

신선발치와에 임프란트 매식시 탈회골이식이 전단응력에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

서울대학교 치과대학 구강악안면외과 · 시립보라매병원 치과* · 김홍기 인공치아연구소**

김 종 원 · 박 진 규* · 김 홍 기**

I. 서 론

치과영역에서 적용되는 인공치근매식은 임프란트 표면의 금속 또는 수산화인회석(Hydroxyapatite)과 골조직과의 결합하는 골유착에 근거를 두고 있다. 이러한 골과의 유착력을 증가시키기 위하여 연구·개발되고 있는 방법으로 자가골, 동결건조 탈회골 등의 골 이식술 및 Gore-Tex® 등의 차단막의 이용이 보고되고 있다.^{36,24,63)}

그리고 기타 생체와의 적합성이 높은 여러 재료들의 이용 및 임프란트의 인체공학적인 형태개선을 통하여 임프란트에 가해지는 여러가지 힘에 대하여 저항할 수 있도록 눈부신 발전을 거듭하여 왔다.

최근에는 임프란트가 매식될 치조골이 적절히 치유되기 위하여 길게는 1년까지도 지연되는 단점을 극복하기 위해 발치 한 직후 바로 매식하는 경우도 적지 않다. 이러한 발치 후 즉시 매식하는 방법의 장점으로, 환자로 하여금 수술 횟수를 줄임으로써 치료기간을 단축할 수 있으며, 발치 후 치유기간 동안의 치조돌기의 흡수를 줄일 수 있을 뿐 아니라, 임프란트의 매식방향을 발치 전 치아의 방향과 유사하게 할 수 있으므로 보철물의 제작을 쉽게 하고, 심미적으로도 보다 개선된 보철물을 제작할 수 있다.^{9,49)}

그러나, 고려하여야 할 사항으로 발치 즉시 매식하는 경우에는 임프란트가 긴밀히 접촉할 수 있는

골의 양이 적고, 발치 후에는 치은의 결합조직이 활발하게 성장함으로써 골 재생에 지장을 초래할 수 있을 뿐 아니라, 치주염이 있던 치아를 발치한 발치와는 임프란트의 매식이 염증반응을 증폭시켜 실패의 가능성을 높일 수 있다는 단점 등이 지적되기도 한다.^{10,31,32,37)}

그러한 발치 즉시 매식하는 방법과 발치와의 치유 후에 매식하는 방법에 대하여 임상적 및, 실험적 연구가 진행되고 있는데, 많은 연구보고에서 발치 후 치유가 끝난 뒤, 혹은 발치 즉시 매식하는 경우 모두 골 재형성과 골과의 유착에 유의한 차이가 발견되지 않음을 시사하고 있다.^{43,44,60,62)} Brose¹³⁾ 등은 52례의 티타늄 임프란트 시술 후 골 재형성의 정도에 있어서, 5개월 쯤까지 신선 발치와에 매식된 것과 치유가 끝난 뒤에 매식된 것간에 차이가 없었다고 보고하며, 6개월 이후의 임프란트 주위 또는 치조골정의 골 흡수 정도에 있어서도 어떠한 차이도 발견되지 않았다고 하였다. 이어서 그들은 즉시 식립하는 경우와 치조골 치유 후 식립한 임프란트 사이의 골 소실에 있어서 상악골과 하악골 모두에서 어떠한 차이도 없었다고 보고하며, 그러한 결과를 나타내기 위한 조건으로 치유 중 매식체의 단단한 고정어 즉시 매식의 성공에 필수적이라고 하였다.

그러므로 본 연구에서는 성견을 이용하여, 하악 전치 또는 소구치를 발거하고 이와 동시에 임프란트

를 즉시 메식하였다. 임프란트 상부와 발치와의 공간에는 골생성을 유도하기 위한 동결건조 탈회골을 이식하였으며, 골이식이 없이 임프란트만 메식하여 대조군으로 하였다. 임프란트와 골과의 골유착의 정도와 전단응력을 비교하기 위하여 Periotest[®]를 이용한 동요도와 Torque gauge를 이용한 회전제거력을 측정하여 비교하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 실험동물

전단응력의 비교를 위하여 본 연구에서는 일정기간 동안 동일조건으로 사육된, 영구치가 모두 맹출한 20kg 전후의 잡종 웅성 성견 12마리를 실험동물로 사용하였다.

2. 실험재료

가) 임프란트

임프란트는 타이타늄으로 제작된 원추나사형의 임프란트(Bonelock[®] implant system, Leibinger Co., Germany)를 사용하였는데, 표면이 지르코늄으로 피막되어 있는 특성을 가지고 있는 임프란트이다. 실험에는 직경 3.5 mm, 길이 11 mm인 임프란트를 사용하였다.

나) 실험기구

전단응력측정을 위한 기구로서 Periotest[®] (Siemens AG, Bensheim, Germany)를 사용하여 동요도를 측정하였으며(표 1), 1에서 90 Ncm까지 잴 수 있는 Torque gauge(Tohnichi Co., Japan)를 사용하여 임프란트를 제거할 때 적용되는 회전제거력을 측정하였다.

다) 탈회골

정상성견을 희생시켜 채취한 장골(long bone)을 냉동고에 영하 70도 이하를 유지하며 저장하였다. 냉동되었던 장골들을 동결건조, 분쇄, 탈회, 등의 과정을 거쳐 480-640 μ m 크기의 탈회골 분말을 제작하였다(표 2).

표 2. 탈회골의 제작방법

1. 채취된 장골의 저온 증류수 세척 및 저장 (저온 냉동고)
2. 동결건조
3. 분말형성 및 크기 선정(480-640 μ m)
4. 탈회
 - 1) 0.5N HCl(250ml/5g of bone for 90min)
 - 2) Centrifugation(1,500rpm)
 - 3) 반복
5. 산도의 완충(pH 6.9까지)
6. Recentrifugation
7. 동결건조
8. 방사선 멸균(15-25kGy)

표 1. Periotest 수치(PTV)와 치이동요도 Scale(mobility index)사이의 관계

Miller의 분류	mobility Index	Periotest Value
어떠한 동요도 발견할 수 없는 상태	0	- 8에서 + 9
촉진을 통한 약간의 동요를 느낄 수 있는 상태 (협설측 동요 <0.5 mm)*	I	+10에서 +19
시진을 통하여 동요를 감지할 수 있는 상태 (0.5 mm < 협설측 동요 < 1.0 mm)*	II	+20에서 +29
입술이나 혀등에 의해 동요되는 상태 (협설측 그리고 근원심으로 0.5 mm 이상의 동요를 보이는 경우)*	III	30에서 +50

*, Wasserman 등의 수정

3. 실험방법

가) 동물실험

전신마취를 위하여 케타민(ketalar[®]; ketamin HCl) 10 mg/kg을 근육주사하고 럽폰(xylazine) 0.3 mg/kg을 정맥주사하여 마취를 시행하였다. 실험 중에는 생리식염수를 서서히 정맥주사하고, 마취상태를 지속시키기 위해 럽폰 0.3 mg/kg을 간헐적으로 정맥 주사하였다.

