

성견에서 즉시 임플란트 식립시 국내 임플란트에서의 골 유착반응에 관한 연구

서정윤¹, 이욱재¹, 이종철¹, 신미란², 김운상¹, 피성희¹, 신형식¹, 유형근^{1*}

1. 원광대학교 치과대학 치주과학교실
2. 한림대학교 한강성심병원 치과학교실

I. 서론

현재 임플란트 술식은 많은 연구와 임상 기술의 눈부신 발전으로 인해 자연 치아 상실시 이를 수복해 줄 수 있는 술식 중의 한 분야로 자리매김 해 왔고, 임플란트는 치아의 고유한 기능인 저작, 발음, 심미 등의 기능을 자연 치아와 유사하게 재현해 내고 있다¹⁻⁴⁾.

1970년대 브레네막에 의해 'Osseointegration'의 개념이 정립되었고 이후 이러한 개념 정립에 힘입어 여러 종류의 임플란트를 발전시켰으며, 이에 따라서 임플란트가 치과 치료 중의 중요한 분야로 자리매김을 할 수 있었다.

Osseointegration에 있어서 중요한 결정인자로 임플란트의 표면처리 방식을 우선 지적할 수 있다. 선반 가공에 의한 매끈한 표면처리(smooth, machined surface) 방식은 가장 오래된 역사를 가지고 있으며, 골과의 우수한 생체 적합성과 조직 안정성 때문에 오랜 기간 동안 임플란트 술식에 이용되어져 왔다⁵⁻¹¹⁾. 그러나 이러한 임플란트는 골질이 좋지 않

은 경우에서는 골 유착의 결과가 좋지 못한 경우도 있는 것 또한 사실이다(성공률이 55~85%). 따라서 이러한 점을 보완하고자 다양한 방법의 표면처리를 시도하여 골 유착 표면을 증가시키게 되었고 이로 인해 초기 안정성과 골유착의 성공률이 많이 향상되었다. Predecki 등¹²⁾은 불규칙한 표면을 가진 임플란트보다 빠른 골 성장과 우수한 기계적 접착을 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 특히, 골 밀도가 낮은 골에서의 성공률과 골-임플란트 접촉률(bone to implant contact, BIC)은 평활한 표면을 가진 임플란트보다 거친 표면을 가진 임플란트가 더 높게 나타났다고 하였다¹³⁾. 이와 같이 표면을 거칠게 하는 방식에는 수산화인회석 피복(hydroxy-apatite coated, HA)¹⁴⁻¹⁵⁾, 산 부식(acid etched)¹⁶⁾, 입자 분사(blasted)¹⁷⁻¹⁸⁾, 입자 분사 후 산 부식(sandblasted with larger-grit and acid etched : SLA)¹⁹⁾ 등이 사용되어 시판되고 있으나, 이들 임플란트 종류들의 표면처리 방법에 따른 골 유착 효과와 성공률에 관해서는 다소 논란이 되고 있다. 입자 분사(blasting)방식은 Al₂O₃, TiO₂ 등의 입자를 분사하여 임플란트의

* 교신저자 : 유형근, 전북 익산시 신용동 344-2, 원광대학교 치과대학 치주과학교실, 570-749 (전자우편: hkperio@wonkwang.ac.kr)

* 본 연구는 2006년도 원광대학교의 교비지원에 의한 연구임

표면을 거칠게 하는 방법으로서 분사하는 입자 크기를 다르게 하여 표면 거칠기를 조절할 수 있는 장점이 있는 반면, 분사된 입자가 임플란트 표면에 잔존하는 단점도 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 흡수되는 blasting media 즉 HA 입자를 사용한 방법이 RBM(resorbable blasted media)이다. RBM 방식은 거친 수산화인회석 입자를 분사하여 표면처리를 하므로 임플란트 표면에 이물질이 잔존하지 않으면서 거친 면을 형성하게 된다. 그리고 Buser 등은 화학적 산 처리만 시행한 임플란트에 비하여 SLA 처리한 임플란트가 모든 관찰기간을 통하여 제거 회전력(removal torque value : RTV)이 유의하게 높게 나타났으며, 다른 모든 형태의 임플란트에 비하여 더 빠른 골 유착이 관찰된다고 보고하였다²⁰⁾.

최근에는 또 다른 방법으로 임플란트 표면의 산화 피막화(anodization)가 한 방법으로 대두되고 있다. 이는 전기화학적 방식으로 임플란트 표면에 거칠고(rough), 두꺼우며(thick), 기공(pore)을 가지는 산화물 막을 형성해 표면 에너지를 부여함으로써 골유착(Osseointegration)에 필요한 혈액 응고 단백질과 칼슘 하이드록시 아파타이트(Calcium Hydroxyapatite)의 흡착과 결합을 극대화시키는 방식으로 국내 임플란트 중 이 방식을 채택하고 있는 제품으로는 Cowellmedi사의 Atlas[®]이 있다.

골 유착의 개념 중 여러 위험성을 내포하지만 선호되는 최근의 임상 술식은 발치 후 즉시 임플란트를 식립하는 경우가 점차 증가하고 있는 추세이다. 이는 최종 보철물의 제작을 보다 쉽게 하고 주위 치조골의 흡수를 최소화하기 위해 healing cap을 연결함으로써 추가 수술의 기회를 줄이고, 환자의 번거로움과 불편함을 감소시킬 수가 있다는 장점이 있다. 그러나 non-submerged type의 임플란트를 발치 후 즉시 식립하는 경우 임플란트 계면과 골과의 공간이 존재함으로 인해 초기에 연조직이 개입되어 실패의 위험성이 있기도 하다²¹⁾.

이번 실험에서는 RBM(Calcium Phosphate로 Blasting 처리) 표면처리를 한 Stage-1[®](Life core Co., USA) 임플란트와 같은 방식으로 표면처리를 한 국

내 Chaorum[®] 임플란트(Chaorum Co., Korea) 양극 산화법으로 표면 처리된 Atlas[®] 임플란트(Cowellmedi Co., Korea)를 비글견의 하악에 발치 후 즉시 식립하고 6주 후의 경과 관찰을 통한 생체 내에서의 조직 반응을 비교함으로써 국내 임플란트에 대한 평가와 함께 국산 임플란트 발전의 기회를 꾀하고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 실험동물 및 처치

1) 실험동물

실험동물은 샘타코사의 순종 웅성 성견 비글 2 두를 사용하였으며, 평균체중은 13kg이고, 평균연령은 2세이었다. 수술 직후 2주 동안 사료는 임플란트 안정성을 약화시키지 않는 시판용 연질식(도그 차우, 네슬레 퓨리나 코리아)을 급식하였다. 이 기간 동안에는 클로로헥시딘을 이용한 구강세정으로 수술부위를 세정하였다. 임플란트의 자가 상해(밥그릇을 물어 뜯는 행위)를 방지하기 위해 물과 사료는 하루 2 회 일정시간에 급여토록 하였다. 나머지 실험 전 기간 동안은 고형 사료(도그라인, 대한사료공업, 코리아)를 물에 넣어 연질화시켜 공급하였다.

2) 동물 마취

동물의 마취는 atropine sulfate(0.04mg/kg, 대한약품)을 피하 주사한 후 xylazine HCL(2.3mg/kg, 바이엘)과 ketamine(5mg/kg, 유한양행)을 혼합하여 정맥주사 하였으며, 유지마취는 ketamine(5mg/kg, 유한양행)으로만 유지하였다. 발치할 좌우측의 하악 소구치는 2% lidocaine HCL(1:100,000 epineprine 함유)으로 외과적 시술이 끝날 때까지 국소 침윤 마취한 후 발치겸자(#16, cowhorn)를 사용하여 치아를 발거하였다.

