

# 성견에 발치 후 즉시 임플란트 식립시 RBM 처리된 임플란트의 골융합에 관한 연구

선기종<sup>1</sup>, 박재영<sup>1</sup>, 정은경<sup>1</sup>, 신미란<sup>2</sup>, 김윤상<sup>1</sup>, 피성익<sup>1</sup>, 신영식<sup>1</sup>, 유형근<sup>1\*</sup>

1. 원광대학교 치과대학 치주과학교실
2. 한림대학교 한강성심병원 치과학교실

## I. 서론

성공적인 임플란트 식립을 위해서는 임플란트 주변의 치조골 상태가 중요하며, 치조제는 치아상실 후 지속적으로 흡수가 일어나게 되어 치아상실의 기간이 오래될수록 폭과 높이가 매우 감소하게 되어 임플란트의 식립을 어렵게 한다. 이러한 이유로 최근에는 치아의 상실 직후에 임플란트를 식립하는 노력들이 많이 행해지고 있다. 이를 통해 단기간 내에 치아의 기능을 회복할 수 있고, 치조골의 흡수도 방지하며, 수술의 횟수와 시간을 줄일 수 있는 등의 여러 장점이 있다<sup>1-3)</sup>. 즉시 식립 임플란트는 처음에 Schulte와 Heimke<sup>4)</sup>에 의해서 임상보고를 통해 소개되었고 그 후 조직학적 연구를 통해서 성공적인 시술 방법으로 확인되었다<sup>1,5-6)</sup>.

임플란트의 성공기준이라고 할 수 있는 골 융합은 외과적 매식방법, 매식부위의 골조직, 연조직의 상태, 임플란트와 조직 간의 적합정도, 초기 고정, 초기 하중 등에 의해서 좌우되어지며, 또한 임플란트 표면처리 방법과 형태 등에 의해서도 좌우되어진다

고 보고되고 있다<sup>7-10)</sup>.

1980년대 Skalak<sup>11)</sup> 및 Albrektsson 등<sup>12)</sup>은 임플란트 표면의 육안적, 광학적 성질이 골융합을 결정하는 요인 중 하나라고 보고하였다. 즉 임플란트 표면의 거칠기가 증가할수록 임플란트 표면적과 골융합이 증가한다고 하였다. 1991년 Buser 등<sup>13)</sup>은 동물 실험에서 불규칙하고 거친 표면을 갖는 임플란트가 평활한 표면을 갖는 임플란트에 비해 더 많은 골접촉률을 보였다고 하였다. 이 후 골융합을 증가시키기 위한 임플란트 표면처리방법과 형태에 대한 연구들이 많이 시도되고 있다. 임플란트 표면처리에 관한 연구는 machined 표면을 임플란트 표면의 제1세대라고 하며, 표면 거칠기를 높이기 위하여 덧붙이는 표면처리 방법을 제2세대라고 볼 수 있다. 제3세대에 이르러서는 표면의 코팅이 탈락하여 골융합에 좋지 않은 영향을 미치는 단점을 극복하기 위하여 임플란트의 표면을 부식시키거나 패이게 만드는 방법으로 acid etching, sand blasted with large grit and acid etching(SLA) 등이 등장하여 치료기간의 단축을 하였다. 여기에서는 blasting하는 입자

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

\* 본 연구는 2005년도 원광대학교의 교비지원에 의한 연구임

들의 크기를 달리하여 표면의 거칠기를 조절할 수 있었다. 그러나, blasting하는 입자가 표면에 남아있을 수 있는 단점이 있어 흡수가 될 수 있는 HA, calcium pyrophosphate(CPP) 등의 골과 친화성이 있으며 흡수가 가능한 재료들을 blasting media로 사용하는 resorbable blasting media(RBM)이 등장하였고, 한편으로는 blasting 후 산으로 부식시켜 고른 거칠기를 형성하는 SLA 표면의 등장으로 혈액이 잘 스며들고 세포들이 잘 분화할 수 있도록 하여 치료기간을 상당히 단축할 수 있게 되었다. 최근에는 3차원적인 골융합을 얻고자 타이타늄 입자들을 고온 분사 또는 순간방전 등의 방법으로 sintering하여 기존의 임플란트 표면보다도 3배 정도의 다공성 표면을 형성하여 유지력을 극대화하려는 노력이 진행되어 왔으며, 골질이 불량하거나 골량이 모자라는 경우에도 상대적으로 짧은 임플란트를 사용할 수 있다고 하는 제4세대라고 할 수 있는 다공성 임플란트도 소개되어지고 있다<sup>14-19)</sup>. 이와 같이 단기간 내에 골융합을 유도하기 위한 다양한 표면처리방법들이 많이 소개되고 있으며 동일 표면처리 방법이라도 제조사마다 임플란트 표면의 미세구조와 형태가 상이하므로 여러 연구에서 각기 다른 결과를 보여 주고 있다.

본 연구는 RBM 표면처리가 된 임플란트를 비글견에서 하악 치아를 발치함과 동시에 즉시 식립해서 임상적, 방사선학적, 조직학적 및 조직형태계측학적 소견을 비교 평가하기 위하여 시행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 실험동물 및 처치

이번 실험에서는 평균체중 15kg인 생후 평균 2년 정도 된 순종 비글견(Samtako<sup>®</sup> Bio Korea INC, Korea) 7마리를 사용하였다. 실험동물을 공급받은 후 각각 CBC(Hemavet<sup>®</sup> 950, CDC Technologies, U.S.A.)와 혈청검사(Fuji dry chem, Japan)를 실시하여 건강상태를 확인 후 전신마취 후 스케일링을

실시하였고, 이후 일주일간 환경적응 기간을 갖도록 하였다.

수술 직후 2주 동안 사료는 임플란트의 안정성을 약화시키지 않는 시판용 연질식(Dog Chow<sup>®</sup>, purina, Korea)을 급식하였다. 임플란트의 자가 상해-밥그릇을 물어뜯는 행위를 방지하기 위해 물과 사료는 하루 2회 일정시간에 급여토록 하였다. 나머지 실험 전 기간 동안은 고형 사료(Dog Line<sup>®</sup>, daehanfeed, Korea)를 물에 넣어 연질화 시켜 공급하였다. 임플란트를 식립한 후 1주일간은 metronidazole(50mg/kg, hanilpharm, Korea), tetracycline HCl(20mg/kg, chonggundang, Korea)과 prednisolone(0.5mg/kg, koreapharma, Korea)를 1일 2회 구강 투여하였으며, 이 기간 동안에는 chlorhexidine 2%(Hexamedin Soln<sup>®</sup>, bukwang, Korea)로 매일 수술부위를 세정하였고, 일주일 이후는 칫솔질 해주었다.

### 2. 실험재료

이번 실험에는 RBM(resorbable blasting media) 표면 처리한 직경 4.1mm, 길이 8mm의 Lifecore 임플란트, 직경 4.0mm, 길이 8.5mm의 Avana 임플란트, 직경 4.0mm, 길이 8mm의 Dio 임플란트 각각 7개를 사용하였다(Figure 1).