2% 베타딘(povidone-iodine)으로 구강내 및 구순 주위를 소독하고 1 : 10만으로 에피네프린이 첨가된 2% 리도카인으로 침윤마취를 시행한 뒤 하악의 6개의 절치 또는 제 1소구치를 발거하고 발치와를 메식에 적절하도록 pilot drill과 cone shape cutter 그리고 cone shape tap을 순서대로 사용하여 처치한 뒤 직경 3.5 mm, 길이 11 mm의 원추형 티타늄 임플란트를 메식하였다.

실험군에는 임플란트상부 주위의 발치와 공간에 미리 제조된 탈회골을 이식하였고 대조군에는 아무런 골이식없이 발치와 공간을 그대로 둔 채로 점막 피판을 형성하여 3-0호 견사로 봉합하였다. 술 후 당일과 3일째 까지 감염예방을 위하여 테라마이신 주사액(Terramycin[®], oxytetracycline HCl, Pfizer Co., Korea)을 20/kg의 용량으로 근주하였다.

나) 결과관찰

술 후 70일, 90일, 110일, 130일, 150일, 170일 등 20일 간격으로 결과를 관찰하였다. 먼저 전신마취를 통법대로 시행한 뒤 식립된 임플란트의 상부에 있는 일부 이복되어 있는 골조직을 조심스럽게 제거하고 덮개나사를 노출 제거하였다. 그리고 임플란트에 4.8 mm 높이의 transgingival abutment와 연결나사를 연결하고 이위에 7.5 mm 기공용 top abutment와 연결나사로 연결하였다. 그리고 각 부위별로 Periotest[®]의 핸드피스를 적용하여 동요도를 3회씩 측정하였다.

Periotest 시행부위

(1) 임플란트의 상부 (Superior part of implant

fixture, Point A)

(2) 상부구조 지대치의 하부 (Inferior part of top abutment, Point B)

(3) 상부구조 지대치의 상부 (Superior part of top abutment, Point C)

그리고 이들 상부구조 지대치와 나사를 제거하고 임플란트에 형성된 나사홈을 따라 Torque gauge의 동일한 드라이버를 적용시켜 회전시키고 그 최대 회전제거력을 측정하였다.

또한 제거한 실험군의 임플란트는 10% 포르말린에 고정하고 주사전자현미경으로 관찰하였으며, 그 조직은 10% 포르말린에 고정한 뒤 5% 질산으로 탈회한 다음 통법에 따라 파라핀에 포매하여 4 μm 두께로 절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다.

III. 연구성적

발치한 치근의 길이는 10.7 - 19.5 mm 이었으며 평균길이는 14.57 ± 2.36 mm 이었다. 그리고 식립된 임플란트가 치조골과 접촉할 수 있는 길이, 즉 임플란트의 직경인 3.5 mm 보다 더 작은 부위의 길이는 1.5 - 10.5 mm 로 평균 5.10 ± 2.28 mm 이었다.

각 기간과 이식의 유무에 따른 회전제거력과 동요도는 다음과 같이 측정되었다(표 3).

그리고 위의 자료에서 임플란트가 탈락되어 없거나 노출되어 동요도나 회전제거력을 측정하기가 어려운 자료를 제외한 측정치의 평균값이 다음과 같다(표 4).

그리고 주사전자현미경으로 관찰한 임플란트의 표면은 조직이 부착되어 있었으며 광학현미경으로 관찰한 조직의 Hematoxylin-Eosin 염색사진으로는 임플란트와의 경계면에 치밀골이 새로이 형성되어 있었으며 발치와의 상부 공간에도 신생골이 형성되어 있었다(사진 1-15).

표 3. 기간에 따른 Periotest 및 Torque Gauge를 이용한 계측치

Duration of Observation	Graft	Removal Torque	Cover Screw	Transgingival Abutment	Sup. Part of Top Abutment
70일	DBP	29	-6, -6, -6	-4, -4, -4	9, 6, 9
	FRESH*	15	7, 5, 5	8, 8, 9	15, 16, 17
70일	DBP	32	-3, -3, -3	5, 6, 6	11, 12, 12
	FRESH	27	-6, -6, -4	3, 5, 5	10, 10, 11
90일	DBP	39	-7, -8, -7	-3, -2, -2	14, 15, 17
	FRESH	10	-3, -4, -3	6, 7, 8	20, 21, 21
90일	DBP	40	-4, -5, -6	2, 0, 0	10, 10, 10
	FRESH*	-	9, 9, 9	25, 25, 25	-
110일	DBP	27	-5, -6, -6	-3, -3, -3	6, 6, 8
	FRESH	24	-4, -4, -5	-1, -2, -2	8, 8, 9
110일	DBP	35	-8, -8, -8	-7, -7, -8	7, 7, 8
	FRESH*	-	-	-	-
130일	DBP	12	1, -3, -2	5, 5, 5	17, 18, 19
	FRESH	20	-3, -3, -4	3, 2, 2	15, 14, 15
130일	DBP	26	-6, -6, -5	-2, -2, -2	11, 12, 11
	FRESH*	-	-	-	-
150일	DBP	29	-7, -6, -6	-4, -4, -5	6, 5, 6
	FRESH	20	-3, -4, -3	-	11, 10, 11
150일	DBP	27	-8, -8, -6	1, 1, 1	12, 12, 13
	FRESH	18	-6, -8, -8	0, -1, -1	14, 14, 15
170일	DBP	50	-7, -7, -8	-3, -4, -4	5, 5, 6
	FRESH	60	-8, -8, -8	-3, -3, -3	5, 6, 4
170일	DBP*	11	9, 8, 9	15, 16, 18	31, 30, 31
	FRESH	23.5	3, 5, 3	10, 9, 9	17, 18, 16

위의 실험결과에서 *는 관찰시 임프란트가 탈락되어 없거나 치은 밖으로 노출되어 염증반응이 심하여 Periotest[®]나 Torque gauge를 적용하기가 어렵거나 그 측정 수치를 신뢰할 수 없는 경우임.