3) 실험재료

실험에 사용한 임플란트는 대조군으로는 직경



Figure 1. extraction & open flap



Figure 2. immediate implant placement



Figure 3. suture

3.5mm, 길이 10mm인 Stage-1[®] 임플란트(life core Co., USA)를 사용하였고, 실험군으로는 직경 3.3mm, 길이는 8.5mm인 Chaorum[®] 임플란트 (Chaorum Co., Korea)와 직경 4.0mm, 길이 8.0mm의 Atlas[®] 임플란트(Cowellmedi Co., Korea)를 사용하였다.

4) 실험방법

수의사의 도움으로 전신 마취를 시행한 다음 국소 마취(1:100,000 epinephrine이 포함된 2% 리도카인-광명, 한국)하에서 좌우 제 1, 2, 3, 4 소구치 부위를 전층 판막을 형성한 후, 저속 절삭용 디스크 버를 이용하여 이개 부위에서 분리 절단하고 치조골에 손상이 가지 않도록 조심스럽게 발치 하였다.

치아 발치 직후 드릴링을 통한 임플란트 식립 위치를 정하고(Figure 1) 견치의 원심면과 제 1 대구치 사이에 준비된 임플란트를 매식하였다(Figure 2). 흡수성 봉합사(Vicryl)를 이용해서 견고하게 봉합하였다(Figure 3).

임플란트를 식립한 후 1주일간은 metronidazole (50mg/kg, 한일약품), tetracycline HCl(20mg/kg, 종근당)과 prednisolone(0.5mg/kg, 한국파마)를 1일 2회 경구 투여하였으며, chlorhexidine 2%로 매일 환부를 세정하였으며, 일주일 이후부터는 칫솔로 이용해 잇솔질을 해주었다.

5) 광학 및 형광 현미경적 관찰

xylazine HCl(2.3mg/kg, 바이엘)과 ketamine (5mg/kg, 유한양행)을 혼합하여 정맥 주사하여 마취한 뒤 KCL(2mmol/lg, 휴온스)을 정맥 내로 빠르

게 주입 임플란트가 포함되게 조직을 절제한 후 중성 10% 포르말린용액으로 48시간 고정한 다음, 식립된 각각의 임플란트에 포함되도록 Mini band saw (Proxxon, Japan)을 이용하여 하악골을 절단하여 세절 시편을 형성하였다. 이들 각 시편을 0.1 M PBS 용액으로 충분히 세척한 다음, 70% 알코올 용액으로 3시간 탈수한 다음, vilanueva bone stain 용액으로 4일간 염색하였다. 이를 50%, 70%, 80%, 90% ethyl alcohol로 각 2시간씩, 95% ethyl alcohol로 overnight, 그리고 100% ethyl alcohol로 2시간 탈수하였다. 탈수 후 Propylene oxide로 2시간씩 2번 치환하고, Propylene과 resin을 1:1 비율로 섞은 용액에 3시간, Propylene과 resin을 1:2 비율로 섞은 용액에 16시간, 그리고 순수 resin 용액에 3시간 이상 두어 충분히 resin이 조직에 침투되도록 하였다. 침투과정이 마무리된 후, 새로운 순수 resin 용액으로 옮겨, 37°C incubator에서 overnight 시킨 다음, 60°C incubator에서 3일간 중합시켜 연마용 resin block을 제작하였다. 먼저 절삭 면마를 위해 불필요한 부위를 trimmer로 절삭하고, hard tissue microtome(Struers Accutom-50, Germany)으로 1mm 두께로 잘라 slide glass위에 부착한 다음, 연마기(Struers Rotopol-35, Germany)를 이용하여 40um 전후 두께의 비탈회 절편을 제작하였다.

임플란트 주위의 골조직과 임플란트 계면에서의 조직학적 관찰과 형광약제 투여시기에 따른 석회화 및 골 개형 과정을 관찰하기 위해 제작한 비탈회 표본을 연구용 현미경(BX-51T, Olympus, Japan)을 이용하여 광학 및 형광 현미경적 관찰을 시행하였다.

III. 결과

1. 육안적 소견

발치 후 즉시 임플란트를 식립한 부위는 6주 동안 육안적으로 수술 부위의 열개나 감염, 동요도 등의 소견 없이 잘 치유되었다. 물론 임플란트도 치조골 내에서 잘 치유된 소견을 보였다.

2. 조직학적 소견

1) 대조군

Stage-1[®](Lifecore Co., USA) 임플란트 6주군

염증성 치은 조직이 나사산이 없는 임플란트 계면을 따라 하방으로 유입 성장되어 나사산 상방 영역은 섬유성 결체조직으로 피개되었으며, 인접 치조골은 광범하게 흡수되었다. 그러나 심부 골조직 내에 매식된 임플란트 영역은 섬유성 결체조직의 뚜렷한 개재없이 비교적 양호한 골성 유합을 나타내었다(사진 1A). 골성 유합을 이루고 있는 골조직은 골원구조가 뚜렷한 성숙한 골조직으로 구성되었으며, 혈관을 함유하는 골원 중심이 다소 확장되면서 직접적인 골성 유착이 소실되는 부위도 관찰되었다(사진 1B). 형광 현미경 소견 상 골수강 구조를 이루는 영역의 경계를 따라 미약하게 테트라사이클린의 침착에 의한 형광선이 관찰되었으며, 일부 형광선은 임플란트와 바로 연결되는 양상을 나타내었다. 나사산 구조 부위를 채우며 임플란트와 유합을 이루는 골조직에서 광범위한 형광을 나타내지 않아 이들 골조직이 인접 치밀골과 유사한 정도의 성숙골로 이루어짐을 확인할 수 있었다(사진 1C). 전반적인 골 유착률은 45.3%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 66.6%였으며, 이 부위에서의 골량은 78.2%를 나타내었다(사진 1).

2) 실험군

Chaorum[®](Chaorum Co., Korea) 임플란트 6주군

차오름 임플란트는 상부의 작은 삼각형 나사산 구조와 하부의 큰 삼각형의 나사산 구조를 지니고 있다. 일부 작은 나사산이 치은 조직에 노출되어 있으나 염증반응에 의한 치조골의 파괴와 섬유성 치은조직의 하방유입은 관찰되지 않았다. 많은 영역에서 골성 유합을 이루고 있었으나 골수강 구조를 이루는 연조직이 임플란트와 골계면 사이로 확장되면서 직접적인 골성 유합이 소실된 부위도 쉽게 관찰되었으며, 특히 임플란트의 근단 부위에서 현저하였다(사진 2A). 치조정 부위의 골성 유합이 양호한 부위는 주위골과 특기할 차이가 없는 성숙골에 의해 유합되어(사진 2B) 형광 현미경 소견상 임플란트 계면에서 형광이 관찰되지 않았다. 단지 골원 구조의 중심부에서 골 개조가 이루어지면서 부분적인 형광선이 관찰될 뿐이었다(사진 2C). 전반적인 골 유착률은 55.3%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 70.4%였으며, 이 부위에서의 골량은 77.6%를 나타내었다.