### 3. 실험방법

#### 1) 발치 및 임플란트 매식

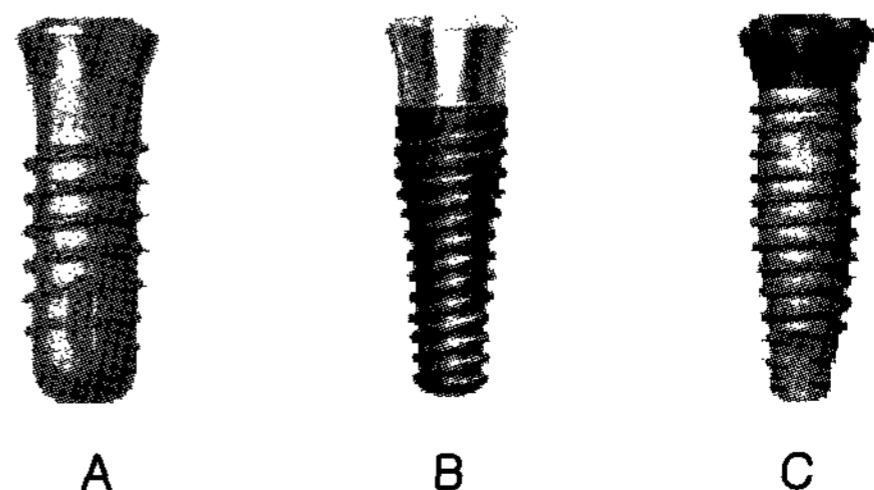


Figure 1. A. Lifecore Stage-1<sup>®</sup> implant, B. Avana SS-ii<sup>®</sup> implant, C. Dio IFI<sup>®</sup> implant.

실험동물의 마취는 수의사의 도움으로 atropine sulfate(0.04mg/kg, daihanpharm, Korea)를 피하 주사한 후 xylazine HCl(2.3mg/kg, bayer animal health co, Korea)과 ketamine(5mg/kg, yuhan co, Korea)을 혼합하여 정맥주사 하였으며, 유지마취는 ketamine(5mg/kg, yuhan co, Korea)으로만 유지하였다.

발치할 좌, 우측의 하악 소구치 부위는 이식도중의 출혈을 감소시키고 시야확보를 위해 1:100,000 epineprine이 함유된 2% lidocaine HCl(Xylestesin-A<sup>®</sup>, 3M ESPE, Korea)으로 외과적 시술이 끝날 때까지 국소마취 한 다음, NO. 15 수술도로 열구내 절개를 가하여 전충관막을 형성하고 좌우 제 1, 2, 3, 4 소구치를 저속절삭용 round bur를 이용하여 이개부위에서 분리 절단하고 elevator와 발치검자를 사용하여 치아를 발거하였다(Figure 2).

발치와 주변조직 및 치조골을 정리한 후, 임플란트의 매식은 각각의 제조회사의 지시에 따라서 시행하였다. 즉 Lifecore surgical kit, Avana surgical kit, Dio surgical kit를 이용하여 하악 좌, 우측 소구치부의 발치와에 임플란트 수용부를 형성하고 3종류의 임플란트를 무작위로 식립하였다(Figure 3).

식립 후 발치와와 임플란트 사이의 공간은 골이식 등의 처리는 하지 않고 4~0 흡수성 봉합사(Vicryl<sup>®</sup>, Ethicon Co., U.K.)를 이용하여 봉합하였다(Figure 4).

## 2) 동물의생 및 조직표본제작 및 검경

### (1) 동물희생

실험동물을 임플란트 식립 6주 후, 12주 후에 각각 희생시켰는데, xylazine HCl(2.3mg/kg, bayer animal health co, Korea)과 ketamine(5mg/kg, yuhan co, Korea)을 혼합하여 정맥주사 하여 마취한 뒤 KCl(2mmol/lg, huons, Korea)을 정맥 내로 빠르게 주입하는 방법으로 하였다.

### (2) 비탈회 조직시편 제작

임플란트 식립 후 계획된 기간(6주, 12주)에 따라 비글견으로부터 하악골을 적출하여, 중성 10% 포르

말린용액으로 48시간 고정한 다음, 식립된 각각의 임플란트가 포함되도록 Mini band saw(Proxxon<sup>®</sup>, shinano, Japan)를 이용하여 하악골을 절단하여 세 절 시편을 형성하였다. 이들 각 시편을 0.1M PBS 용액으로 충분히 세척한 후, 70% 알코올 용액으로 3시간 동안 탈수시킨 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 연마를 위해 불필요한 부위를 trimmer로 절삭하고, hard tissue microtome(Accutom-50<sup>®</sup>, Struers, Germany)으로 1 mm 두께로 잘라 slide glass 위에 부착한 다음, 연마기(Rotopol-35<sup>®</sup>, Struers, Germany)를 이용하여 40µm 전후 두께의 비탈회 절편을 제작하였다.

### (3) 광학 및 형광 현미경적 관찰

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

### (4) 조직형태계측학적 관찰

광학 현미경을 이용하여 20배 배율의 영상을 채득한 다음, photoshop프로그램을 이용하여 전체 사진으로 재구성하였다. 이를 영상 분석기(i-DELTA<sup>®</sup>, iMTechnology, Korea)를 이용하여 임플란트의 전체 길이를 측정하고 임플란트에 접촉된 골 부위를 측정하여 골과 임플란트간 접촉률(Bone to implant



Figure 2. Clinical photograph illustrating the extraction sockets.



Figure 3. Clinical photograph illustrating the experimental sites immediately after implant installation.

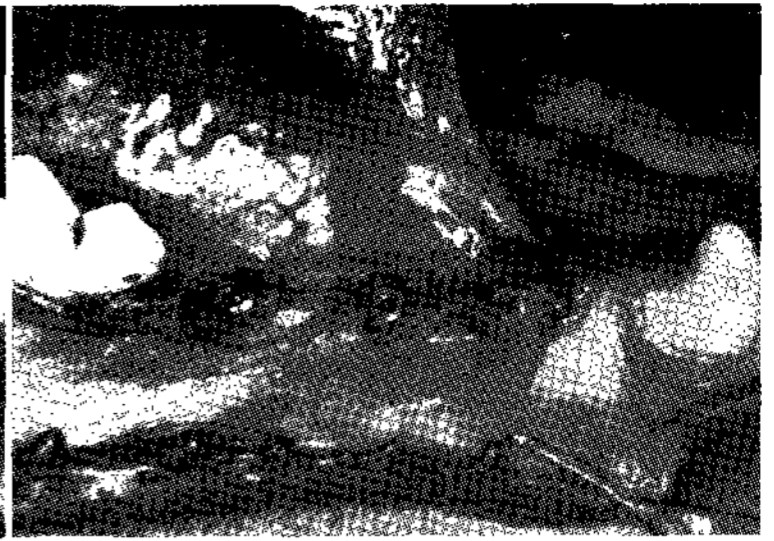


Figure 4. Clinical photograph illustrating the wound in the pre-molar region after sutures had been placed.

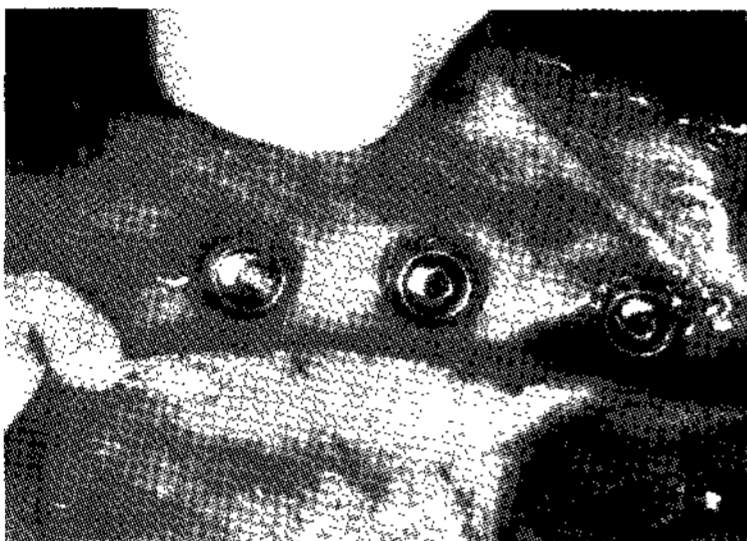


Figure 5. Clinical photograph illustrating one experimental site after 12 weeks of healing.