표 4. Periotest[®] 와 Torque Gauge를 이용한 측정치(평균)

1. 임프란트의 상부(Periotest)

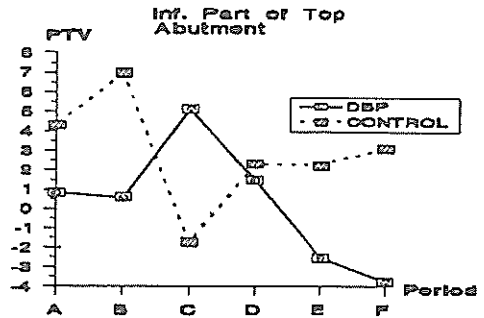
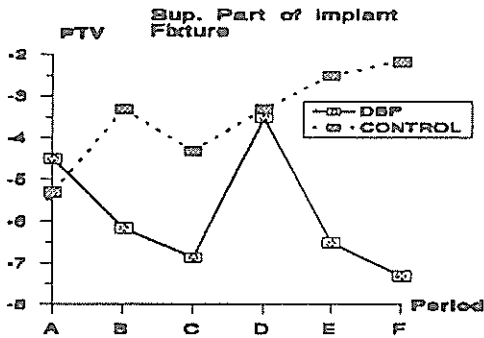
	(탈회골)	(대조군)
2개월 10일(A)	-4.50	-5.30
3개월(B)	-6.15	-3.30
3개월 20일(C)	-6.85	-4.30
4개월 10일(D)	-3.50	-3.30
5개월(D)	-6.50	-2.50
5개월 20일(E)	-7.30	-2.15

Paired t-Test: P(1-tail)=0.0264<0.05,
paired t value=-2.527

2. 상부구조의 하부(Periotest)

	(탈회골)	(대조군)
2개월 10일(A)	0.84	4.33
3개월(B)	0.62	7.00
3개월 20일(C)	5.15	-1.70
4개월 10일(D)	1.50	2.33
5개월(E)	-2.50	2.30
5개월 20일(F)	-3.70	3.15

Paired t-Test: P(1-tail)=0.1367>0.05,
paired t value=-1.23



3. 상부구조의 상부(Perioste)

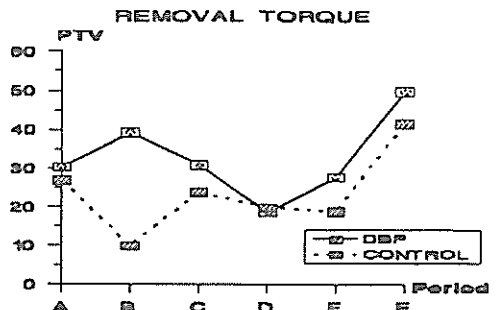
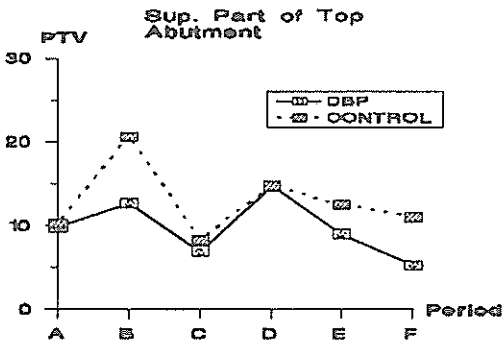
	(탈회골)	(대조군)
2개월 10일(A)	9.84	10.33
3개월(B)	12.67	20.67
3개월 20일(C)	7.0	8.33
4개월 10일(D)	14.67	14.67
5개월(E)	9.00	12.50
5개월 20일(F)	5.33	11.00

Paired t-Test: $P(1\text{-tail})=0.0292 < 0.05$,
paired t value=-2.444

4. 최대회전력(Torque Gauge)

	(탈회골)	(대조군)
2개월 10일(A)	30.5	27.0
3개월(B)	39.5	10.0
3개월 20일(C)	31.0	24.0
4개월 10일(D)	19.0	20.0
5개월(E)	28.0	19.0
5개월 20일(F)	50.0	41.7

Paired t-Test: $P(1\text{-tail})=0.0404 < 0.05$,
paired t value=2.183



IV. 총괄 및 고안

인공치근 매식술의 성공요체 중의 하나로 치조돌기 부위의 충분한 양의 골질과 치근매식에 적합한 형태를 갖춘 치조골은 매식체의 식립유지에 기본적인 요건이라 본다. 때문에 발치 후 치조골의 흡수는 이같은 점에서 임프란트의 시술에 문제점이 된다고 볼 수 있다.

치아상실 직후의 발치창의 상태는 수 개월이 지나 치유가 모두 끝난 때에는 해부학적으로나 임상적으로 판이하게 다르다¹⁶⁾. Lam³³⁾은 발치 후 3개월 동안의 치조골의 흡수가 첫 2년 동안 흡수되는 양의 70%-80%가 일어난다고 하였다. Pietrovski⁴⁵⁾ 등은 원숭이의 발치 후 일어나는 치조골의 흡수양상을 관찰하여 치유초기에 치조골의 협설측 정상에서 상당량의 골 흡수가 진행되는 반면 골의 재형성은 발

1. Torque gauge를 이용하여 제거한 임플란트의 표면사진(SEM)

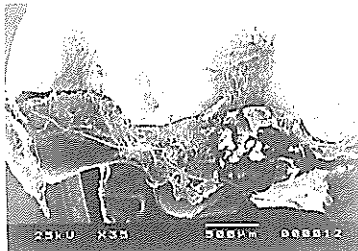


사진 1. 임플란트 근단부위의 사진; 임플란트의 근단부에 형성된 함몰 부위에 결합조직이 부착되어 있는 것이 관찰된다. (x35)

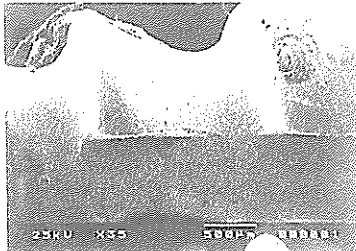


사진 2. 임플란트의 표면사진; 임플란트의 표면에 부착물이 보인다. (x35)

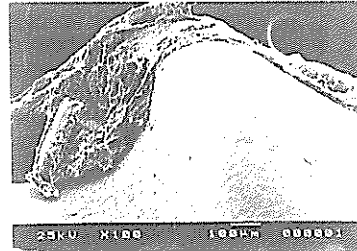


사진 3. 표면에 부착된 조직의 사진 (x100)

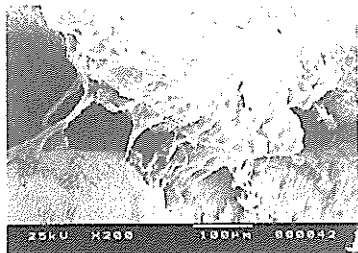


사진 4. 표면에 부착된 조직의 사진; 조직에서 임플란트로 향하여 가는 돌기가 부착되어 있다. (x200)

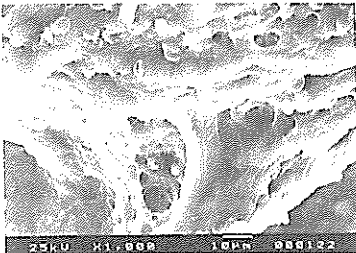


사진 5. 부착된 조직의 확대사진 (x1000)

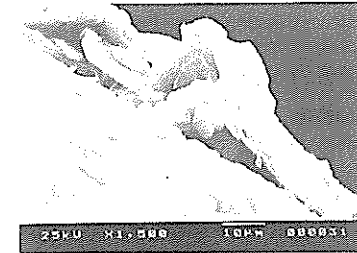


사진 6. 부착된 조직의 확대사진 (x1500)