Atlas[®](Cowellmedi Co, Korea) 6주군

코엘메디 임플란트는 상방의 조밀하고 작은 다수의 나사산 구조와 하방의 소수의 커다란 나사산 구조를 지니고 있으며 다른 임플란트와 달리 근단부에 나사산이 없는 평활한 원주 구조를 하고 있다. 이 경우 역시 일부 나사산 영역이 치은조직에 의해 피개되었으나, 특기할 염증성 골 파괴양상 없이 하방에서 양호한 골성 유합을 이루고 있다(사진 3A). 작은 크기의 나사산이 조밀하게 구성된 상부 영역에서는 골수성 섬유 조직이 거의 없는 성숙 치밀 골조직에 의해 유합되어 있으나(사진 3B), 하방의 나사산이 큰 영역에서는 골원 중심으로부터 골수성 연조직의 확장으로 나사산 사이를 채우는 골조직이 상당량 감소되었다. 나사산 구조가 없는 근단 부위는 비교적 혈관이 다수 분포된 골 조직에 의해 유합되었다. 형광 현미경 소견상 임플란트와 직접 골성 유합을 이루는 부위에서 형광을 나타내지 않아 주위 치밀골과

Table 1. PTV Value(immedate placement & after 6weeks)

	Stage-1		평균	Chaorum		평균	Cowellmedi		평균
	개체 1	개체 2		개체 1	개체 2		개체 1	개체 2	
수술 직후	-2,-1,-2	-3,-4,-4	-2.7	-4,-4,-4	-2,-2,-1	-2.8	-1,-3,-3	-4,-4,-3	-3
6주 후	-4,-4,-4	-3,-3,-4	-3.7	-5,-5,-5	-4,-5,-5	-4.8	-3,-3,-4	-5,-4,-4	-3.8

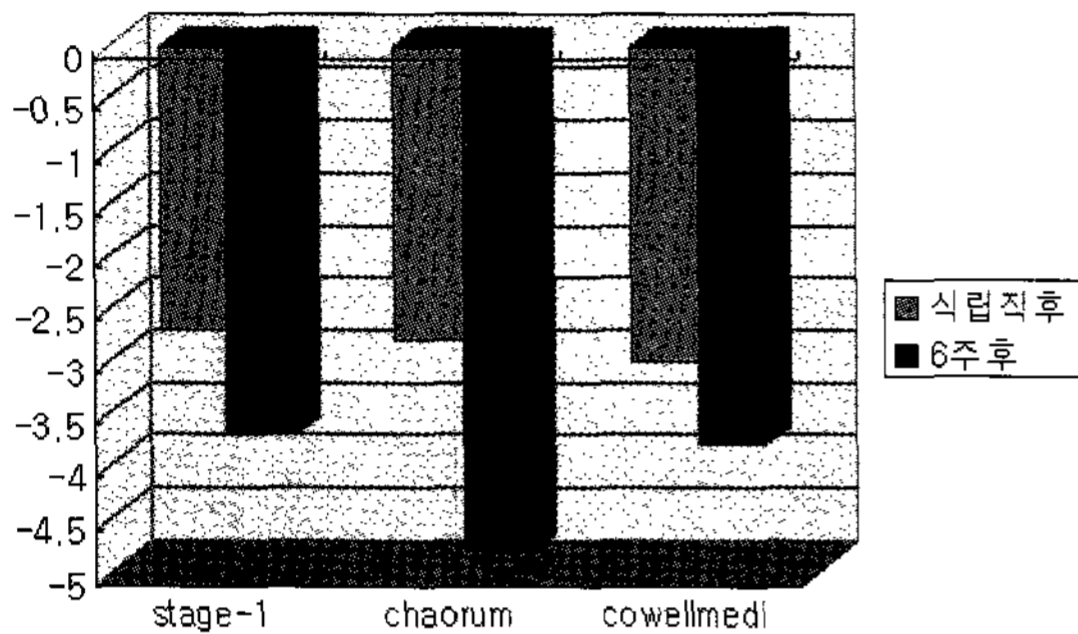


Figure 4. PTV Value(immedate placement & after 6weeks)

구분되지 않았다(사진 3C). 전반적인 골 유착률은 52.5%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 71.8%였으며, 이 부위에서의 골량은 81.5%를 나타내었다. 식립 6주 후의 조직소견(20배 확대)에서는 기존 골층에서 임플란트의 표면으로 신생골의 침가를 관찰할 수 있었다. 골 유착률은 Chaorum이 55.3%, Cowellmedi는 52.5%로 분석되었다(사진 2, 3).

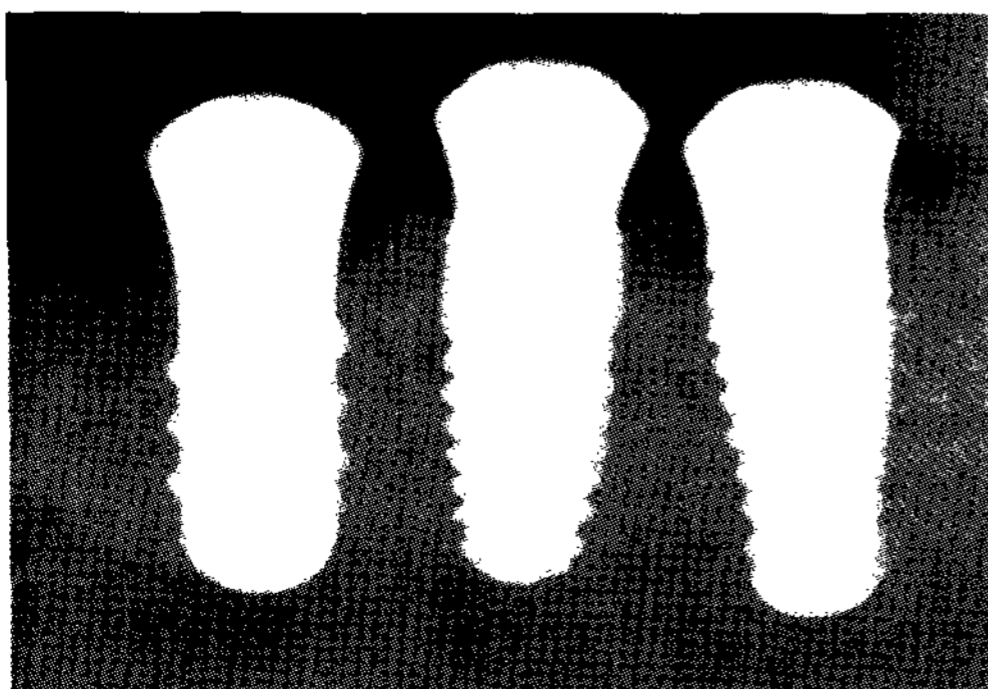


Figure 5. Immediate placement(Stage-1, Cowellmedi, Chaorum)

3. PTV 변학(Periotest value)

임플란트 식립 직후 및 6주 후의 PTV 수치값은 Table 1에 나타나 있다(Figure 4).

4. 방사선학적 소견

발치 후 임플란트를 적당한 공간에 식립하여 치조정 부위까지 식립하였다. 방사선학적으로도 양호한 모습을 보이고 있다(Figure 5, 6)

6주 후의 방사선학적으로는 임플란트 주변으로 양호한 골 치유양상을 보이고 있으며, 특이할 만한 병적소견은 관찰되지 않았다.

5. 골 유착률 결과

6주 후의 각각의 임플란트의 골 유착률의 결과는 다음과 같고 이러한 결과를 볼 때 양호한 치유양상을 보인다고 할 수 있다(Table 2, Figure 7).

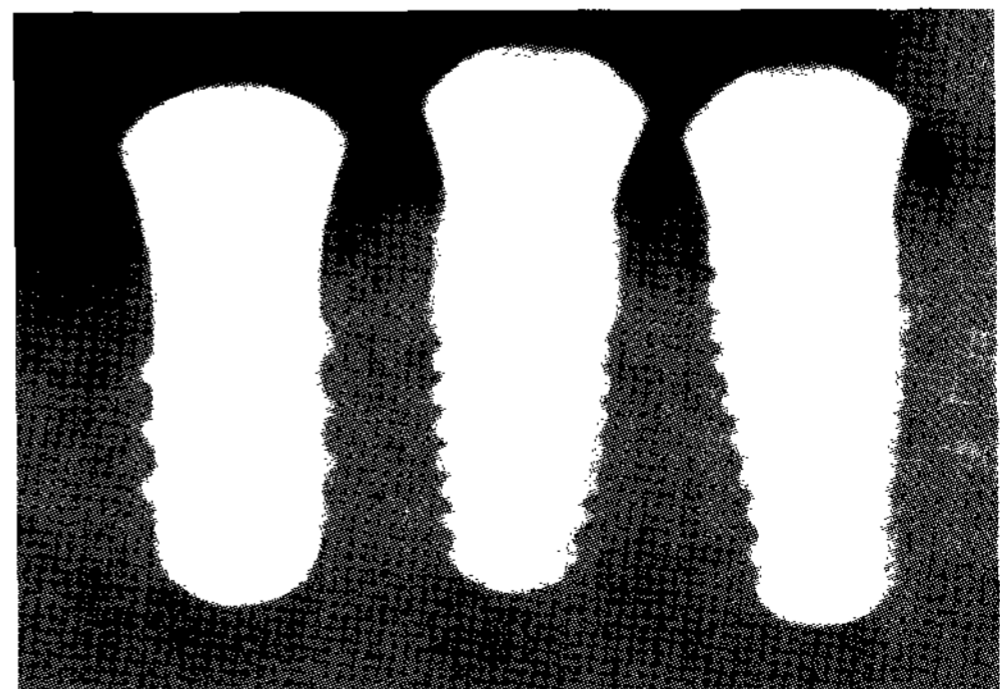


Figure 6. After 6 weeks

Table 2. Average percentage of BIC(Bone implant contact)