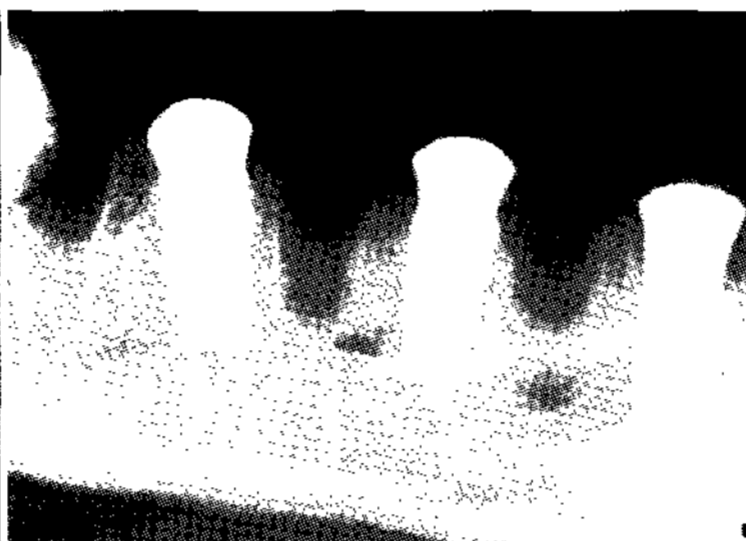


Figure 6. Radiograph illustrating the experimental sites after implant installation.

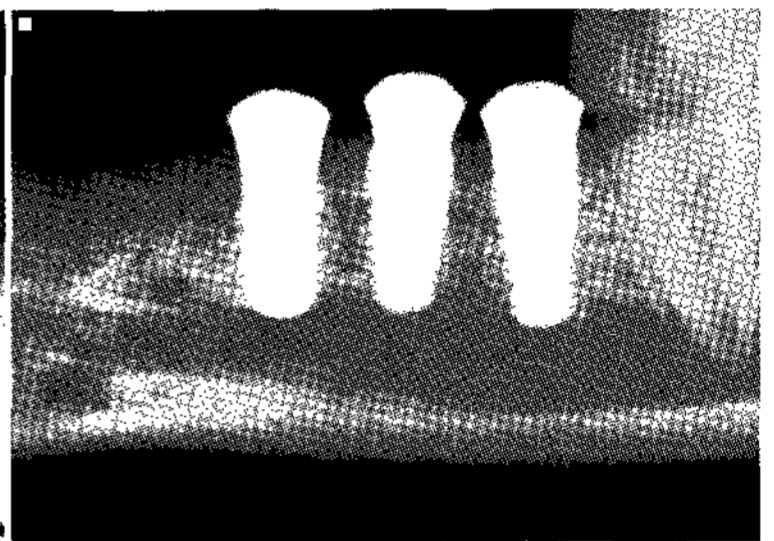


Figure 7. Radiograph illustrating the experimental sites at 12 weeks after implant installation.

contact ratio, BIC)을 산정하였고, 골성 융합이 양호한 나선선 3개 부위에서의 골성 접촉률을 산정하였고, 그리고 그 부위에서의 골량을 산정하였다.

### 3) YPeriotest 측정(Periotest value. PTV)

Periotest 기구(periotest<sup>®</sup>, gulden, Germany)로 임플란트 안정성을 측정하였다. One stage 임플란트에서 다른 coping은 사용하지 않고 neck의 가운데 부위를 직각으로 기구를 위치시키고, 각각 세 번의 PTV를 측정하였다. 위 과정은 7마리 모두 수술 직후와 6주, 12주 후 희생시키기 전 측정하였다.

### 4) 통계처리

실험에서 얻어진 자료들의 평균값 및 표준편차를 구하였으며, 일원배치분산분석(ANOVA)으로 유의성 검사를 하였고( $p < 0.05$ ), t-test로 사후 검정하였다 ( $p < 0.05$ ).

## III. 결과

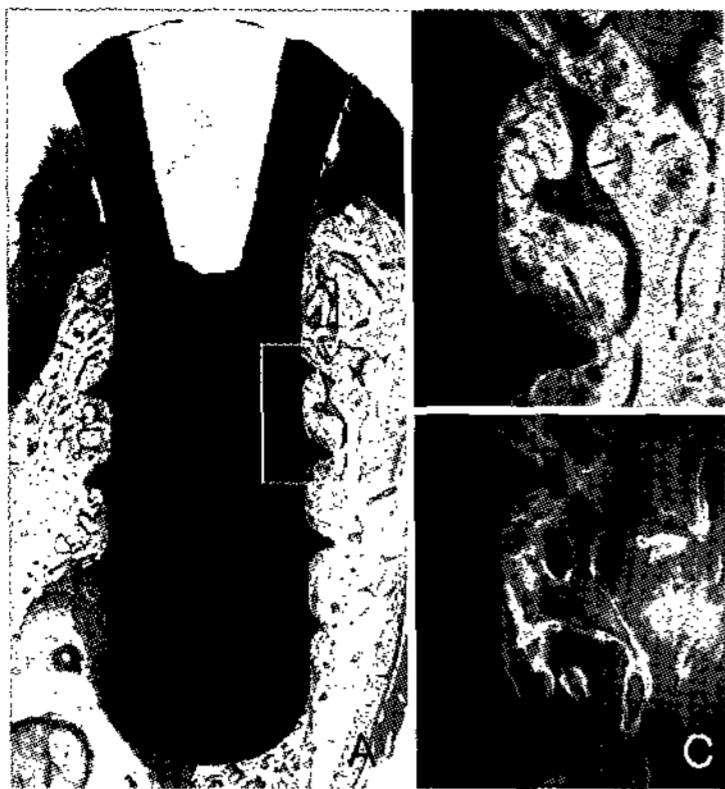
### 1. 임상적 및 방사선적 소견

임플란트 식립 6주 후, 12주 후의 임상 검사결과, 대부분의 실험군에서 임플란트 주위의 발적, 부종 등의 감염 소견은 발견되지 않았으며, 동요도 검사에서도 0도의 동요도를 보였다. 방사선 검사에서는 임플란트와 골 사이에 방사선 투과상이 관찰되지 않아 양호한 치유소견을 보였다(Figure 5-7). 그러나 6주 Dio 임플란트, 12주 Lifecore 임플란트, Avana 임플란트에서 각각 1개씩 치은부종 및 변연 골 흡수 및 동요도 소견을 나타내어 제거하였다.

