

비글견에서 아래턱 작은어금니 Implant의 즉시 부하에 대한 평가

김대진 · 김정은 · 성윤상 · 장환수 · 권영삼 · 장광호¹

경북대학교 수의과대학

(게재승인: 2009년 12월 9일)

Evaluation of the Osseointegration in Immediately Loaded Implants in the Premolar Socket of the Mandible in Beagles

Dae-Jin Kim, Jung-Eun Kim, Yun-Sang Seong, Hwan-Soo Jang, Young-Sam Kwon and Kwang-ho Jang¹

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Abstract : Tooth restoration with implant placement have been interested in modern veterinary dentistry. It is important to reduce the interval between the tooth extraction and the insertion of the implants, to determine the restoration time after implant placement in dogs. The aim of this study was to compare the bone mineral apposition rate of immediately loaded implants with an unloaded control during the early healing state in the artificial extraction mandible. In four Beagles, two premolar sockets (PM2 and PM3) of the both sides of the mandible were installed with a one stage titanium mini-implant with a length of 11 mm and a diameter of 3.37 mm immediately after tooth extraction. Provisional restoration was given to implants, 3 weeks after implant placement in the left side (immediate loading) and 12 weeks in the right side (delayed loading), respectively. Radiographic and histologic examinations were performed. Radiographic evaluation revealed no significant difference between two groups. Bone-implant contact was 47.1 ± 8.9 in immediate loading and 50.2 ± 8.2 in delayed loading, interthread bone density was 78.7 ± 10.9 in immediate loading and 73.1 ± 15.5 in delayed loading, and peri-implant bone density was 95.4 ± 7.1 in immediate loading and 95.0 ± 5.2 in delayed loading, respectively. Three histologic analyses showed no significant difference between delayed and immediate loading. Followed by this study, the immediate loading of implants inserted into fresh extraction sockets after tooth extraction could be considered in veterinary dentistry.

Key words : tooth restoration, osseointegration, implant, dog.

서 론

치아는 노쇠, 질병 등 여러 요인에 의해 소실될 수 있으며 이로 인한 치아 상실은 주변 치아 및 치조골의 흡수와 변위에 의한 구강 건강 상태 악화, 성형학적 문제, 저작 장애 등의 여러 부작용을 야기한다(30). 치의학에서는 저작 기능을 유지하고 인근 치아와 치조골의 건강 및 미용 효과를 개선하기 위한 여러 방법이 개발 적용되어 왔으며 이들 치아 재건술 중 인접 치아에 가장 적게 영향을 미치는 임플란트 이식술이 최근 집중적으로 연구, 시술되고 있다(2,3). 그러나 수의학에서는 아직까지 임플란트 이식술이 극히 제한적으로 치아 손실을 재건하는 수단으로 이용되고 있다.

임플란트 이식은 임플란트의 형태(6,28), 임플란트의 재료(1,13), 수술 방법(7), 뼈의 질(27), 임플란트 주변 잇몸의 건

강 상태 및 감염 여부(17,23,26) 등의 영향을 받지만, 가장 일반적인 방법은 발치 또는 치아 소실 후 수 개월간 치조골을 골성 치유 시킨 후 임플란트를 매식하고 수개월에 걸친 유합 기간을 거친 다음 인공 치관을 장착하는 것이 가장 일반적인 방법이다. 고전적인 임플란트 이식 protocol에 따르면 발치 후 6개월의 골성 치유 기간을 거치는 것이 효율적이라 하였다(8). 이와 같은 전통적인 지연 식립은 수술 성공율도 어느 정도 높고 부작용도 적으며 임플란트와 치조골간 유합 역시 비교적 양호하다는 장점도 있으나 여러 번의 마취 및 수술이 필요하고 치료 종료 시까지 아주 오랜 기간이 소요할 뿐 아니라 비용도 매우 많이 들어 이들 요인으로 인해 임플란트 이식이 치아재건술에서 보편적인 치료 방법으로 이용되지 못하고 있는 실정이다.