	Stage-1	Chaorum	Cowellmedi
After 6 weeks	45.3%	55.3%	52.5%

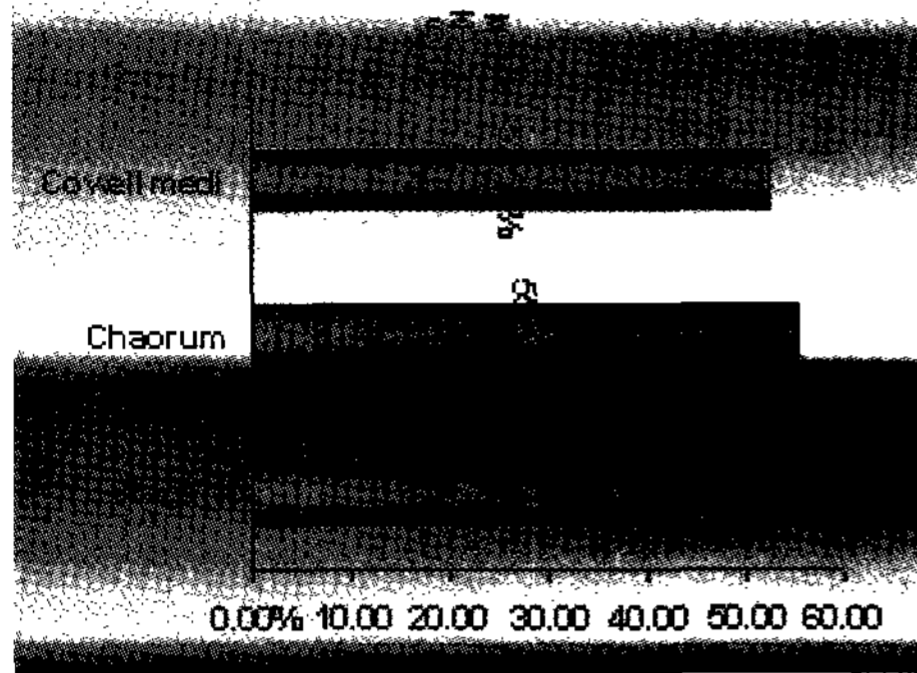


Figure 7. Average percentage of BIC(Bone implant contact)

IV. 총괄 및 고찰

최근의 임플란트 술식 중 발치창의 치유기간 없이 즉시 임플란트를 식립하는 술식이 시행되는 데, 이는 몇 가지의 장점을 지닌다. 첫째, 발치와를 수술 가이드(surgical guidance)로 이용할 수 있고 발치 후 치유 기간 동안에 가장 흡수되기 쉬운 협측 치조골 벽이 유지되고 있기 때문에, 보철적인 관점에 이상적인 위치에 식립 할 수 있게 된다. 둘째, 발치 후 치유 기간과 골 유착 기간이 동시에 일어남으로 인해 전체적인 치료 기간의 단축을 꾀할 수 있다. 셋째, 발치와 임플란트 식립을 위한 한번의 외과적 시술이 이루어짐으로 인해 환자의 신체적 및 정신적 스트레스가 감소하는 효과를 기대할 수 있다. 마지막으로, 보철 수복 전에 연조직의 성숙이 충분히 이루어지면서 접합상피와 열구 깊이가 안정되어 장기간의 보철물 안정성 측면에서도 매우 유리하다. 반면 단점으로는 일단 형성된 임플란트 주위 연조직을 위생관리에 유리한 형태로 처치하거나 심미적으로 형성하는 데 상당한 어려움이 있고 골량이 부족하여 광범위한 골 유도 재생술이나 골 이식술이 시행되는 경우에는 좋지 못한 예후를 보이는 경우가 많다.

이렇듯 발치와 동시에 임플란트를 식립하는 것이 많은 장점을 가지고 있으며, 완전히 치유된 치조골에 식립된 임플란트와 유사한 성공률을 얻을 수 있는 것으로 보고 되고 있다. Devarah와 Gabriel은 결손이 전혀 없는 발치와에서의 즉시 임플란트 식립은 93.9~100%의 성공률을 보인다고 발표 하였으며, 즉시 임플란트를 위한 조건으로는 초기 고정을 얻기 위해 임플란트를 최소 치근단 하방 3~5mm에 식립되어야 하고, 임플란트 상방은 가능한 치조정에 가깝게 위치(0~3mm)해야 하며, 임플란트 식립시 발생하는 공간에는 골 이식을 할 필요가 없고 일차 연조직 봉합을 하는 것이 추천된다. Gelb 등²²⁾은 통상적인 방법의 임플란트와 발치 후 즉시 임플란트 사이에는 별 차이가 없다고 보고하였다. Thomas 등은 발치와에서 골벽과 임플란트 사이의 간격이 1.5mm 이하인 경우엔 차단막이나 골이식 재료가 불필요하다고 보고하였다. Baerilay 등²³⁾은 동물 연구에서 즉시 식립한 임플란트와 통상적인 방법으로 식립한 임플란트 주변에 새로이 형성된 골의 안정성 사이에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 1999년 Grunder는 3년간의 즉시 임플란트 증례들을 경과 관찰한 결과 상악에서는 92.4%, 하악에서는 94.7%의 생존율을 보였다고 발표하였다.

임플란트는 식립 후 6주 후에 상단 부분의 나사선 사이의 경조직이 매우 조직화된 피질 골로 구성된다는 것을 보고한 바 있고, 가토를 이용한 실험동물에서는 교합 힘을 지탱할 만한 골 생성이 이루어지려면 임플란트 식립 후 최소 6주 정도 지나야 한다고 하였다²⁴⁾. 따라서 본 실험에서도 발치 후 즉시 식립을 한 시점에서 6주가 경과된 후 조직 표본을 얻었다.

임플란트는 표면의 특성 및 표면 피복과 관계없이 골 융합을 이룰 수 있는 능력을 가지고 있지만, 이러한 표면 구조의 차이가 세포의 부착과 골과 임플란트의 접촉량에 영향을 미친다고 알려져 왔다²⁵⁻²⁶⁾. 순수하게 티타늄을 절삭한 임플란트에 비해서 RBM 표면처리가 된 것이 골 융합이 높았으며, 융합된 골의 성숙도도 우수하였다. 이는 골과의 접촉을 높임으로서 치유기간을 줄이며, 보다 빠른 초기 고정과

초기 부하(early loading)를 기대 할 수 있는 것으로 생각된다.

이번 실험은 동일한 표면처리를 한 국산 임플란트와 외국산 임플란트와의 비교 연구가 부족한 상황에서 이에 대한 연구의 필요성에서부터 시작하게 되었다. 그래서 비글 견을 대상으로 발치 후 즉시 임플란트를 식립하고 6주간의 경과 관찰을 통한 조직 검사를 통해서 임플란트와 골과의 유착 정도를 조직 검사를 통해 알아본 결과 국산 임플란트도 외국산 임플란트에 비해 골 유착 정도에서 유의한 차이가 없다는 결과를 보임으로써 국내 임플란트의 기술의 수준을 가늠 할 수 있는 계기가 되었다.