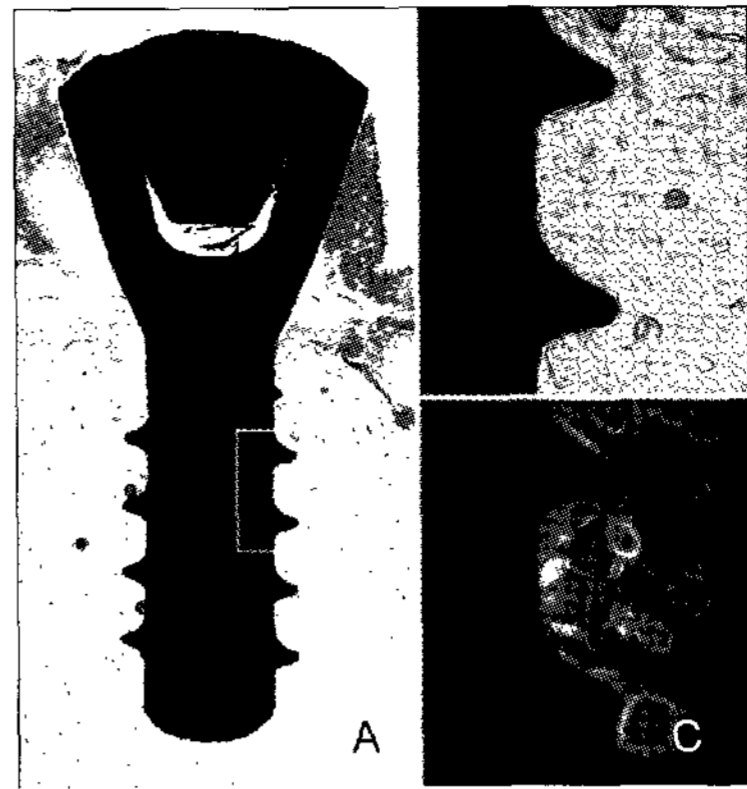
### 2. 조직학적 소견

#### 1) Lifecore

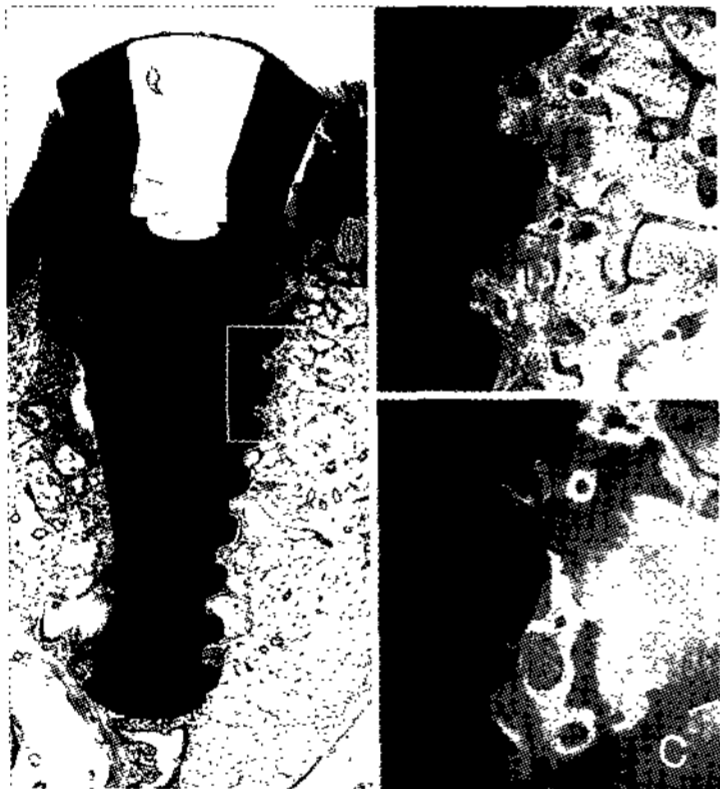
술 후 6주째 조직학적 소견에서는 임플란트 col-



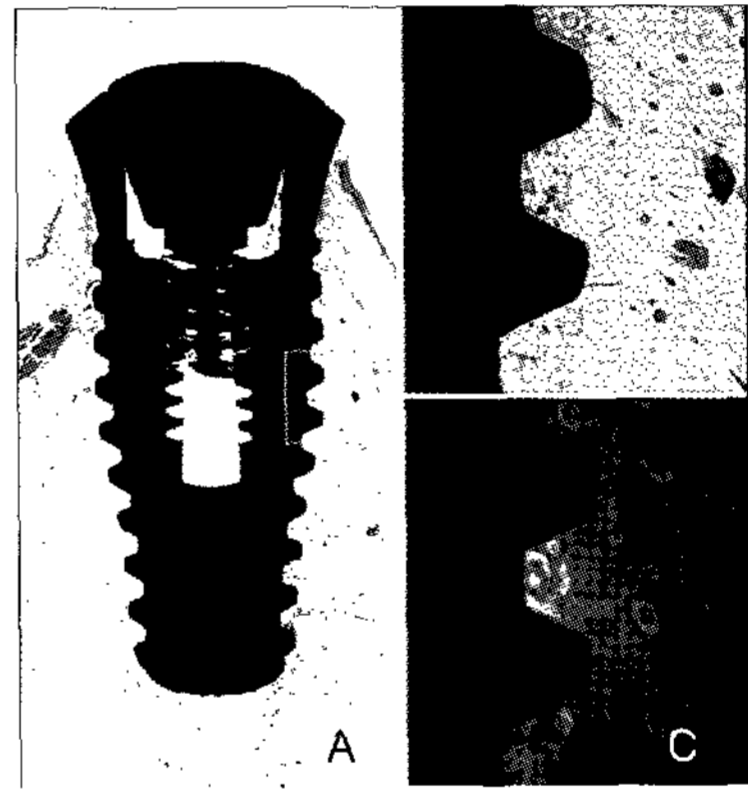
**Figure 8.** Histologic features at 6 weeks after lifecore stage-1 implant installation(A, B, villaneuva bone stain, original magnification  $\times 20$ ,  $\times 100$ , C. Fluorescence microscopic picture, original magnification  $\times 100$ )



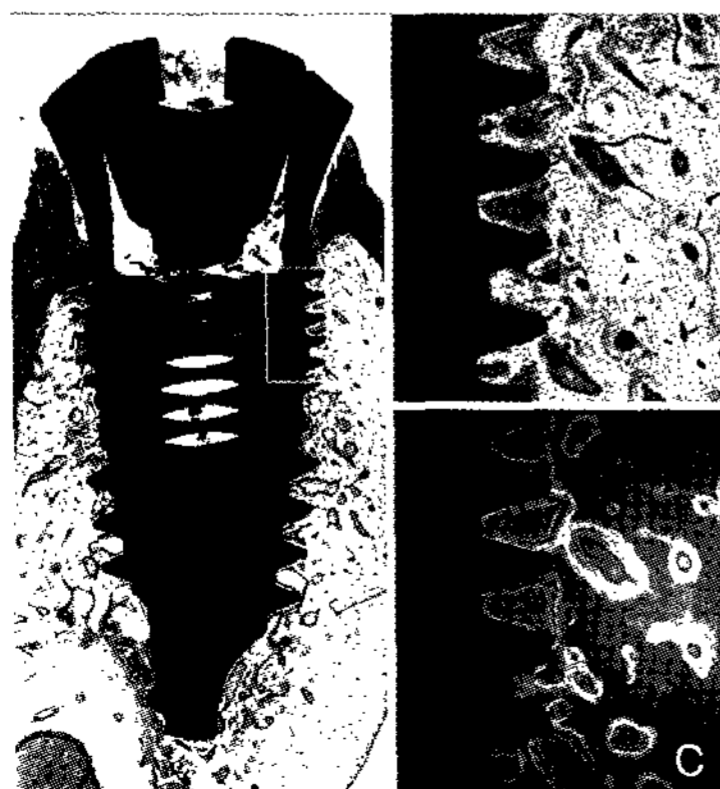
**Figure 9.** Histologic features at 12 weeks after lifecore stage-1 implant installation(A, B, villaneuva bone stain, original magnification  $\times 20$ ,  $\times 100$ , C. Fluorescence microscopic picture, original magnification  $\times 100$ )