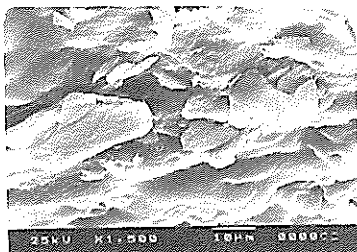


사진 7. 부착된 조직의 확대사진 (x3500)

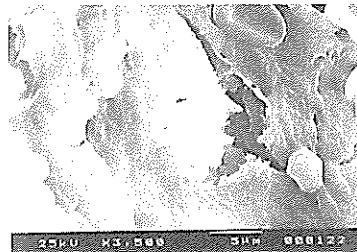


사진 8. 부착조직; 일부에서 흡수되지 않은 탈회골로 보이는 입자가 관찰된다. (x1500)

치와의 밑 중앙부분에서 시작되고, 근섬유들에 의해 협축의 치조골의 흡수가 훨씬 빨리 진행되어 원래의 치조골보다 낮고 좁아진다고 하였다.

최근에 사용되는 임플란트는 발치 후 최소한 상악에서 6개월, 하악에서 3개월동안의 치유기간을 요하며 보철물을 삽입하기까지 길게는 1년까지도 환자가

기다리게 된다. 이 기간동안 환자는 심미적으로나 기능적으로 많은 불편과 희생을 감수하지 않을 수 없으며 이는 치과의사에게 또한 고통이 아닐 수 없다. 이렇게 발치 후 발치와의 치유에는 상당한 시간이 요구되며 임플란트 식립 후 4-6개월, 2차 수술 후, 4-6주 지나서 보철물을 장착하게 되므로 통법의

2. 임플란트를 제거하고 난 후의 조직사진(LM)

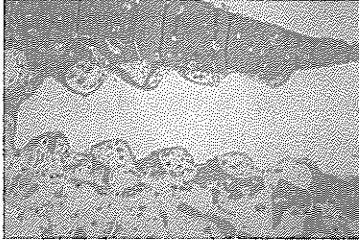


사진 9. 임플란트가 제거된 후의 외동사진; 임플란트와의 경계부위에 얇게 형성된 신생 치밀골이 잘 관찰되고 있다. (x10)



사진 10. 신생된 치밀골 내면에는 풍부한 혈관이 침투되어 있다. (x40)



사진 11. 신생골과 풍부한 혈관사진 (x100)

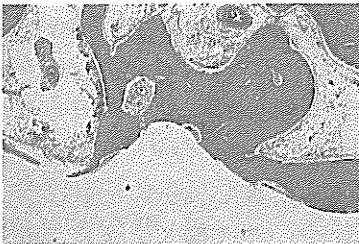


사진 12. 임플란트의 나시홀 부위(x40)

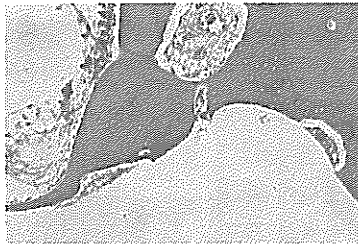


사진 13. 임플란트의 나시홀 부위 (x100)

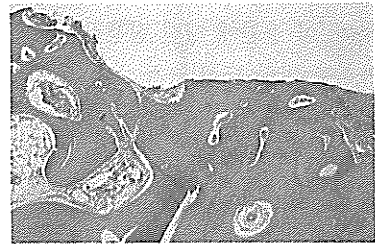


사진 14. 임플란트의 상부; 윗부분에는 일부 상피조직이 침투하고 있는 것이 관찰되고 있다. (x40)

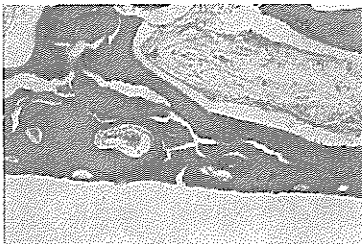


사진 15. 임플란트의 상부(x100)

보철에 비하여 오랜 기간동안 무치악 상태 또는 가철성 보철물을 장착하고 있어야 하는 불편이 있다. 치유가 된 후 임플란트를 매식하려면 치조골 흡수로 인해 협설측으로 최소 1mm정도의 골이 남아 있어야 하므로 충분한 골 두께를 얻기 위하여 치조골을 삭제하면 짧은 임플란트를 이식하게 되어, 초기 교

정력이 감소하며 심미적으로 불리할 뿐만 아니라 이식방향이 변하여 기능시 교합압을 치아장축 방향으로 분산하지 못하는 단점이 있다. 하지만 발치 후 즉시 임플란트를 매식하면 충분한 길이의 임플란트를 치아장축 방향으로 매식할 수 있어 수복기간을 줄이고 보철물을 심미적, 기능적으로 만족스러운 위치에 제작할 수 있다.^{9,49,60)}

아직 티타늄 임플란트가 골에 어떻게 유착되는지에 대해서는 정확한 기전이 알려져 있지 않지만 계면의 골의 양이 하나의 중요한 요소인 것으로 생각된다. 발치와가 치유된 후 매식하는 경우에서 Hipp 등²¹⁾에 의하면, 개의 하악골에서 치유 4개월에서 7개월 후에 59%의 피개량을 나타내었다고 하였고, Arvidson⁸⁾은 61.3%의 피개량을 보였다고 보고하였다. 즉시 임플란트의 경우에는 Par⁴⁴⁾에 의하

면 5개월 후 상악골 46.3%, 하악골 60.3%로 상악골이 하악골보다 적은 양의 골이 침착되었다고 보고하였는데 발치와의 치유가 된 후에 식립하는 경우에 비하여 약간의 차이는 있지만 부가적인 장점을 고려하면 골침착을 증가시켜 골과 임플란트와의 유착을 유도할 수만 있다면 바람직한 방법이 되리라 여겨진다. 이러한 발치와 동시에 식립하는 경우에 직면하는 문제는 발치와의 형태가 고르지 못하며, 발치와의 상부는 대개 임플란트의 상부의 직경보다 큰 경우가 대부분이다. 그러므로 이 사이의 공간은 치은의 상피가 증식되어 그대로 두는 경우에 골유착이 되지 못하므로 골이식을 시행한다면 골유착을 증가시킬 수 있을 것으로 추정된다. 여러가지 방법을 통하여, 이 공간에 생긴 신생골이 과연 임플란트와 골유착을 이룰 수 있는가, 그리고 이 골유착으로 임플란트가 저작력에 저항할 수 있을 정도로 견고한지는 과거의 문헌에서 보고되었다.^{19,22)}