임플란트 골 유착은 연조직 개재 없이 임플란트와 골이 직접 접촉하여 구조적, 기능적 결합을 이루는 것으로서 임상적으로 거부반응 없이 기능을 수행하는 생물학적 개념으로 정의된다²⁷⁾. 골 유착된 임플란트의 특징은 동요도를 보이지 않고 방사선 검사상 임플란트 주위에 방사선 투과상이 없으며, 조직학적 검사상 골과 임플란트 표면 사이에 연조직이 개재 없이 직접 접촉하는 것이 특징이다²⁸⁾.

이러한 골 유착의 개념에 바탕을 두고 임플란트의 성공을 위해 그 동안 다양한 표면 처리 방식이 발달되어 왔다. 임플란트 최외각 분자 층은 골 융합 과정의 핵심 요소로 알려져 있으며, 세포와 산화 막의 반응이 소수의 분자층 요소로 알려져 있으며, 이 분자층에서 나타나는 구성 요소의 변화는 임플란트의 생 적합성과 골 융합에 영향을 줄 수 있다²⁹⁾. 그러므로 제작 과정 중의 여러 방식으로 표면을 처리함으로써 골 유착을 증대시킴으로써 초기 고정의 확보와 교합력의 효과적인 분산, 치료 기간의 단축 등의 효과를 볼 수 있다³⁰⁾.

임플란트 식립 후 상피 세포들은 모래 분사에 의해 생긴 규칙적인 구형태의 거친 면에 성공적으로 이주, 증식, 부착 될 수 있다고 보고되어 진다³¹⁾. Keller 등(1994)은 거친 면의 임플란트에 골모 세포가 높은 수준으로 접촉함을 확인하다³²⁾. Martin 등(1995)은 표면 성상의 균일성과 표면 거칠기의 양상이 세포 분화와 석회화에 영향을 주고, 거친 면의 임

플란트에서 기질 형성과 고도의 교원질 형성이 관찰되었다고 보고하였다³³⁾. Predecki 등(1972)³⁴⁾은 표면의 거칠기는 혈관과 신생 골의 침입을 허용하고 골 침착에 중요한 의의를 갖는다고 보고하였다. 또한 Thomas 등³⁵⁾(1985)은 거친 면의 임플란트에서 골 접촉이 높다고 보고하였다. Buser 등³⁶⁾은 임플란트 표면을 거칠게 하여 표면적을 증가시킴으로써 골 접촉률을 높일 수 있다고 하였으며, Bower 등³⁷⁾은 골유착 과정에서 골 형성에 큰 역할을 하는 조골 세포는 거친 티타늄 표면에 초기 부착을 하며 표면 거칠기는 조골 세포의 성숙과 분화에도 영향을 미치는 반면, 섬유모세포는 거친 표면보다 평활한 표면에 잘 부착한다고 하였다. Piattelli 등³⁸⁾은 골조직의 무기질 침착과 골세포 성숙의 지표인 alkaline phosphatase의 활동이 거친 표면에서 활발하다고 하였다. Wennerberg 등³⁹⁾은 거친 표면을 가진 임플란트가 평활한 표면의 임플란트보다 골과 더 강하게 부착되어 골-임플란트 접촉률과 제거 회전력이 더 크다고 하였다.

임플란트의 거친 표면을 만들기 위해 흡수성 입자 분사방식을 적용한 임플란트에 관한 연구에서 Piattelli 등⁴⁰⁾은 선반가공한 표면과 RBM 방식으로 처리한 임플란트(Restore., Lifecore Biomedical, USA)를 토끼 대퇴골에 식립한 후 8주째에 조직학적 및 조직형태 계측학적으로 비교한 결과, 평활한 임플란트 표면에 비해 RBM 방식으로 처리된 표면에서 더 많은 골아세포와 성숙한 골이 직접 접촉되어 있는 것을 관찰하였다고 하였다. Sanz 등⁴¹⁾은 치밀골에서 임플란트 나사선이 하버시안 시스템(haversian system)을 가진 층판골 유형의 성숙한 골조직으로 완전히 채워졌으며, 망상골에는 치밀골 형태의 골조직이 관찰되고, 염증세포나 섬유조직의 개재는 관찰할 수 없었다고 하였다. 그리고 조직형태 계측학적 평가에서 대조군인 선반 가공표면 임플란트는 식립 8주 후부터 51%(±1.90)의 골-임플란트 접촉률을, 수산화인회석으로 표면 처리한 임플란트는 식립 후에 62.3% (±4.30)의 골-임플란트 접촉률을 보여 RsBM 임플란트의 골-임플란트 골 접촉률(87.1%±

5.3)이 우수하다고 보고하였다.

최근에는 산화 피막법(Anodization)에 의한 표면 처리 방식도 대두되고 있는데 이는 전기화학적 방식으로 임플란트 표면에 거칠고(rough), 두꺼우며(thick), 기공(pore)을 가지는 산화물 막을 형성하는 것으로 산화물의 두께는 coronal 부분(1~2mm)으로부터 apical 부분(7~10 μ m)까지 증가하게 된다. 산화 피막의 표면에는 다양한 크기의 수많은 기공이 주로 1~2 μ m의 두께로 임플란트의 apical 부분에서 존재하며, 임플란트 표면의 거칠기는 conical 위 부분에서 apical 부분까지 계속 증가한다(평균 Ra value = 1.2 μ m). 또한 화산처럼 분출한 산화막의 분화구와 산이 내부 티타늄과 단단히 융합되어 있어 박리되지 않는 구조를 형성하고 있다. 이러한 방식으로 티타늄 산화막의 표면 에너지를 극대화함으로써 다공성의 산화막과 더불어 모세관 현상을 갖도록 하였고, 이러한 표면 에너지는 매식 직후 일차적 혈액 조직 방어 기전으로 분비되는 O(산소 라디칼)를 흡수하여 OH- TiO₂ 혹은 TiO₂로 흡착시켜 초기 염증 반응을 차단함으로써 골유착(Osseointegration)을 촉진시킨다. 또한 강력한 표면 에너지는 골조직의 단백질 NH₃기와 이온 결합, 골조직 무기(Hydroxyapatite) PO₄와 공유 결합, 혈액의 수분 H₂O⁺와 수소 결합을 하도록 함으로써 골 결합을 증진시키는 방식이다.

치과 임플란트의 성공과 실패는 임플란트의 표면과 표면의 미세한 형태학적 구조와 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. 표면의 형상 및 성상을 개선하여 조기 결합이 얻어져 영구적으로 그 상태가 지속되는 골 접촉부, 강한 접착을 갖는 결합 조직부, 치태가 붙기 어렵고, 접착력이 강한 상피 조직 접촉 부위를 갖고, 생체의 어떤 상태에도 대응할 수 있는 임플란트의 개발이 기대되고 있다.

본 연구에서는 국내 RBM으로 표면처리된 임플란트와 양극 산화법을 이용한 임플란트를 이용해 성견에서 발치 후 즉시 임플란트를 식립하고 이를 통해 그 동안의 임상에서 좋은 결과를 보여준 Stage-1 임플란트와 비교해 봄으로써 국내 임플란트 기술의 현주소와 함께 발전 가능성을 기대하게 된다.

V. 결론

본 연구는 Stage-1 임플란트와 국내 Chaorum과 Cowellmedi 임플란트를 성견에서 발치 후 즉시 식립해서 6주 후의 조직 소견을 비교 평가해 봄으로써 골 유착의 정도를 알아보고 국내 임플란트의 기술력에 대해서 평가해 보기 위함이다.

성견에서 발치 후 즉시 임플란트 식립을 한 후 6주 후의 치유 기간 경과 후 임상적, 방사선학적, 조직학적 분석 결과는 다음과 같다.

