 이들간에 통계학적 유의성은 없었으나 DBBM은 적어도 자가골 이식재나 혼합 이식재만큼 상악동 골이식재로서 효율적임을 알 수 있었던 것이다. (2) 한편, Hising 등은 총 30명의 환자에게 자가골/DBBM의 혼합이식재나 DBBM 단독으로 상악동 골 이식을 시행하고 104개의 implant를 식립한 후 이의 성공률을 12-113개월간 후향적으로 관찰하였다. 그 결과, 7명의 환자에서 18개의 implant가 실패하였으며, 실패한 implant는 모두 혼합 이식재로 골이식한 상악동에 식립한 것이라고 하였다²⁹.

이상의 임상 연구들로 미루어, DBBM은 상악동 골이식재로 매우 성공적으로 이용할 수 있음이 밝혀졌다고 할 수 있겠다. DBBM으로 상악동 골이식을 시행한 부위에 식립한 implant의 생존률은, 상악 구치부에 충분한 높이의 치조골이 남아서 골 이식을 시행하지 않고 식립한 implant의 생존률에 필적할 만하며, 아직 증거는 부족하지만 자가골 이식을 시행하고 식립한 implant의 생존률 보다 오히려 높을 수도 있다는 추측도 가능한 단계에 이르렀다고 할 수 있다.

참고문헌

1. Tatum H Jr: Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986;30(2):207-29.
2. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ: Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13 Suppl:11-45.
3. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R: Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24(6):565-77.
4. Valentini P, Abensur D, Densari D, Graziani JN, Hammerle C: Histological evaluation of Bio-Oss in a 2-stage sinus floor elevation and implantation procedure. A human case report. *Clin Oral Implants Res* 1998;9(1):59-64.
5. Piattelli M, Favero GA, Scarano A, Orsini G, Piattelli A: 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* 1999;14(6):835-40.
6. Yildirim M, Spiekermann H, Biesterfeld S, Edelhoff D: Maxillary sinus augmentation using xenogenic bone substitute material Bio-Oss in combination with venous blood. A histologic and histomorphometric study in humans. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(3):217-29.
7. Yildirim M, Spiekermann H, Handt S, Edelhoff D: Maxillary sinus augmentation with the xenograft Bio-Oss and autogenous intraoral bone for qualitative improvement of the implant site: a histologic and histomorphometric clinical study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(1):23-33.
8. Hallman M, Cederlund A, Lindskog S, Lundgren S, Sennerby L: A clinical histologic study of bovine hydroxyapatite in combination with autogenous bone and fibrin glue for maxillary sinus floor augmentation. Results after 6 to 8 months of healing. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12(2):135-43.
9. 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* 2002;17(5):635-43.
10. Sartori S, Silvestri M, Forni F, Icaro Cornaglia A, Tesei P, Cattaneo V: Ten-year follow-up in a maxillary sinus augmentation using anorganic bovine bone (Bio-Oss). A case report with histomorphometric evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(3):369-72.
11. Fugazzotto PA: GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part 1: histologic results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(4):361-9.
12. John HD, Wenz B: Histomorphometric analysis of natural bone mineral for maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(2):199-207.
13. Artzi Z, Kozlovsky A, Nencovsky CE, Weinreb M: The amount of newly formed bone in sinus grafting procedures depends on tissue depth as well as the type and residual amount of the grafted material. *J Clin Periodontol* 2005;32(2):193-9.
14. Schenk RK: Zur Problematik der Knochensatzstoffe: Histophysiologie des Knochenbaus und der Substitution von Knochensatzstoffen. In: Huggler AH & Kuner EH. *Aktueller Stand beim Knochensatz*, 23-25. Hefte zur Unfallheilkunde. Berlin: Springer.
15. Ulm C, Kneissel M, Schedle A, Solar P, Matejka M, Schneider B, Donath K: Characteristic features of trabecular bone in edentulous maxillae. *Clin Oral Implants Res* 1999;10(6):459-67.
16. Moy PK, Lundgren S, Holmes RE: Maxillary sinus augmentation: histomorphometric analysis of graft materials for maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51(8):857-62.
17. Hanisch O, Lozada JL, Holmes RE, Calhoun CJ, Kan JY, Spiekermann H: Maxillary sinus augmentation prior to placement of endosseous implants: A histomorphometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(3):329-36.
18. Peez M: Characterization of xenogeneic bone material. In : Boyne PJ., ed. *Osseous reconstruction of the maxilla and the mandible-surgical techniques using titanium mesh and bone material*, 87-100. Chicago, Berlin: Quintessence.
19. Schlegel KA, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J: Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(1):53-8.
20. McAllister BS, Margolin MD, Cogan AG, Buck D, Hollinger JO, Lynch SE: Eighteen-month radiographic and histologic evaluation of sinus grafting with anorganic bovine bone in the chimpanzee. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14(3):361-8.
21. Schlegel AK, Donath K: BIO-OSS--a resorbable bone substitute? *J Long Term Eff Med Implants* 1998;8(3-4):201-9.
22. Haas R, Mailath G, Dortbudak O, Watzek G: Bovine hydroxyapatite for maxillary sinus augmentation: analysis of interfacial bond strength of dental implants using pull-out tests. *Clin Oral Implants Res* 1998;9(2):117-22.
23. Hurzeler MB, Kirsch A, Ackermann KL, Quinones CR: Reconstruction of the severely resorbed maxilla with dental implants in the augmented maxillary sinus: a 5-year clinical investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(4):466-75.
24. GaRey DJ, Whittaker JM, James RA, Lozada JL: The histologic evaluation of the implant interface with heterograft and allograft Materials--an eight-month autopsy report, Part II. *J Oral Implantol* 1991;17(4):404-8.
25. Hatano N, Shimizu Y, Ooya K: A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(3):339-45.
26. Boyne P: Comparison of Bio-Oss and other implant materials in the maintenance of the alveolar ridge of the mandible in man, International symposium on modern trends in bone substitutes. Lucerne: 1990 (Commented in reference 19)
27. Fugazzotto PA, Vlassis J: Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(1):52-8.
28. Valentini P, Abensur D, Wenz B, Peetz M, Schenk R: Sinus grafting with porous bone mineral (Bio-Oss) for implant placement: a 5-year study on 15 patients. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000; 20(3):245-53.
29. Hising P, Bolin A, Branting C: Reconstruction of severely resorbed alveolar ridge crests with dental implants using a bovine bone mineral for augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(1):90-7.
30. 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* 2001;16(5):713-21.
31. Valentini P, Abensur DJ: Maxillary sinus grafting with anorganic bovine bone: a clinical report of long-term results. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2003;18(4):556-60.
32. Hallman M, Nordin T: Sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite mixed with fibrin glue and later placement of nonsubmerged implants: a retrospective study in 50 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(2):222-7.
33. Maiorana C, Sigurta D, Mirandola A, Garlini G, Santoro F: Bone resorption around dental implants placed in grafted sinuses: clinical and radiologic follow-up after up to 4 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(2):261-6.
34. Olson JW, Dent CD, Morris HF, Ochi S: Long-term assessment (5 to 71 months) of endosseous dental implants placed in the augmented maxillary sinus. *Ann Periodontol* 2000;5(1):152-6.
35. Testori T, Del Fabbro M, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi R Jr, Anitua E, Bianchi F, Francetti L, Weinstein RL: A multicenter prospective evaluation of 2-months loaded Osseotite implants placed in the posterior jaws: 3-year follow-up results. *Clin Oral Implants Res* 2002;13(2):154-61.
36. Wallace SS, Froum SJ: Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8(1):328-43.