골 이식에는 이식골편 제공자 및 처리방법에 따라 여러 가지 종류가 있는데, 그 중에서 이식골의 세포에 의해 신생골이 형성되며 흡수도 가장 적고 이물반응도 거의 없는 자가골 이식이 가장 좋은 것으로 알려져 있으며, 그 장점으로는 뛰어난 치유효과를 보이며, 상당한 조골능력을 지니고 원하는 모양대로 즉시 구할 수 있을 뿐 아니라, 다른 이식골편의 실험을 판단하는 표준으로 삼을 수 있다는 것이다.^{1,11,12,15,28,36,47,54)} 그러나 이러한 자がい식 골편을 얻기 위하여 수술시간이 더 걸리고 조직손상도 증가하며 얻을 수 있는 골질의 양이 한정되어 있어, 외과의사들은 동종, 이종, 혹은 합성골을 이용하기도 한다. 그러한 경우, 형원항체 반응을 없애거나 줄이기 위해 화학처리, 냉동, 냉동건조, 방사선처리, 비등소독, 고압증기 멸균, 단백질제거, 표면탈회 등의 처리를 하여 사용한다.^{17,20,23,30,38,46,50,58,64)}

최근 탈회시킨 동종골의 골유도 현상을 임플란트에 응용하려는 많은 시도가 이루어지고 있다. 탈회한 동종 이식골은 Senn⁵²⁾에 의하여 지난 세기부터 사용되어 왔으나 신선 자가골 때문에 그 중요성을 인정받지 못하다가 자가골 이식의 단점을 보완해 보려는 시

도로써 최근 다시 각광을 받고 있다. Urist^{58,59)}와 Reddi⁴⁸⁾등에 의하여 능동적인 골 형성 즉 골유도작용을 할 수 있는 재료로서 자가골 이외에 탈회시킨 동종골이 보고되었다. 그리고 Olikarinen^{39,40,41)}은 탈회골과 단순냉동 동종피질골, 자가골을 비교하여 탈회골이 단순냉동시킨 동종골보다 더 효과적으로 신생골 형성을 유도하였고 신선 자가골과는 신생골 형성 효과가 거의 비슷하다고 보고하였으며, 임²⁹⁾은 자가골과 동종 탈회골을 가토의 발치와에 이식하여, 골치유 반응이 거의 비슷하였다고 보고하였다.

최근에 주로 임상에서 사용되는 골내 임플란트는 티타늄을 재료로 하는 치근형 임플란트가 대부분을 차지하고 있는데, 티타늄은 조직 내에서 산화막의 형성에 의해 용해되지 않으며, 유기물질과 반응할 수 있는 이온의 용출이 일어나지 않는 불활성일 뿐만 아니라 갖으므로 인장력, 압축력 그리고 전단응력에 견딜 수 있어 치과 임플란트 재료로 선택되어 졌다.

티타늄 임플란트가 골에 어떻게 유착되는지에 대하여, Albrektsson과 Brånemark^{3,4,6,7)}등은 골유착이란 광학현미경 하에서 임플란트 표면과 골조직간의 계면상태가 구조적 기능적으로 직접 연결된 상태라고 정의하였으나 아직 정확한 기전에 대해서는 알려져 있지 않다. 티타늄 임플란트의 매식은 1970년대에 이르러 상당한 발전을 보이는데, Brånemark 등은 금속성의 구강내 임플란트가 직접 하악골 혹은 치조골과 일체성으로 결합한다고 보고하여 이 골유착(osseointegration)이라는 어휘를 처음으로 사용하였는데 그는 생물학적 의미보다는 구조적으로 골과 임플란트사이에서 직접적인 연결을 의미하였다. Albrektsson²³⁾은 적절한 골유착을 위하여 생적합성(biocompatibility), 임플란트의 외형과 표면, 이식상의 상태, 술자의 수술경험 그리고 임플란트에 가해지는 힘 등 6가지의 변수를 제안하였으며, 이들 6가지 변수가 만족되면 골과 티타늄의 사이에 단백질당(proteoglycan)과 산화금속(metal oxide)이 개재되는 골유착이 이루어진다고 하였다.

최근에 주로 이용되는 티타늄 임플란트는 생적합성이 좋은 것으로 알려진 티타늄을 이용하여 표

면을 매끄럽게 하거나 표면을 거칠게 하여 표면적을 넓히기도 하며 원주모양, 원추모양, 원통모양, 나사모양 등 교합력에 저항하기 위하여 여러 가지로 상품화되어 있다. 그러나 가장 중요한 골유착은 골과 접촉하는 티타늄 임플란트의 표면에서 일어나므로 표면의 재질에 연구를 집중하고 있는데, 여러 문헌^{2,4,6,25,35)}에서 상업적으로 순수한 티타늄(cp Titanium)이 재질면에서 스테인레스강, 금, 그리고 titanium-galuminum-4vanadium (Ti-6Al-4V)과 비교하여 proteoglycan 막이 적게 형성되고, 금속성 이온이 덜 분비되어 골조직이나 다른 장기에 악영향을 끼치지 않는다고 보고하였고, 거친 표면이 매끈한 표면보다 더 전단응력(shear force)이나 장력(tensile force)에 강하고, 나사 홈이 있는 것이 저작시 가해지는 힘에 더 잘 저항한다고 하였다.

본 실험에서는 독일 Leibinger사의 골내 임플란트인 Bonelock[®] 시스템을 사용하였는데 이는 특징적인 원추형태의 나사모양을 가진다. 이는 상부 보철물에 가해진 저작력을 장축방향으로 주위골에 균일하게 분산시킬 수 있으며 골접촉 면적을 넓힘으로써 만족할 만한 초기고정을 얻을 수 있는 것으로, 임플란트에 사용된 재료는 티타늄이며 이위에 지르코늄으로 코팅 처리되어 산화피막을 보호하는 특징을 가지고 있다.

Periotest[®] 기계는 Schulte^등⁵⁶⁾에 의해 소개되었으며, 마이크로 컴퓨터화 되어 있는 측정장치와 핸드 피스로 연결되어 있는 조정장치로 구성되어 있다. 1초에 4회, 4초간 16회의충격을 검사체의 표면에 가하게 되고 이 중 4회 이상의 충격이 막대의 끝 부분에 초소형 가속계가 마이크로 컴퓨터 신호를 보내면 정지시간을 계산하여 Periotest value(PTV)가 디지털 신호로 표시된다. PTV는 -8에서 +50까지의 범위로 표시되어지며 정지시간을 이용한 PTV의 계산 공식은 다음과 같다.