1. 임상적으로 동요도, 염증반응의 소견이 없는 정상적인 결과를 보였다.
2. 방사선학적으로 발치 후 즉시 임플란트 식립 후 양호한 방사선학적인 결과를 보인다고 할 수 있겠다. 임플란트 계면과의 골 유착 정도는 양호하였다.
3. 조직학적으로는 대조군에 비해서 염증 세포 등은 관찰되지 않았으며, 해면골보다는 치밀골에 의해 둘러싸여 있고 전체적으로 임플란트 나사선 주위로 골형성을 나타내고 있다.

이와 같은 결과로 판단할 때 Lifecore 사의 Stage-1 임플란트와 비교했을 때 동일한 RBM 표면 처리를 한 Chaorum 임플란트와 표면 처리 방식이 양극 산화법으로 다르지만 Cowellmedi 임플란트 간의 발치 후의 즉시 식립을 비교해 본 결과는 임상적, 방사선학적, 조직학적으로 안정되고 우수한 결과를 나타내었다. 발치 후 즉시 임플란트에서도 이와 같은 결과를 통해 국내 임플란트의 우수성을 가늠할 수 있는 좋은 계기이었다고 판단되었다.

VI. 참고문헌

1. Branemark, P.I., Hansson B.O., Adell R., Breine, U., Lindstorm, J., Hallen, O. and Ohman, A. : Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-years period. Scand.

- J. Plast. Reconstr. surg., 1977;11(suppl.16):1-132.
2. Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., and Branemark, P.I., : A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. *Int. J. Oral Surg.*, 1981;10:387-416.
 3. Zarb, G.A., and Schmitt, A. : The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto study: part I surgical results. *J. prosthet Dent.*, 1990;63:451-457.
 4. Ericsson, I., Lekholm, U., Branemark, P. I., Lindhe J., Glantz, P O., and Nyman, S.: A clinical evaluation of fixed bridge restorations supported by the combination of tooth and osseointegrated titanium implant. *J. Clin. Periodontol.*, 1986;13:307-312.
 5. Hobo, S., Ichida, E., and Garcia, L. T. : Osseointegration and Occlusal Rehabilitation Quintessence co. 1989;pp21-32.
 6. Branemark, P I, Zard, G. A. Allbrekson, T. : Tissue integrated prosthesis. Osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Co inc. 1985.
 7. Gottlander, M., and Albrektsson T, A., : Histomorphometric studies of hydroxyapatite coated and uncoated CP titanium threaded implants in bone. *Int. J. Oral. Maxillofac. implants.*, 1991;6:399-404.
 8. Gottlander, M., and Albrektsson, T A.,: Histomorphometric study of unthreaded hydroxyapatite coated and titanium coated implants in rabbit bone. *Int. J. Oral. Maxillofac. implants.*, 1992;7:485-490.
 9. Denissen, H.W., Kalk, W., Nieuport H. M., Maltha, J. C., and Hoofe, A.: Mandibular bone response to plasma-sprayed coatings of hydroxyapatite *Int Prosthodont.*, 1990;3:53-58.
 10. Oonishi, H. Yamamoto, M., ishimura, H. Tsuji, E., Kushitani S., Aono, M., and Ukon, Y :The Effect of Hydroxyapatite coating on bone Growth into porous titanium alloy implants. *J. Bone. joint. surg.*, 1989;71-B:213-216.
 11. Wennerberg, A., Eksessabi, A., Albrektsson, T., Johansson, C., and Andersson, B.: A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. *Int. Oral. maxillofac. Implant.*, 1997;12:486-494.
 12. Preecki P, Auslaender BA, Stephan JE, Mooney VL, Stanitski C: Attachment of bone to threaded implants by ingrowth and mechanical interlocking. *J Biomed Mater Res* 1972;6:401-412.
 13. Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R: Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:423-432.
 14. Cook SD, Kay JF, Thomas KA, Jarcho M : interface mechanics and histology of titanium and hydroxyapatite-coated titanium for dental implant applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:15-22.
 15. Block MS, Kent JN, Kay JF :Evaluation of hydroxyapatite-coated titanium dental implants in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:601-607.
 16. Trisi P, Lazzara R, Rao W, Rabaudi A : Bone implant contact and bone quality: Evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseotite implant surface. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:535-545.
 17. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio, Iezzi

- G, Petrone G, Piatteli A: Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002;28:2-8.
18. Sanz A, Oyarzun A, Farias D, Diaz I : Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. *Implant Dent* 2001;10:126-131.
 19. Cochran DL, Buser D, Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, et al: The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface : early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;28:2-8.
 20. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mat Res* 1991;25:889-902.
 21. Krump J.L. and Barnett B.G. : The immediate implant : A treatment alternative *Int J Oral Maxillofac Impl.* 1991;6:19-23.
 22. Gelb DA : Immediate implant surgery: Three-year retrospective evaluation of 50 consecutive cases. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8:388.
 23. Bergilay I, Graser GN et al.: Immediate implantation of pure titanium implants into extraction sockets of *Macaca fascicularis*. Part II : Histologic observations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996;11:489.
 24. Robert RW, Smith, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith R. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implant. *Am J orthod* 1984;86:95-111.
 25. Albrektsson T, and Sennerby L: Direct bone anchorage of oral implants: Clinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. *Int J Prosthodont* 1990; 3:30-41.
 26. Harris LM : An artificial wonders. *Oral impiant.*, 1990;16:57-63.
 27. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mat Res* 1991;25:889-902.
 28. Branemark PI : Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
 29. P. J., Tolman, D. E., and Bolender, C. H. : The applicability of osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: Three years result of a prospective multicenter study. *Quintessence Int.*, 1993;24:123-129.
 30. Johansson, C., and 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.* 1987;2:69-75.
 31. Adell, R., Lekholm U, Grondahl, K., Br. nemark, P-I., Lindstrom, J., and Jacobsson, M. : Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants.*, 1990;5:233-246.
 32. Keller JC, Stanford CM, Wightman JP, Draughn RA, Zaharias R: Characterization of titanium implant surface 3. *J Biomed Maer Res.*, 1988;22:45-158.
 33. Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Simpson J, Lankfort Jr J, Dean DD, Cochran, Boyan BD : Effect of

- titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cell(MG63). *J Biomed Mater Res.*, 1995;29:389–401.
34. Predecki P, Stephan JE, Auslaender BA, Mooney VL, Kirkland K: Kinetics of bone growth into cylindrical channels in aluminum oxide and titanium. *J Biomed Mater Res.*, 1972;6:375–400.
 35. Thomas KA, Cook S : An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J Biomed Mater Res.*, 1985;19:875–901.
 36. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889–902.
 37. Bowers KT, Keller JC, Randolph BA, Wick DG, Michaels CM: Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:302–310.
 38. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A: Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002;28:2–8.
 39. Wennerberg A, Ektessabi A, Albrektsson T, Johansson C, Andersson B : A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12:486–494.
 40. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A: Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002; 28:2–8.
 41. Sanz A, Oyarzun A, Farias D, Diaz I : Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. *Implant Dent* 2001;10:126–131.