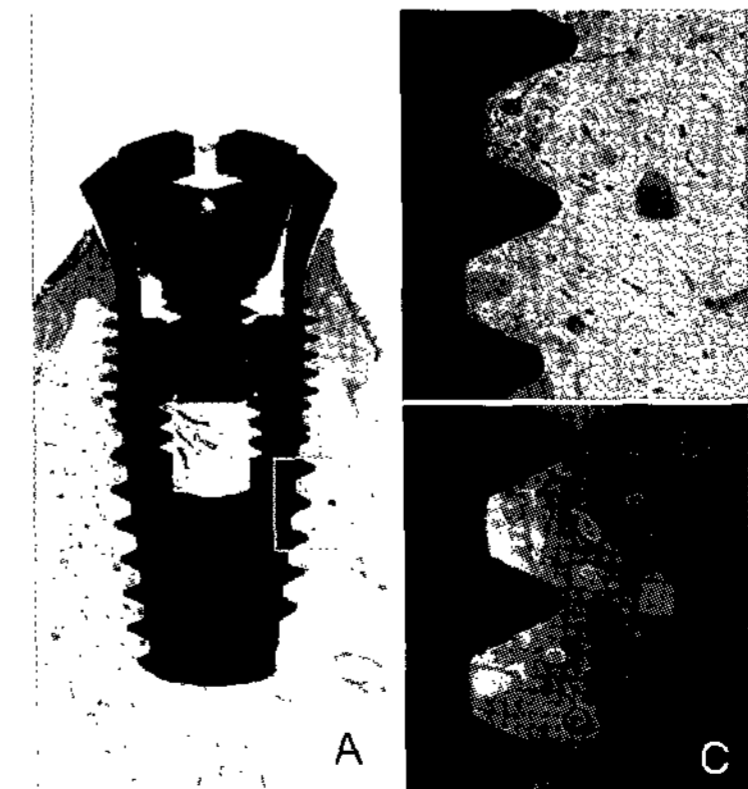
**Figure 10.** Histologic features at 6 weeks after Avana SS-III implant installation(A, B, villaneuva bone stain, original magnification  $\times 20$ ,  $\times 100$ , C. Fluorescence microscopic picture, original magnification  $\times 100$ )



**Figure 11.** Histologic features at 12 weeks after Avana SS-III implant installation(A, B, Villaneuva bone stain, original magnification  $\times 20$ ,  $\times 100$ , C. Fluorescence microscopic picture, original magnification  $\times 100$ )



**Figure 12.** Histologic features at 6 weeks after Dio IFI implant installation(A, B, villaneuva bone stain, original magnification  $\times 20$ ,  $\times 100$ , C. Fluorescence microscopic picture, original magnification  $\times 100$ )



**Figure 13.** Histologic features at 12 weeks after Dio IFI implant installation(villaneuva bone stain and Fluorescence microscopic picture)

lar 부위에 염증세포가 미약하게 침윤된 섬유성 치은조직에 의해 피개 되었으며, 치은조직 및 상피세포의 하방 성장은 관찰되지 않았다. 치조골에 직접 접한 임플란트 부위는 염증세포의 침윤과 골흡수의 양상 없이 임플란트 계면을 따라 신생골에 의한 골성 융합이 잘 진행되었다(Figure 8A). 임플란트에 인접한 골 조직은 혈관함유부가 확장되면서 골수성 조직이 증가되고 있었으나, 골원 구조가 뚜렷하게 관찰되지 않았다(Figure 8B). 나사산과 나사산 사이를 채우며 임플란트에 직접 융합된 골조직의 형광현미경 사진 소견에서 비교적 넓은 대상의 형광이 관찰되어 이 시기에 활발하게 골성 회복이 이루어지며 이들이 직접 임플란트와 융합되어 짐을 확인할 수 있다(Figure 8C).

술 후 12주째 조직학적 소견에서는 6주 소견과 유사하게 collar 영역에서의 섬유성 치은조직 및 상피세포의 하방 성장과 더불어 염증에 의한 골 파괴상은 관찰되지 않았다. 임플란트 계면을 따라 융합되어 있는 골 조직은 보다 성숙된 양상으로 혈관을 포함하는 골수조직의 양이 현저히 감소되었으며, 골원 구조를 형성하면서 골세포들이 동심원상으로 배열됨을 관찰할 수 있다(Figure 9A). 골과 직접 융합을 보이는 영역이 보다 뚜렷하며(Figure 9B), 형광현미경 사진 소견에서도 주로 골원 구조의 중심부에서 동심원상으로 형광을 나타내며 6주에 비해 형광을 나타내는 골 조직이 감소된 양상이다(Figure 9C). 형광을 나타내는 신생골들은 임플란트 계면과 직접 접촉하고 있어 섬유성 융합부가 차츰 신생골에 의한 융합으로 대체되는 양상을 확인할 수 있었다.

## 2) Avana

술 후 6주째 조직학적 소견에서는 임플란트 collar 및 일부 나사산이 만성 염증세포로부터 경미하게 침윤된 섬유성 치은 조직에 의해 피개 되었으나 이들 섬유조직 및 상피세포의 하방성장은 현저하지 않았다. 임플란트 주위로 비교적 광범위하게 소실되었던 골 조직이 혈관을 다수 함유한 미성숙 섬유성 골 조직에 의해 회복되었다(Figure 10A). 나사산 사

이사이를 채우고 있는 대부분의 골 조직은 다수의 골세포를 함유하고 있으나 이들이 뚜렷한 골원을 형성하며 동심원상으로 분포하기 보다는 조밀하게 판상으로 분포되었다(Figure 10B). 형광 현미경 사진 소견 상, 이들 영역이 비교적 강한 형광을 나타내어 임플란트 주위로 신생골의 회복이 활발히 진행됨을 확인할 수 있었으나 직접적인 융합상은 미약하였다(Figure 10C).

술 후 12주째 조직학적 소견에서는 6주에 비해 임플란트 collar 부위와 일부 나사산을 피개하고 있는 섬유성 결체조직의 염증 소견이 현저히 감소되었으며, 섬유조직의 하방 성장은 관찰되지 않았다. 치조정 회복이 보다 뚜렷하여 치조정을 이루는 골 조직은 다수의 골세포들이 분포된 미성숙 골 조직 양상으로 하방 성숙 치밀골판과 쉽게 구분되었다 (Figure 11A). 반면 하방 임플란트 계면을 따라 골융합을 이루고 있는 골 조직은 6주 소견과 달리 중심 혈관을 포함한 골수 조직이 현저히 감소되면서 골원 구조가 잘 형성된 성숙 치밀골로 구성되어 있다(Figure 11B). 하치조신경관에 인접한 영역에서는 골수강 조직에 의해 골융합이 이루어지지 않았으나 주위로 미성숙 섬유성 골조직의 형성이 활발히 이루어지면서 골수강이 협소화되었다. 형광현미경 사진 소견 상 임플란트 계면에서 직접 연결되는 일부 영역과 골원 중심 부위에서 형광이 좁게 동심원상에서 관찰되어 지속적으로 임플란트 계면과 골원 구조를 중심으로 골개조가 이루지는 안정된 치밀 성숙골로 구성되어 있음을 확인할 수 있다(Figure 11C).

## 3) Dio

술 후 6주째 조직학적 소견에서는 치조정이 임플란트 최상방 나사산 또는 그 상부에 위치하였으며, collar는 염증소견이 미약한 건전한 섬유성 치은 조직에 의해 피개 되었고, 임플란트 계면 사이로 정상적인 열구형성이 관찰되었다(Figure 12A). 골 조직은 다수의 혈관과 골수 조직을 함유하는 골수강이 비교적 넓게 분포되어 골원 구조가 명확하지 않고 다수의 골세포가 분포된 Eosin 염색성이 강한 미성

속 섬유성 골로 구성되었다(Figure 12B). 형광 현미경 사진 소견에서 나사산 사이를 채우는 골 조직에서 동심원상으로 형광선이 좁게 관찰되어 단계적으로 신생골의 축적이 이루어지면서 직접적인 골융합이 완성됨을 확인할 수 있다(Figure 12C).

술 후 12주째 조직학적 소견에서는 임플란트 상방 일부 작은 나사산이 노출되어 섬유성 치은 조직에 의해 피개 되었으나 상피세포 및 염증성 치은 조직의 하방 성장은 관찰되지 않았다. 6주 소견에 비해 전반적인 골융합 상이 양호하였고, 임플란트와 융합되어 있는 골 조직은 혈관을 포함하는 골수강 구조가 현저히 감소된 성숙 치밀골로 구성되었다(Figure 13A). 골원의 중심이 확장된 골수강이 부분적으로 관찰되나 6주에 비해 골원 구조가 보다 명확하고 치밀하였다(Figure 13B). 형광 현미경 사진 소견에서 6주에 비해 보다 적은 영역에서 폭이 좁은 동원심상의 형광선이 관찰되어, 임플란트 계면이 보다 성숙된 골 조직에 의해 골성 융합을 이루고 있음이 확인되었다(Figure 13C).