* PTV가 13보다 큰 경우 :

$$(정지시간 / 0.06ms - 8.493) / 2$$

* PTV가 13보다 같거나 13보다 작은 경우 :

$$정지시간 / 0.02ms - 21.3$$

위의 공식에 따라서 PTV를 아는 경우의 정지시간을 계산해 낼 수 있는데 예를 들면 PTV가 -5라 할 경우 정지시간은 346 μ s이며 +2라면 정지시간은 466 μ s에 해당된다. 치주조직의 건강도나 완충효과가 좋을 수록 충격막대의 정지시간이 짧아지게 되므로 PTV가 작을수록 검사체의 동요도가 작다⁵⁵⁾. 이렇게 Periotest[®]의 사용은 손의 감각에 의해서 알아낼 수 없는 미세한 동요도를 측정함으로써 식립된 임플란트와 골과의 접촉정도를 객관적, 정량적으로 평가할 수 있으며 임플란트 주위의 염증이나 골의 괴사에 의한 골 흡수 또는 골의 치유지연에 의한 섬유성 결합조직의 개재 등에 의한 골일체화의 방해요소를 알아낼 수 있어 식립된 임플란트의 성공여부를 판단할 수 있을 뿐만 아니라 임플란트-지지성 보철물의 기능 수행을 예측할 수 있다. 골유합의 임상적인 성공과 실패에 대하여 Schulte^등⁵⁶⁾은 +10 이상을 제시하였으며 Chavez^등¹⁴⁾은 동요도 0.15, PTV +6 이상인 경우를 임플란트의 안정성을 위협하는 심각한 경우로 보았으며, Olive^등⁴²⁾은 +5 이상을 임플란트의 실패로 간주하였다. 그리고 본 연구에서도 이에 준하여 PTV가 +6 이상을 실험자료의 통계처리에서 제거하였다.

본 실험에서 발치된 치아의 치근의 길이는 10.7 mm부터 19.5 mm까지이며 치근단 부위에서부터 발치와의 직경이 장축방향으로 3.5 mm보다 더 작아지는 부위까지의 길이(임플란트와 골과의 길이)는 1.5 mm에서 10.5 mm이었으며 평균길이는 5.1 mm, 표준편차는 2.2 mm이었다. 99% 상하한선은 각각 5.97, 4.21 mm이었다. 이러한 접촉되는 계면의 골의 양이 중요한 요소로 여겨지며, 일반적으로 치근단에서 부터 긴밀하게 접촉되는 골의 양이 3-4 mm 이상이어야 전단응력과 함께 회전제거력도 증가하고 성공확률이 높은 것으로 알려져 있다. 이 들 중에서 골과의 접촉이 적은 경우 고정이 적절하지 못하며 동요도의 증가나 회전제거력이 감소하여 실패한 경우로 추정된다.

한편 Sennerby⁵³⁾는 회전제거력에 미치는 요소 중 골의 종류(type)가 중요하다고 하며, 임플란트에 대

한 골의 단순한 피개량보다 치밀골에 의한 피개량의 임프란트의 고정력에 결정적인 역할을 한다고 보고 하였으며, 대부분의 Brånemark 임프란트는 두껍고 명확한 치밀골로 이루어져 있는 하악골에 식립된 경우, 주로 해면골로 이루어져 있는 상악골에 매식된 경우보다 더 성공률이 높게 나타난다^{5,18,57,27)}. Tjellstrom과 Yamanaka 등^{56,61)}은 임상실험에서 이식된 임프란트의 회전제거력에 대한 연구에서, 매식된 임프란트가 모두 매식 기간이 증가함에 따라 회전제거력이 증가하는 결과를 얻었으며, 골과 임프란트간 접합의 양적 증가 외에, 임프란트 계면과 접한 골의 구조 자체가 변화함에 따라서도 영향을 받는다고 보고하였다.

Johansson과 Albrektsson²⁶⁾의 연구에 의하면 토끼의 tibia와 femur에 매식한 임프란트의 3주, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월 제 소견에서 회전제거력이 1개월에서 3개월 사이에는 많은 증가가 있었으나, 3개월 이후 12개월까지는 통계적으로 유의성이 없는 정도의 미미한 증가가 있었다고 보고하며, 매식주위의 망상골이 층판골로 성숙되는 것과 관계가 깊다고 하였으며, Robert 등에 의하면 토끼에 망상골이 힘에 저항하기에 적합한 층판골로 대치가 되는 데에 6주가 소요되었다고 보고하였다.

본 실험에서 12마리의 실험견에서 24개의 임프란트를 식립한 결과 5개(20.8%)의 임프란트가 탈락되거나 구강내에 노출되어 염증이 심하며 Periotest[®] 측정수치가 덮개나사에서 평균 5이상인 경우 실패한 것으로 간주하고 결과분석에서 제거하였다. Periotest[®]를 이용하여 동요도를 측정하여 본 결과 -8에서 31까지 수치가 나왔으며 덮개나사에서 측정한 값과 상부구조 지대치에서 측정된 경우에서 $p=0.0264$, $0.0292 < 0.05$ 로 유의성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 Tohnichi의 Torque gauge에 의하여 측정된 회전제거력은 10-60Ncm 범위이었으며 유의 수준은 $p=0.0404 < 0.05$ 로서 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이는 발치와동과 임프란트사이의 공간에 탈회골을 이식하는 방법이, 공간을 그대로 둔채로 치유되도록 하는 것보다 골유착에 유리하다고 결론내릴 수

있는 근거가 된다.

임프란트의 회전제거시에 생길 수 있는 오류로서 드라이버의 적용이 부적절하여 한번에 임프란트를 제거하지 못하였거나, 임프란트상부 표면에 골 조직이 덮여있는 경우 이를 완전하게 제거하지 않거나 제거시에 임프란트 주위의 골조직에 손상을 주어 측정된 수치가 왜곡되었을 가능성을 배제할 수 없다. 그리고 동요도 측정시에도 Periotest[®]를 중력방향에 대하여 같은 각도로 하지 못했다거나 transgingival abutment나 상부구조 지대치를 연결나사에 의하여 고정할 때에 정확하게 하지 못한 경우에 측정된 수치의 신뢰도는 낮아지게 된다.

그리고 이 들 수치가 과연 골유착과 직접적인 상관관계가 있는가?, 과연 그 표본들에 있어서 골유착이 모두 정상적으로 진행되었는가? 혹은 임프란트의 노출 및 감염에 의해서 부분적이거나 골손실은 없었는가? 등의 의문을 제기해 볼 수 있다. 보다 정밀한 미세조직학적 분석이 측정결과를 뒷받침해 주지 못했는데 이는 회전제거력 측정을 위해 임프란트를 제거할 때 마찰에 의하여 임프란트와 골면과의 접촉부위가 망상되기 때문에 의미가 미약하므로 측정된 값을 임프란트 표면의 골의 피개량이나 종류, 구조, 밀도, 이식된 골편의 흡수 및 재형성정도 등을 미세조직학적으로 검증하기 위한 연마표본적 소견이 있으면 더 좋을 것으로 생각되며 이 점이 추후 추가로 연구되어야 한다.

V. 결 론

본 연구는 발치즉시 나사형태의 티타늄 임프란트 매식시 이식재로 탈회골을 이식하여 임프란트 고정력에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 대조군으로는 탈회골 이식없이 임프란트를 매식하고, 그 전단응력과 동요도의 측정수단으로 Torque gauge와 Periotest[®]를 사용하여 다음과 같은 실험결과를 얻었다.