사진부도

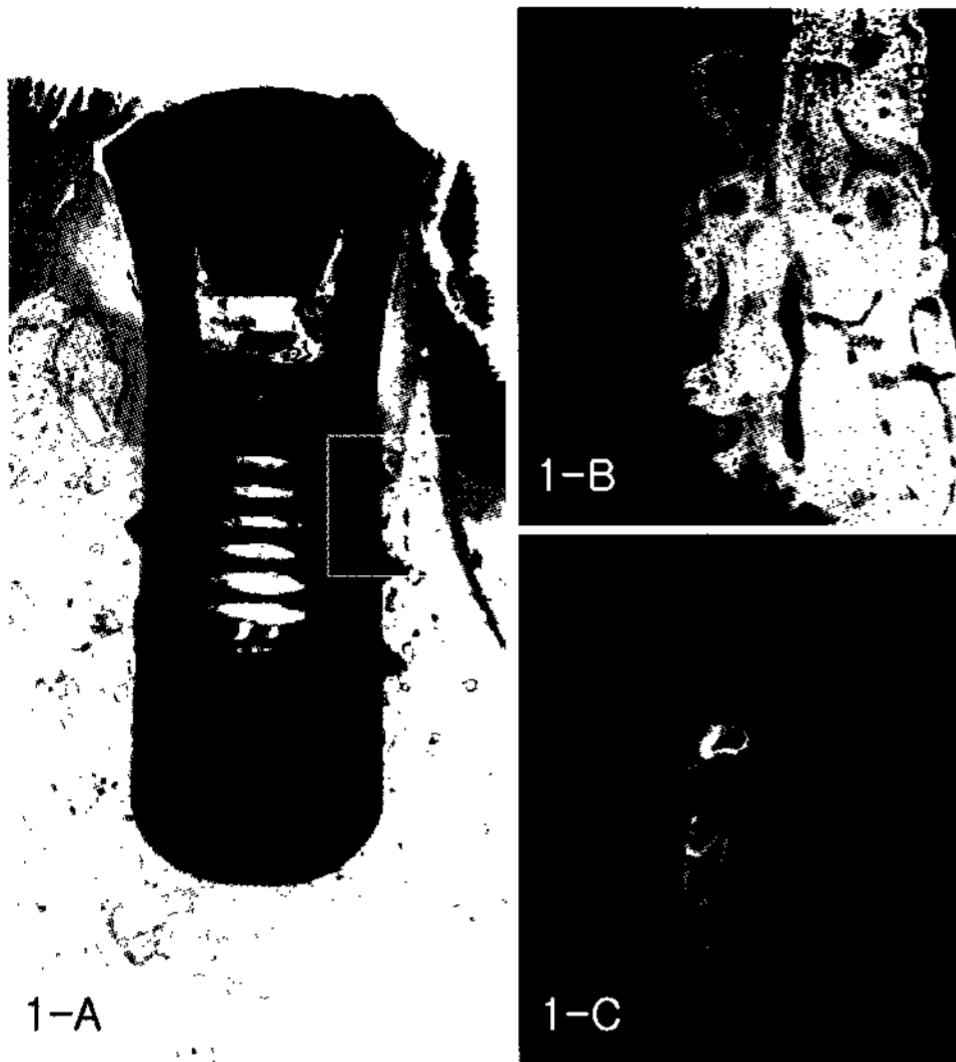


사진 1. Stage-1[®] 6주 소견(대조군)

배율 1A : × 20배 확대
 1B : × 100배 확대
 1C : × 100배 확대

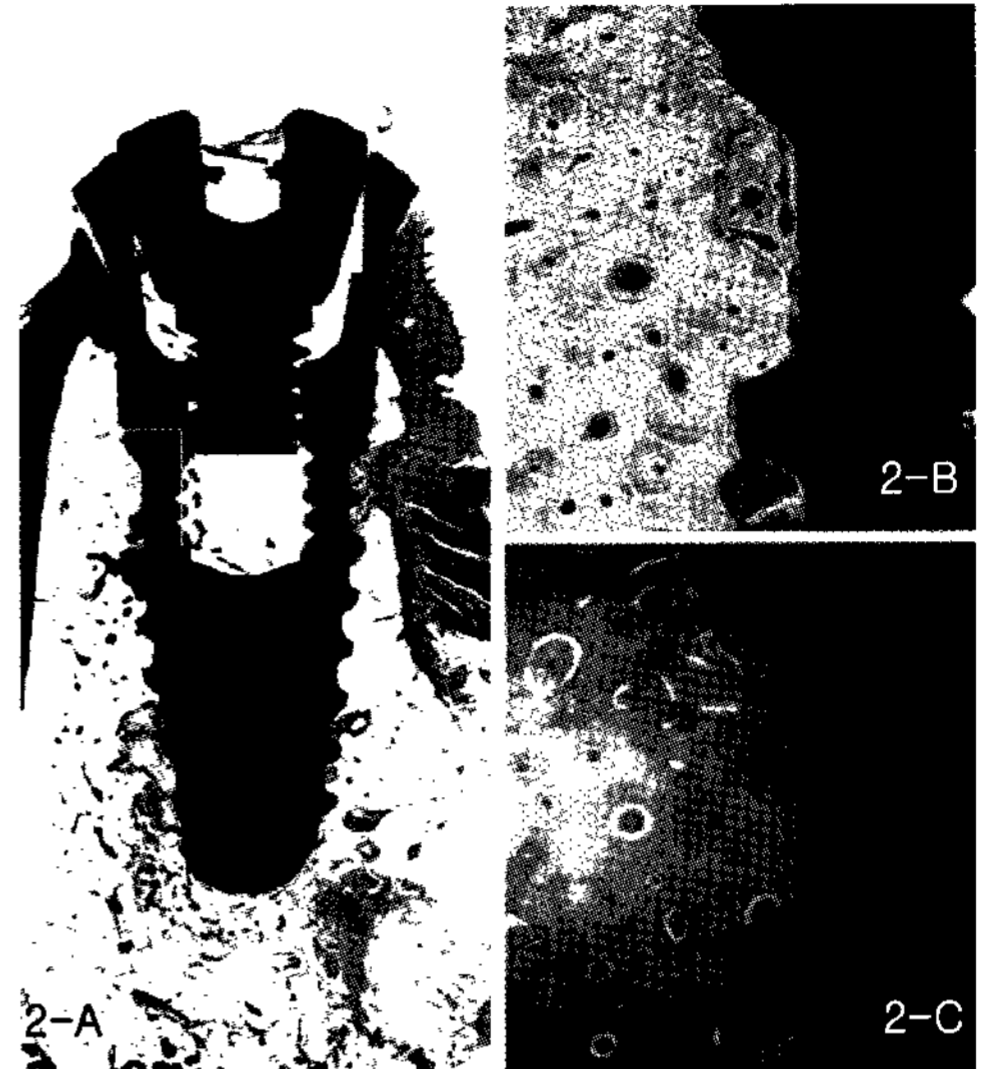


사진 2. Chaorum[®] 6주 소견(실험군)