### 3. 조직형태학적 분석

술 후 6주째 Lifecore의 전반적인 골-임플란트 접촉률은 42.4%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 63.7% 그리고 그 부위에서의 골량은 76.6%를 나타내었다.

Avana의 전반적인 골-임플란트 접촉률은 32.0%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 61.9% 그리고 그 부위에서의 골량은 71.4%를 나타내었다. Dio의 전반적인 골-임플란트 접촉률은 34.9%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 68.2%, 그리고 그 부위에서의 골량은 75.3%를 나타내었다. 각 군 간에 유의한 차이는 없었다( $P < 0.05$ ).

12주 후 Lifecore의 전반적인 골-임플란트 접촉률은 58.5%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 83.2% 그리고 그 부위에서의 골량은 82.3%를 나타내었다. Avana의 전반적인

골-임플란트 접촉률은 61.9%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 84.0% 그리고 그 부위에서의 골량은 87.5%를 나타내었다. Dio의 전반적인 골-임플란트 접촉률은 57.5%를 나타내었으며, 골성 융합이 양호한 부위에서의 골성 접촉률은 81.6%, 그리고 그 부위에서의 골량은 84.8%를 나타내었다. 각 군 간에 유의한 차이는 없었다( $P < 0.05$ , Table 1).

### 4. PTV 결과

술 후 6주째 Lifecore의 PTV는 식립 직후 -3.78, 6주 후 -3.78을 나타내었으며, Avana의 PTV는 식립 직후 -3.89, 6주 후 -3.44를 나타내었으며, Dio의 PTV는 식립 직후 -4.56, 6주 후 -2.89를 나타내었다. 각 군 간에 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ ).

술 후 12주째 Lifecore의 PTV는 식립 직후 -3.44, 12주 후 -2.22를 나타내었으며, Avana의 PTV는 식립 직후 -3.78, 12주 후 -5.00을 나타내었으며, Dio의 PTV는 식립 직후 -3.00, 12주 후 -3.33을 나타내었다. 각 군 간에 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ , Table 2).

## IV. 고안

임플란트는 상실된 치아를 대체하고 인접치아의 손상을 막고 저작기능을 거의 완벽하게 회복시키는 치료 술식으로 임상에서 널리 사용되고 있으나, 치아의 상실 후 치조골의 보존을 위해 즉시 임플란트를 식립하는 것은 많은 논란이 있다.

본 연구는 비글견에서 하악치아를 인위적으로 발치하고 RBM 처리된 3종의 임플란트들을 즉시 식립하여 6주 후와 12주 후의 골융합 정도와 양상을 임상적, 방사선학적, 안정성 검사, 조직학적 및 조직형태 계측학적으로 상호 비교 평가하였다. 매식한 후 골융합을 유도하기 위해 임플란트에 부하가 가해지지 않도록 연구기간동안 임플란트 상부 보철물을 제작하지 않았다.

Table 1. 6주와 12주 치유기간에 3가지 임플란트 형태에 따라 임플란트와 골의 접촉률(% , n=3)

| Implants | 6 weeks     | 12 weeks    |
|----------|-------------|-------------|
|          | mean ± S.D. | mean ± S.D. |
| Lifecore | 42.4 ± 17.3 | 58.5 ± 5.1  |
| Avana    | 32.0 ± 11.1 | 61.9 ± 6.1  |
| Dio      | 34.9 ± 20.3 | 57.5 ± 6.0  |

\* 6주와 12주 통계학적으로 유의성 있음(p<0.05).

Table 2. 6주와 12주에 3가지 다른 형태의 임플란트에 대한 Periotest Values(PTV) (n=3)

| Implants | Base line    | 6 weeks      | Base line    | 12 weeks     |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          | mean ± S.D.  | mean ± S.D.  | mean ± S.D.  | mean ± S.D.  |
| Lifecore | -3.78 ± 0.97 | -3.78 ± 1.79 | -3.44 ± 1.51 | -2.22 ± 3.19 |
| Avana    | -3.89 ± 1.17 | -3.44 ± 1.24 | -3.78 ± 1.09 | -5.00 ± 0.00 |
| Dio      | -4.56 ± 1.17 | -2.89 ± 1.54 | -3.00 ± 1.41 | -3.33 ± 0.71 |

\* 6주와 12주와 비교해 통계학적으로 유의성 있음(p<0.05).

골융합된 임플란트의 특징은 동요도를 보이지 않고 방사선 검사상 임플란트 주위에 방사선 투과상이 없으며 조직학적 검사상 골과 임플란트 표면 사이에 연조직의 개재 없이 직접 접촉하는 것이 특징이다<sup>20)</sup>. 그러나 이러한 골융합을 조직학적으로 확인하는 것은 임상에서 불가능하다. 임상적으로 확인하기 위해 방사선학적 검사, tapping에 의한 sound test, Periotest에 의한 안정성 검사(stability test) 등이 있으나, 이러한 임상검사만으로 골융합이 반드시 일어났다고 할 수 없고 다만 추정할 수 있다.

Periotest는 임플란트나 치아에서 충격에 대한 감폭효과(dampening effect)를 이용하여 동요도를 수치로 표시하는 것으로 -8에서 +99까지 기록되며, 이 수치는 식립위치와 임플란트 직경에 좌우되며, 임플란트 표면적이나 종류, 피질골 접합 정도에는 크게 영향을 받지 않는다. 지대치와 임플란트의 결합에 있어서 안정적인 성공적인 PTV는 상악에서는 평균 0(-4 ~ +5)이며, 하악에서는 평균 -2(-6 ~ +2)이다. 부분적으로 골의 밀집도가 다르기 때문에 결과의 차이가 있으며, 측정값이 -2 이하를 나타낼 경우 성공적으로 본다. -8에서 +9까지의 PTV는 임

상적으로 동요도가 없는 상태를 의미하며, 측정거리, 방향, 타격각도 및 술자의 숙련도에 따라 수치가 약간 달라지는 단점이 있다<sup>21-22)</sup>.

본 연구에서 식립 후 6주, 12주의 3종의 임플란트들에서 -2 ~ -5 수치 값을 나타내어 임상적으로 동요도가 없는 것으로 판정할 수 있었다. 그러나 periotest는 임플란트의 안정 또는 불안정 정도를 평가하는 것으로 골융합은 동물실험이나 생검 등의 조직학적 검사에 의해 평가된다<sup>23)</sup>.

많은 연구들<sup>24-26)</sup>에서 조직형태계측학적인 분석을 통하여 임플란트의 표면 거칠기를 증가시키는 것은 골과 임플란트의 접촉을 증가시키는 경향이 있음을 보고하였다. 임플란트의 거친 표면을 만들기 위해 흡수성 입자분사방식을 이용한 임플란트에 관한 연구에서 Piattelli 등<sup>26)</sup>은 선반 가공한 표면과 RBM 방식으로 처리한 임플란트를 토끼 대퇴골에 식립한 후 8주째에 조직학적 및 조직형태계측학적으로 비교한 결과 평활한 임플란트 표면에 비해 RBM 방식으로 표면 처리한 표면에 더 많은 골아세포와 성숙한 골이 직접 접촉되어 있는 것을 관찰하였다고 하였다. Maurizio 등<sup>25)</sup> 또한 가토의 슬관절을 이용한 실험을



통하여 RBM 임플란트가 평활한 임플란트보다 골 접촉률이 높고 골형성이 빠르다고 하였다. Sanz 등<sup>27)</sup>은 치밀골에서 임플란트 나사선이 하버시안 시스템(haversian system)을 가진 층판골 유형의 성숙한 골 조직으로 채워졌으며, 망상골에서는 치밀골 형태의 골 조직이 관찰되고, 염증세포나 섬유조직의 개재는 관찰할 수 없었다고 하였다. 그리고 조직형태 계측학적 평가에서 대조군인 평활한 임플란트는 식립 8주 후 51%의 골-임플란트 접촉률을, 수산화인회석으로 표면 처리한 임플란트는 식립 8주 후에 62.3%의 골-임플란트 접촉률을 보여 RBM 임플란트가 골-임플란트 접촉률이 우수하다고 보고하였다.