1. 탈회골 이식시 전단응력이 대조군보다 크게 나타났다(유의수준 $p=0.0404 < 0.05$).

2. 탈회골 이식시 임플란트의 동요도가 턱개나사와 상부구조 지대치에서 대조군보다 작게 나타났다 (유의수준 $p=0.0264, 0.0292<0.05$).
3. 기간이 증가함에 따라 전단응력이 증가하고 동요도가 감소하였다.
4. 이상과 같은 결과를 가지고 추론하여 보면 발치후 즉시 임플란트를 식립하면서 그 발치와동과의 공간에 탈회골을 이식함으로써 골유착이 증가하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Abbott, L.C., Schottstaedt, E.R., et al : The evaluation of cortical and cancellous bone as grafting materials. J. Bone. Surg. 29 : 381, 1947.
2. Albrektsson, T., Albrektsson, B. : Osseointegration of bone implants, A review of an alternative mode of fixation. Acta. Orthop. Scand. 54 : 567-577, 1987.
3. Albrektsson, T., Brånemark, P.-I., et al : Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting direct bone anchorage in man. Acta Orthop. Scand. 52 : 155-170, 1981.
4. Albrektsson, T., Brånemark P.-I., et al : The interface zone of inorganic implants in vivo : titanium implants in bone. Ann. Biomed. Eng. 11 : 1-27, 1983.
5. Albrektsson, T., Dahl, E. : Osseointegrated oral implants ; A swedish multicenter study of 8193 consecutively inserted Nobelpharma implants. J. Periodontol. 59 : 287-296, 1988.
6. Albrektsson, T., Jacobsson, M. : Bone-metal interface in osseointegration, J. Prosth. Dent. 57 : 597-607, 1987.
7. Albrektsson, T., Sernerby, L. : Direct bone anchorage of oral implants. : Cinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. Int. J. Prothodont. 3 : 30-41, 1990.
8. Arvidson, K., Bystedt, H., : Histometric and ultra-structural studies of tissues surrounding Astra implants in dog. Int. J. Oral Maxillofac Implants, 5 : 127-134, 1990.
9. Bazilyar, I. et al : Immediate implantation of a pure titanium implant into an extraction socket : Report of a pilot procedure. Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 1 : 11-25, 1986.
10. Block, M.S., Kent, J.N. : Placement of endosseous implants into tooth extraction sites. J. Oral Maxillofac Surg. 49 : 1269-1276, 1991.
11. Bohr, H., Ravn, H.O., Werner, H. : The osteogenic effect of bone transplants in rabbits, J. Bone Joint Surg. 50B : 861-873, 1968
12. Braun, T.W., Sotereanos, G.C. : Autogenous regional bone grafting as an adjunct in orthognathic surgery., J. Oral Maxillofac. Surg. 42 : 43-48, 1984.
13. Brose M.O., Michney RA, et al. : Titanium alloy implants for fixed and removable prosthesis. J. Dent. Res. : 68(special issue) : 367, (abstract 1562), 1989.
14. Chavez, H., Ortman, L. et al : Assessment of oral implant mobility. J Prosthet. Dent. 70 : 421-426, 1993.
15. Curtis, T.A., Ware, W.H., et al : Autogenous bone grafts for atrophic edentulous mandible : A final report. J. Prosthet. Dent. 57 : 73-78, 1987.
16. Euler, H. : Dei heilung von extractions wunden, Dtsch. Mschr, F. Zahnk. 41 : 685, 1923.(cited from J.A.D.A. 23 : 945)
17. Figueroa, A.A., Gans, B.J., et al. : Long-term follow-up of a mandibular costochondral graft. Oral Surg. Oral Med. Oral Path. 54 : 257-268, 1984.
18. Friberg, B., Jemt, T., et al. : Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark implants : A study from stage I surgery to the connection of completed prosthesis. Int J. Oral Maxillofac. Implants. 6 : 142-146, 1991.
19. Gelb, D.A. : Immediate implant surgery : Three-year retrospective evaluation of 50 consecutive cases. Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 8 : 388-399, 1993.
20. Guglielmotti, M.B., Alonso, C., et al. : Increased Osteogenesis in alveolar wound healing elicited by demineralized bone powder. J. Oral Maxillofac. Surg. 48 : 487-490, 1990.
21. Hipp, J.A., Brunsky, J.B. : Investigation of osseointegration by histomorphometric analysis of fixture-bone interface. J. Dent. Res. 61(special issue) : 186, (abstract 637), 1987.
22. Hollender, L., Rockler, B. : Radiographic evaluation of osseointegrated implants of the jaw. Dent. Maxillofac. Radiol. 1980 : 91-95, 1980.
23. Hosny, M., Sharawy, M. : Osteoinduction in young and old rats using demineralized bone powder allografts. J. Oral Maxillofac. Surg. 43 : 925-931, 1985.
24. Jensen, O. : Site classification for the osseointegrated implant. J. Prosthet. Dent. 61 : 228-234, 1989.
25. Johansson, C. Albrektsson, T., et al : Ultrastructural differences of the interface zone between bone and Ti-6Al-4V or commercially pure titanium. J. Biomed-Eng. 11 : 3-8, 1989.
26. Johansson, C., Albrektsson, T. : Integration of screw implants in the rabbit. A 1-year follow up of removal torque of titanium implants. Int. J Oral Maxillofac. Implants. 2 : 69-75, 1987.