배율 2A : × 20배 확대
 2B : × 100배 확대
 2C : × 100배 확대

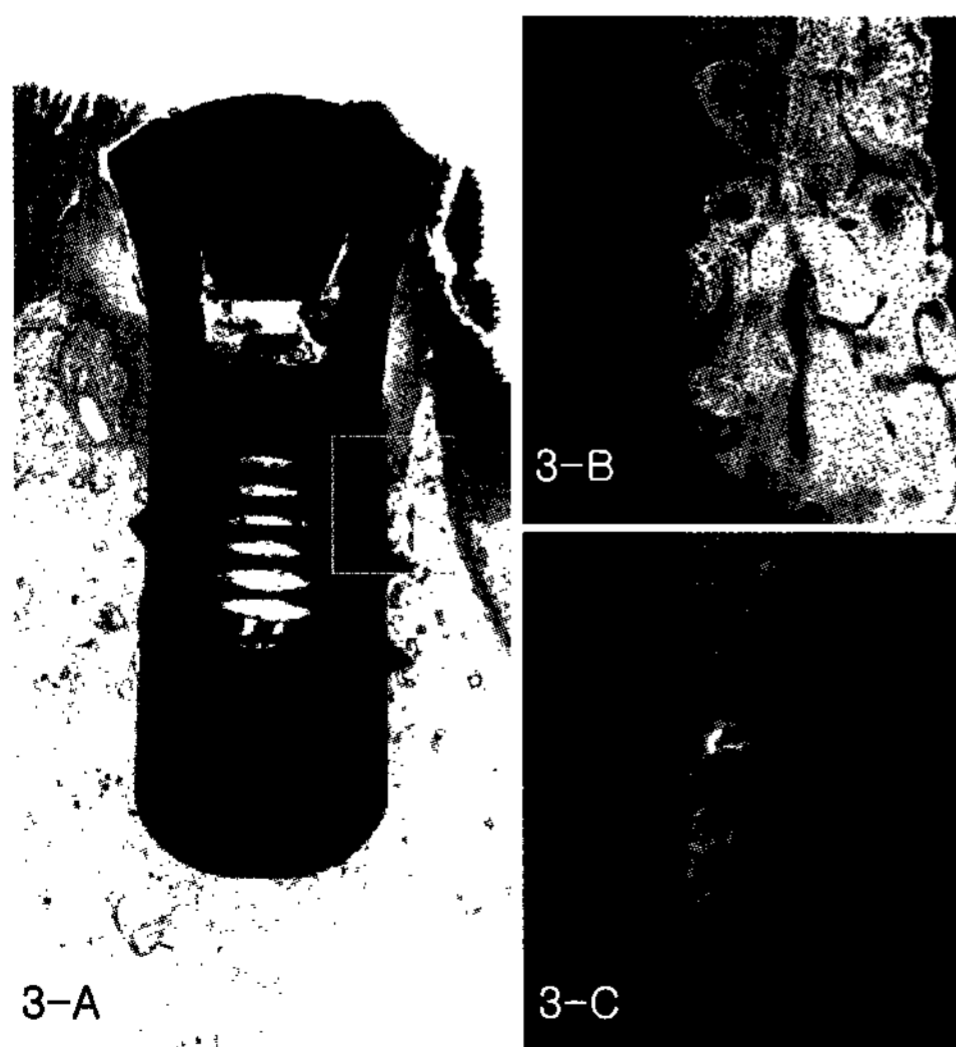


사진 3. Cowellmedi[®] 6주 소견(실험군)

배율 3A : × 20배 확대
 3B : × 100배 확대
 3C : × 100배 확대

사진 부도 설명

- 사진 1. 염증성 치은 조직이 나사산이 없는 임플란트 계면을 따라 하방으로 유입 성장되어 나사산 상방 영역은 섬유성 결체조직으로 피개되었으며, 인접 치조골은 광범하게 흡수되었다. 그러나 심부 골조직 내에 매식된 임플란트 영역은 섬유성 결체조직의 뚜렷한 개재없이 비교적 양호한 골성 유합을 나타내었다(사진 1A). 골성 유합을 이루고 있는 골조직은 골원구조가 뚜렷한 성숙 골조직으로 구성되었으며, 혈관을 함유하는 골원 중심이 다소 확장되면서 직접적인 골성 유착이 소실되는 부위도 관찰되었다(사진 1B). 형광 현미경 소견상 골수강 구조를 이루는 영역의 경계를 따라 미약하게 테트라사이클린의 침착에 의한 형광선이 관찰되었으며, 일부 형광선은 임플란트와 바로 연결되는 양상을 나타내었다. 나사산 구조부위를 채우며 임플란트와 유합을 이루는 골조직에서 광범위한 형광을 나타내지 않아 이들 골조직이 인접 치밀골과 유사한 정도의 성숙골로 이루어짐을 확인할 수 있었다(사진 1C). 전반적인 골 유착률은 45.3%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 66.6%였으며, 이 부위에서의 골량은 78.2%를 나타내었다.
- 사진 2. 차오름 임플란트는 상부의 작은 삼각형 나사산 구조와 하부의 큰 삼각형의 나사산 구조를 지니고 있다. 일부 작은 나사산이 치은 조직에 노출되어 있으나 염증반응에 의한 치조골의 파괴와 섬유성 치은조직의 하방 유입은 관찰되지 않았다. 많은 영역에서 골성 유합을 이루고 있으나 골수강 구조를 이루는 연조직이 임플란트와 골 계면 사이로 확장되면서 직접적인 골성 유합이 소실된 부위도 쉽게 관찰되며, 특히 임플란트의 근단부위에서 현저하였다(사진 2A). 치조정 부위의 골성 유합이 양호한 부위는 주위골과 특기할 차이가 없는 성숙골에 의해 유합되어(사진 2B) 형광 현미경 소견상 임플란트 계면에서 형광이 관찰되지 않았다. 단지 골원 구조의 중심부에서 골개조가 이루어지면서 부분적인 형광선이 관찰될 뿐이었다(사진 2C). 전반적인 골 유착률은 55.3%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 70.4%였으며, 이 부위에서의 골량은 77.6%를 나타내었다.
- 사진 3. 엘메디 임플란트는 상방의 조밀하고 작은 다수의 나사산 구조와 하방의 소수의 커다란 나사산 구조를 지니고 있으며 다른 임플란트와 달리 근단이 나사산이 없는 평활한 원주 구조를 하고 있다. 이 경우 역시 일부 나사산 영역이 치은조직에 의해 피개되었으나 특기할 염증성 골 파괴양상 없이 하방에서 양호한 골성 유합을 이루고 있다(사진 3A). 작은 크기의 나사산이 조밀하게 구성된 상부 영역에서는 골수성 섬유조직이 거의 없는 성숙 치밀골조직에 의해 유합되어 있으나(사진 3B) 하방의 나사산이 큰 영역에서는 골원 중심으로부터 골수성 연조직의 확장으로 나사산 사이를 채우는 골조직이 상당량 감소되었다. 나사산 구조가 없는 근단 부위는 비교적 혈관이 다수 분포된 골조직에 의해 유합되었다. 형광 현미경 소견상 임플란트와 직접 골성 유합을 이루는 부위에서 형광을 나타내지 않아 주위 치밀골과 구분되지 않았다(사진 3C). 전반적인 골 유착률은 52.5%를 나타내었고, 골성 유합이 잘 이루어진 부위에서의 골 유착률은 71.8%였으며, 이 부위에서의 골량은 81.5%를 나타내었다.

Study on Osseointegration of the Immediate Placement Using Korean Implant Systems in Beagle Dog

Seo Jung-Yoon¹, Wook-Jae Lee¹, Jong-cheol Lee¹, Mee-Ran Shin², Yun-Sang Kim¹,
Sung-Hee Pi¹, Hyung-Shik Shin¹, Hyung-Keun You^{1*}

1. Department of Periodontology, School of Dentistry, Wonkwang University
2. Department of Dentistry, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University

This study was attempted to evaluate home-manufactured implants by placing Stage-1[®] Implant (Lifecore Co., USA) whose surface is treated with RBM that has already been varified clinically, Chaorum[®] Implant (Chaorum Co., Korea) whose surface treatment is same as that of Stage-1 Implant and Atlas[®] Implant (Cewellmedi Co., Korea) whose surface is treated with anodic oxidation immediately after the teeth of experimental animals were extracted to compare histological findings among them. Stage-1 Implant (diameter: 3.5mm, length: 10mm), Chaorum Implant (diameter: 3.3mm, length: 8.5mm) and Cowell medi Implant (diameter: 4.0mm, length: 8.0mm) were placed into the mandible premolars of 2 adult beagle dogs immediately after their teeth were extracted, and then histological findings were analyzed at 6 weeks. After those implants were inserted directly after their teeth were extracted, the results of periotest were recorded, radiography was done, the subjects went through thorough control for 6 weeks, and then comparison among periotest, radiography and histological finding was made. After comparison of those findings, the values of periotest were satisfactory and bone healing was relatively satisfactory on radiography at 6 weeks. For osseointegration with the bone tissue, Stage-1 was 45.3%, Chaorum 55.3%, and Cowellmedi 52.5%, which was a satisfactory result. Although implant surgery immediately after teeth were extracted involves difficulties among recent implant surgeries, it is being frequently used in that it may reduce surgery hours, the frequency of surgery, and bone loss for patients. This experiment was conducted to evaluate the technological levels of home-manufactured implants that have been remarkably developed in recent years and in conclusion, those implants showed nearly similar result.