조직형태계측학적 분석에는 골-임플란트 접촉률을 총 임플란트 길이에 대한 비율이나 3개의 연속된 '최상의 나사선'에서의 길이의 비율이 사용되었다.<sup>26)</sup> 이번 실험에서는 임플란트의 전반적인 부분을 다룬 후, 그 중 골 밀도가 좋은 임플란트의 가운데 부분에서 조직형태계측학적 분석을 하였다. 발치 후 바로 식립하여서 coronal 부위는 polished collar 부위의 crestal bone loss와 상피조직의 하방 증식의 가능성으로 분석에서 제외하였다. 치근단 쪽의 경우 하치조신경의 상측 벽을 통과하거나 근접한 경우가 많아 역시 제외되었다<sup>28-29)</sup>.

이번 연구에서 각각의 임플란트들(Lifecore, Avana, Dio implnat)의 골-임플란트 접촉률은 6주후에는 42.4%, 32.0%, 34.1%였고, 12주 후에는 58.5%, 61.1%, 57.5%를 나타내었고, 각 임플란트들 간의 유의한 차이는 없었다( $p < 0.05$ ).

Johansson과 Albrektsson<sup>30)</sup>에 의하면 토끼에서 매식 1개월 후에는 섬유조직(fibrous tissue)이 관찰되고 3개월 무렵에는 50%, 6개월에는 65%, 1년 후에는 85%에서 골과 직접적으로 접촉이 일어난다고 하였다.

본 연구에서도 6주, 12주로 가면서 3종류의 임플란트가 공히 시간경과에 따라 표면에 직접적으로 골 조직이 접촉하는 부위가 증가하는 경향을 관찰할 수가 있었다. 그리고 시간경과에 따라서 처음에는 밀도가 매우 낮은 소주골의 형태를 나타내었으나 6주

를 지나자 이 골소주들이 서로 결합되면서 골 조직이 점차로 성숙되었으며 식립 후 12주 소견에서는 세 실험군 모두 골 조직이 더욱 성숙해져서 치밀골의 조직 소견을 나타내었고 골 임플란트 계면에서 빈 공간은 거의 관찰할 수가 없었다. 그리고 각 시기 별로 조직 소견에 있어서 큰 차이를 발견할 수가 없었다.

이번 실험은 요즘 많은 연구가 이루어지고 있는 부분 중 하나인 치아발치 후, 즉시 임플란트를 시행하였는데 이는 몇 가지의 장점을 지닌다. 첫째는 발치외를 수술 가이드(surgical guidance)로 이용할 수 있고 발치 후 치유기간 동안에 가장 흡수되기 쉬운 협측 치조골 벽이 유지되고 있기 때문에, 보철적인 관점에서 이상적인 위치에 식립할 수 있다. 둘째는 발치 후 치유기간과 골융합 기간이 동시에 일어나므로 인해 전체적인 치료기간의 단축을 꾀할 수 있다. 셋째는 발치와 임플란트 식립을 위한 한번의 외과적인 시술이 이루어짐으로 인해 환자의 신체적 및 정신적 스트레스가 감소하는 효과를 기대할 수 있다. 또한 보철 수복 전에 연조직의 성숙이 충분히 이루어지면서 접합상피와 열구 깊이가 안정되어 장기간의 보철물 안정성 측면에서 매우 유리하다. 반면 단점으로는 일단 형성된 임플란트 주위 연조직을 위생관리에 유리한 형태로 처치하거나 심미적으로 형성하는데 상당한 어려움이 있고 골량이 부족하여 광범위한 골유도 재생술이나 골이식술이 시행되는 경우에는 좋지 못한 예후를 보이는 경우가 많다.

이렇듯 발치 후 즉시 임플란트를 식립 하는 것이 많은 장점을 가지고 있으며, 완전 치유된 치조골에 식립한 임플란트와 유사한 성공률을 얻을 수 있다는 보고가 있다. Grunder 등<sup>31)</sup>은 3년간의 즉시 임플란트 증례들을 관찰한 결과 상악에서는 92.4%, 하악에서는 94.7%의 생존율을 보였다고 발표하였다. Gelb<sup>32)</sup>는 통상적인 방법의 임플란트와 발치 후 즉시 임플란트는 별 차이가 없다고 보고하였다. Weiss와 Rostoker<sup>33)</sup>는 fiber titanium 임플란트를 개에 이식하여 5~50 $\mu$ m 두께의 섬유조직이 존재하였음을 보고하였다. Hodosh 등<sup>34)</sup>은 vitreous carbon을 원숭이

에 이식하여 많은 염증세포와 교원섬유 다발로 이루어진 임플란트 주위막이 형성되었음을 보고하였다. 그 후 Dahlin<sup>36)</sup>, Lazara<sup>2)</sup> 등에 의해 즉시 임플란트 시행시의 조직유도 재생막 효과에 관한 다양한 연구 결과가 보고되었다. 본 실험에서 세 군의 매식체 모두 상부가 하부와 비교하여 골융합보다 결합조직에 의해 둘러싸인 소견이 보이는 경우가 있었는데 이는 one stage 임플란트이고 비글견에 아무 처치 없이 바로 식립하여, 적절한 shield-protection이 부족했던 때문으로 볼 수 있으며 Todecsan 등<sup>35)</sup>의 주장과 일치한다.

한편, 하악 견치의 원심 면에서 10mm 후방에 임플란트가 매식된 경우에 원심으로 심하게 만곡된 견치의 치근과 인접하여 위치한 경우도 있었다. Buser 등<sup>37)</sup>에 의하면 잔존 치근단 부위를 남겨둔 채 임플란트를 매식하면 인접 잔존 치근에서 새로이 형성된 백악질과 직접적으로 연결되어 있었고 이 백악질층과 인접 치조골 사이에는 인접 치근에서 관찰된 치주인대와 조직학적으로 유사한 연조직의 공간을 발견하였다. 이번 실험에서도 임플란트가 인접 치아의 치근에 매우 근접하여 식립된 경우에는 치주인대 조직이 인접 치근으로부터 유래되어 임플란트 쪽으로 성장된 소견이 관찰되었다. 그러므로 임플란트 식립 시에 인접 치근에 너무 근접된 경우는 골융합이 일어날 수 없다고 생각된다.

본 연구 결과 Lifecore 임플란트는 물론, Avana 임플란트, Dio 임플란트 또한 발치 후 즉시 식립을 위한 성공적인 임플란트로서 적합한 재료로 사료되며 임상 적용시 환자의 전신 상태와 이식부 주위 조직의 상태를 적절히 고려하면 훌륭한 성공률을 나타낼 것으로 생각된다.

## V. 결론 및 요약

본 연구는 Lifecore 임플란트, Avana 임플란트, Dio 임플란트를 비글견에서 발치 후 즉시 식립해서 6주 후, 12주 후의 임상적 및 방사선학적, 조직학적, 조직형태계측학적 소견을 비교 평가하기 위하여 시

행하였다. 비글견에서 발치 후 즉시 임플란트를 식립 한 다음, 6주 후와 12주 후의 임상적 및 방사선학적, 조직학적, 그리고 조직형태계측학적 결과는 다음과 같다.