27. John R.B., Jemt, T. : A multicenter study of overdenture supported by Branemark Implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 7 : 513-552, 1992.
28. Keller, E.E., Triplett, W.W. : Iliac bone grafting. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 45 : 11-14, 1987.
29. Kim, J., Yim, C.H. : A comparative histopathologic study on the healing response of rabbit extraction socket filled with the demineralized bone powder or the autogenous iliac bone chips. *J. Dankook Dent. Res. Inst.* 4 : 59-68, 1992.
30. Kreuz, F.P., Hyatt, G.W., et al. : The preservation and clinical use of freeze-dried bone. *J. Bone Joint Surg.* 33 : 863-972, 1951.
31. Krump, J.L., Barnett, B.G. : The immediate implant : A treatment alternative. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 6 : 19-23, 1991.
32. Kusiak, J.F., Zins, J.E. et al : The early revascularization of membranous bone. *Plast. Reconstr. Surg.* 76 : 510-516, 1985.
33. Lam, RV : Effects of root implants on resorption of residual ridges. *J. Prosthet. Dent.* 27 : 311-323, 1972.
34. Lazzara RJ : Immediate implant placement into extraction sites : Surgical and restorative advantages. *Int. J. Perio. Res. Dent.*, 9 : 333-343, 1989.
35. Linder, L., Albrektsson, T., et al. : Electron microscopic analysis of the bone-titanium interface. *Acta Orthop. Scand.* 54 : 45-52, 1983.
36. Marcini, R.D., Gonty, A.A., et al. : Cancellous bone marrow grafts in irradiated dog and monkey mandibles. *Oral Surg.* 47 : 17-24, 1979.
37. McKinney, R.V. : Endosteal dental implants : Mosby Yearbook ; 27-36, 1991.
38. Misch, C.M., Misch, C.E. : Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants : A preliminary procedural report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 7 : 360-366, 1992
39. Oikarinen, J., Korhonen, L.K. : Experimental spinal fusion with decalcified bone matrix and deep frozen allogenic bone in rabbits. *Clin. Orthop.* 162 : 210-218, 1982.
40. Oikarinen, J., Korhonen, L.K. : Repair of bone defects by bone induction material. *Acta Orthop. Scand.* 50 : 21-26, 1979.
41. Oikarinen, J., Korhonen, L.K. : The bone inductive capacity of various bone transplanting materials used for treatment of experimental bone defects. *Clin. Orthop.* 140 : 208-215, 1979.
42. Olive, J., Aparicio, C. : The periotest method as a measure of osseointegrated oral implant stability. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 5 : 390-400, 1990.
43. Parel, S.M., Triplett, R.G. : Immediate fixture placement : A treatment planning alternative. *Int. J. Oral & Maxillofac. Implants.* 5 : 337-345, 1990.
44. Parr, G.R., Steflik, D.E. : Histomorphometric and histologic observations of bone healing around immediate implants in dogs. *Int. J. Oral and Maxillofac. Implants.* 8 : 534-540, 1993.
45. Petrokovski, J.F., et al : Residual ridge remodeling after tooth extraction in monkeys. *J. Prosthet. Dent.* 26 : 119-129, 1971.
46. Pogrel, M.A. : The lower border rib graft for mandibular atrophy. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 46 : 95-99, 1988.
47. Quinn, P.D., Kent, K., et al. : Reconstructing the atrophic mandible with inferior border grafting and implants : A preliminary report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 7 : 87-93, 1972.
48. Reddi, A.H., Huggins, C.B. : Biochemical sequences in the transformation of normal fibroblasts in adolescent rats. *Pro. Natl. Acad. Sci.* 69 : 1601-1605, 1972.
49. Ross, S.E., Crossetti, H.L. : The Ross osteounification replacement system : A clinical report, *Compendium*, 8 : 391-395, 1987.
50. Sanders, J.J., Sepe, W.W., et al. : Clinical evaluation of freeze-dried bone allografts in periodontal osseous defects. Part III. Composite freeze-dried bone allografts with and without autogenous bone grafts. *J. Periodontol.* 54 : 1-8, 1983.(abstracts)
51. Schulte, W., and Lukas, D. : The periotest method. *Int. Dent. J.* 42 : 430-440, 1992.
52. Senn, N. : On the healing of aseptic bone cavities by implantation of antiseptic decalcified bone. *Am. J. Med. Sci.* 98 : 219, 1889.
53. Sennerby, L., Thomsen, P., et al. : A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 7 : 62-71, 1992.
54. Stoll, P., Schilli, W. : Long-term follow-up of donor and recipient sites after autologous bone grafts for reconstruction of the facial skeleton. *J. Oral Surg.* 39 : 676-677, 1981.
55. Teerlinck, J., Quirynen, M. et al : Periotest : An objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 6 : 55-61, 1991.
56. Tjellstrom, A., Jacobsson, M. et al : Removal torque of osseointegrated craniofacial implants : A clinical study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 3 : 287-289, 1988.
57. Tolman, D.E., Laney W.R. : Tissue-integrated dental prostheses : The first 78 months of experience at the Mayo Clinic. *Mayo Cl. Proc.* 68 : 323-331, 1993.
58. Urist, M.R. : Bone formation by autoinduction. *Science.* 150 : 893-899, 1960.

-
59. Urist, M.R., DeLange, G.A., et al. : Bone cell differentiation and growth factors. *Science*. 20 : 680-686, 1983.
60. Werbitz, M.J., Goldberg, P. V. : The immediate implant : Bone preservation and bone regeneration. *Int. J. Perio. Rest. Dent.* 12 : 207-217, 1992.
61. Yamanaka, E, Tjellstrom, A. : Long term observations on removal torque of directly bone anchored implants in man, In Yanagihara, N., Suzuhi, J(eds) : *Transplants and implants in Otology I*. Amsterdam/ New York, Kugler Publications, pp1-6, 1992.
62. Yukna, R. : Clinical comparison of hydroxyapatite- coated titanium dental implants placed in fresh extraction sockets and healed sites. *J. Periodontol.* 62 : 468-472, 1991.
63. Zablotsky, M., et al : Histological and clinical comparisons of guided tissue regeneration on hehisced hydroxylapatite-coated and titanium endosseous implant surfaces : A pilot study ; *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 6 : 294-303, In press.
64. 이상한 : 급냉처리된 하악골편의 재이식에 관한 연구. *대한 구강악안면외과학회지.* 12 : 119-133, 1986.
-

- ABSTRACT--

INFLUENCE OF THE DBP ON REMOVAL TORQUE AND MOBILITY OF THE IMPLANTS AFTER IMMEDIATE IMPLANTATION

Kim, Jong-won, D.D.S., Park, Jin-kyu, D.D.S.

Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, Dental College Seoul National University

Kim, Hong-ki, D.D.S.

Kim's Dental Implant Research, Korea

The aim of this study is clinical evaluation of the influence of the demineralized bone powder(DBP) to the fixture implanted in the immediately extracted socket. The DBP was packed into the space between the fixture and the extracted tooth socket. The experimental animals were 12 adult male dogs weighing about 20 kg in average, which were fed under same condition for a month before operation. Bonelock[®] system implant fixtures(Leibinger Co. manufactured) were used as experimental study.

After anesthesia of animals with ketamine hydrochloride, implants were installed in the extracted sockets of all incisors and premolars, and packed the prefabricated demineralized bone powder into the rooms between extraction socket and fixture in the experimental group, and without DBP, those were used as the control group.

The experimental animals were divided into 6 groups according to the course of the time after fixture implantation as follow -70, 90, 110, 130, 150, 170 days after operation. The measuring of shearing force of implant fixrures was done by Periotest[®] (Siemens AG, Bensheim, Germany) as well as Torque gauge(Tohnichi Co. Japan) which is able to measure from 1 to 90 Ncm.

Obtained results were as follow.

1. The amount of removal torque force of fixture in experimental groups was bigger than that of the control group.
2. The fixture of experimental group showed less mobility than that of the control group.
3. According to the period of time in experimental groups, the mobility and the removal force showed favorable results.
4. The result assure that DBP grafting into socket showed accelerate the osseointegration of bone to the fixture.
5. Newly formed compacted bone were observed along side with implant fixture surface in most cases of experimental group.

Key words : DBP, immediate implantation, removal force, mobility, Bonelock[®] implant system