1. 임상적 및 방사선학적으로 모든 임플란트 식립 부위는 3개를 제외한 나머지는 동요도 및 염증 반응이 없는 정상적인 결과를 보였다.
2. PTV 측정결과 -2 ~ -5로 전체적으로 안정적인 상태를 보여 주었다. 각 군 사이의 통계학적인 유의차는 없었다( $p < 0.05$ ).
3. 조직학적 소견으로 6주 소견은 임플란트에 인접한 골 조직은 혈관함유부가 확장되면서 골수성 조직이 증가되고 있었으나, 골원 구조가 뚜렷하게 관찰되지 않았다. 12주 소견은 임플란트 계면을 따라 골성 융합을 이루고 있는 골 조직은 6주 소견과 달리 중심 혈관을 포함한 골수 조직이 현저히 감소되면서 골원 구조가 잘 형성된 성숙 치밀골로 구성되어 있다.
4. 조직형태계측학적 소견에서 골-임플란트 접촉률은 각 군 사이의 통계학적인 유의차는 없었다 ( $p < 0.05$ ).

## VI. 참고문헌

1. Barzilay L, Graser GN, Iranpour B, et al. Immediate implantation of pure titanium implant into an extraction socket : Report of a pilot procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:277-284.
2. Lazzara RM. Immediate implant placement into extraction site : Surgical and restorative advantages. *Int J Perio Rest Dent* 1989;9:333-343.
3. Parel SM, Triplett RG. Immediate fixture placement: A treatment planning alternative. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;54:337-345.
4. Schulte W, Heimke G. The Tubinger immediate

- implant. Berlin, Quintessenz 1976;27:17-23.
5. Paolantonio M, Dolci M, Scarano A, et al.. Immediate implantation in fresh extraction sockets. A controlled clinical and histological study in man. *J periodontol* 2001;72:1560-1571.
  6. Anneroth G, Hedstrom KG, Kjellman O, et al. Endosseous titanium implants in extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Int J Oral Surg* 1985;14:50-54.
  7. Bränemark PI, Breine U. Intraosseous anchorage of dental Prosthesis. experimental studies. *Scandl Plast Reconstr Surg* 1969;3:81.
  8. Albrektsson T. Osseointegrated titanium implants. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-170.
  9. Deporter DA, Watson PA, Pilliar RM. A histological assessment of the initial healing response adjacent to porous - surfaced, titanium alloy dental implant system in dogs. *J Dent Res* 1986;65:1064-1070.
  10. Hobo S, Ichida E, Garcia LT. *Osseointegration and Occlusal Rehabilitation*. Chicago, Quintessence Publishing Co. 1989; 21-30.
  11. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1989;49:843-848.
  12. Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants. A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
  13. Buser D, Scjenk RK, Steinemann S, et al. Influence surface characteristics in bone integration titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889-902.
  14. Block MS, Finger IM, Fontenot MG, Kent JN. Loaded hydroxyapatite coated and grit blasted titanium implants in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:219-225.
  15. Brunski JB. Biomaterials and biomechanics in dental implant design. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:85-97.
  16. Schliephake H, Reiss G, Urban R, Neukam FW, and Guckel S. Metal release from titanium experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1993;8(5):502-511.
  17. Sykaras N, Iacopin AM, Marker VA, Triplett RG, Wooky RD. Implant materials, designs, and surface topographies: their effect on osseointegration. A Literature Review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000; 15(5):675-690.
  18. Oslini G, Assenza B, Scarano A, Piatelli M, Piatelli A. surface analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(6):779-784.
  19. Smith DC. Biomaterials in dentistry. *J Dent Res* 1975;54B:145-152.
  20. Bränemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
  21. Van Scotter DE, Wilson CJ. The Periotest method for determining implant success. *J Oral Implantol* 1991;17:410-413.
  22. Van Steenberghe D, Tricio J, Naert I, Nys M. Damping characteristics of bone to implant interfaces. A clinical study with the Periotest device. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:31-39.
  23. Albrektsson T, Sennerby L. Direct bone anchorage of oral implants. : Clinical and experimental considerations of the concept of osseointegration. *Int J Prosthodont* 1990; 3:30-41.

24. Buser D, Scjenk RK, Steinemann S, et al. Influence of surface characteristics in bone integration titanium implants. A sto-mor-phometric study in miniature pigs *J Biomed Mater* 1991;25:889-902.
25. Maurizio P, Antonio S, Michele P, et al. Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *oral implantol* 2003;28:2-8.
26. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, et al. Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. *J Oral Implantol* 2002;28:2-8.
27. Sanz A, Oyarzun A, Farias D, Diaz J. Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. *Implant Dent* 2001;10:126-131.
28. 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.
29. Novas AB Jr, Vidigal GM Jr, Novaes AB, et al. Immediate implants placed into infected sites: A histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac implants* 1998;13:422-427.
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. Grunder U, Gaberthuel T, Boitel N, et al. Evaluating the clinical performance of the Osseotite implant: defining prosthetic predictability. *Compend Contin Educ Dent* 1999;20:628-40.
32. Gelb DA. Immediate implant surgery: ten year clinical overview. *Compend Contin Educ Dent* 1999;20:1185-96.
33. Weiss M.B., and Rostoker W. Development of a new endosseous dental implant. Part I : Animal studies. *J Prosthet Dent* 1981;46:646-651.
34. Hodosh M., Povar M., and Shklar G. The porous vitreous carbonopoly-methacrylate replica implant. Continuing studies. *J Prothet* 1979;42:557-565.
35. Todescan R., Pillar R.M., and Mechler A.H. A small animal model for investigating endosseous dental implants : Effect of graft material on healing of endosseous, porous-surfaced implants in placed in a fresh extraction socket. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:217-112.
36. Dahlin C., et al. Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;10:19-25.
37. Buser, D., Warrer, K., Karring, T., and Stich, H. Titanium implants with a true periodontal ligament : An alternative to osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:113-116.

## Comparative Study Of Osseointegration On Different Immediate Implants In Extraction Sockets Of Beagle Dogs

Ki-Jong Sun<sup>1</sup>, Jae-Young Park<sup>1</sup>, Eun-Gyeong Jung<sup>1</sup>, Mee-Ran Shin<sup>2</sup>, Yun-Sang Kim<sup>1</sup>,  
Sung-Hee Pi<sup>1</sup>, Hyung-shik Shin<sup>1</sup>, Hyung-Keun You<sup>1\*</sup>

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

Recently, immediately after losing teeth, implant placement has been greatly attempted. Implant can help restoration of tooth functions within short time. This study was an attempt to examine the extent of osseointegration when the implants will be placed immediately after teeth extraction using domestic implant systems. Implants were inserted in beagle dogs and evaluated the clinical, radiological, histological and histomorphometric assay at 6 weeks and 12 weeks. For experimental materials, STAGE-1<sup>®</sup>(4.1×8mm, Lifecore, USA), SS-III<sup>®</sup>(4.0×8mm, OSSTEM, Korea) and IFI<sup>®</sup>(4.0×8 mm, DIO, Korea) implants treated with RBM were placed. All the placed site showed normal results without fail and inflammation clinically and radiologically. As a result of measurement by periotest, it showed -2 ~ -5 and stable status comprehensively. There was no statistically significant difference among implants( $p < 0.05$ ). Bone tissue adjacent to implant showed increased marrow tissue at 6 weeks. Nevertheless, osteogenic structure was not observed remarkably. In a 12 weeks opinion, bone tissue composed of osseointegration along implant interface showed significantly decreased marrow tissue containing central vessels unlike a 6 weeks opinion and matured compact bone whose osteogenic structure is well formed. BIC were 42.4%, 32.0% and 34.9%, respectively in 6 weeks and there was no statistically significant difference among groups( $p < 0.05$ ). In 12 weeks, BIC were 58.8%, 61.9% and 57.5%, respectively and there was no statistically significant difference among groups( $p < 0.05$ ). It is considered that all 3 implant systems are suitable for immediate implant placement.