치아 발치 후 임플란트 식립 사이, 임플란트 식립에서 교합기능 부여 사이의 최적 시간이 얼마인가에 대해서는 논란이 있으나(9) 비용을 절감하기 위해 복잡한 수술 단계를 줄이고 치아 발치에서 교정기능 부여까지의 기간을 짧게 하는

¹Corresponding author.
E-mail : khojang@knu.ac.kr

방법에 관해 많이 연구되고 있다. 발치 직후 발치된 치조와에 임플란트를 즉시 식립하는 것은 임플란트 주변 치조골 결손을 초래할 가능성이 있어 골재생 촉진물질 투여가 필요할 수 있으나(9,10) 치아 발치 후 즉시 임플란트를 식립하는 것이 발치 후 임플란트 식립까지의 여러 수술 과정을 줄이고 치조골의 높이를 유지하여 치조와 내에 임플란트 위치를 정확히 할 수 있을 뿐 아니라 치유과정에서 임플란트 주변 골조직의 통합성을 보존할 수 있다(7,32). 한 연구에서는 골성 유합이 소실된 기존 임플란트 제거 직후 새로운 임플란트를 즉시 식립한 경우도 치아 발치 직후 임플란트 식립과 유사한 효과를 얻었다고 하였다(15). 임플란트 재건술에서 시간을 단축시키는 또 하나의 방법은 임플란트 식립 직후 교합기능을 부여하는 것이다. 임플란트 식립 후 일반적으로 상당 기간의 골성 치유기간을 지난 후 교합 기능을 부여하는 2단계 수술 기법이 우수한 치료 결과를 얻을 수 있다고 알려져 있으나(18) 임플란트 식립 직후 교합기능을 바로 부여하는 1단계 수술 기법을 적용해 치료한 증례 또한 보고되고 있다(4,16).

특히 수의학에서는 치아 재건 수단으로 임플란트 이식술을 널리 이용하기 위해서는 여러 단계에 걸친 임플란트 이식술의 조작 과정을 획기적으로 줄이고 소요되는 비용을 절감하는 것이 필요 불가결한 요소이다.

따라서 본 연구에서는 이전의 연구 결과를 토대로 비글견에 적절하게 고안된 임플란트를 이용하여, 발치 직후 임플란트를 장착하고 치조와의 골성 치유 후 임플란트를 장착하는 것과 비교하여 임플란트 이식과 거의 동시에 인공치관을 장착하는 것이 임플란트와 주변 치조골 사이 골성 유합에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하고 향후 수의임상에서의 적용 가능성을 추정하며 치의학에서의 이용 가능한 기초자료를 획득하고자 하였다.

재료 및 방법

실험동물

평균 체중 12 kg, 나이 2 세인 비글견 4두를 실험에 이용하였다. 실험견 모두 예방접종(DHPPL)을 실시하였으며 febantel(Drontal® Plus, Bayer Korea Ltd., Korea)로 구충하였다. 실험은 2주간 적응기간 후 실시하였으며 물과 사료는 자유 급식하였다.

임플란트

본 실험에서는 비글견의 작은어금니 크기에 적절한 임플란트를 제작하여 실험에 이용하였다. 임플란트는 재료가 순수 titanium이며 치아갯쪽으로는 이중 나사산이 3 개, 치아뿌리쪽으로는 단일 나사산이 4 개씩 있고 직경 3.3 mm, 길이 11 mm로 abutment가 부착된 일체형으로 제작하였다(Fig 1).

임플란트 식립 및 인공치관 장착

실험견의 외과 조작을 위해 atropine(황산아트로핀주사®, 대한약품, 한국)을 전치치하였다. Medetomidine hydrochloride



Fig 1. A one-stage titanium implant used in this study.



Fig 2. Two artificial crowns used in this study.

(도미토®, 한국 화이자, 한국) 정맥주사로 마취를 유도하고 isoflurane(에어레인®, 일성신약 주식 회사, 한국)으로 마취를 유지하였으며 감염을 예방하기 위해 cefazolin(세파졸린®, 종근당, 한국)을 정맥주사하였다. 실험견을 횡와 자세로 보정하고 인공치관 제작을 위해 각 실험견에서 아래턱 둘째 및 셋째 작은어금니 양쪽 모두의 인상을 만든 후 인공치관 제작을 의뢰하였다(Fig 2). 인상 제작 후 해당 치아를 발치하여 아래턱 양쪽에 무치 구역을 형성하였다. 발치 직후 양쪽 무치 구역에 임플란트 2 개씩을 각각 식립하여 각 실험견에 4 개의 임플란트가 식립되게 하였다(Fig 3). 왼쪽 아래턱에 식립한 임플란트(즉시 부하군)에는 임플란트 식립 3 주 후 인



Fig 3. Two implants were inserted into both edentulous areas of the mandible.



Fig 4. Provisional restoration with artificial crown was given to implants, 3 days after implant placement in the left side of the mandible.

공치관을 장착하였으며, 오른쪽에 식립한 임플란트(자연 부하군)에는 12 주 후 인공치관을 장착하였다(Fig 4).

방사선 검사

임플란트 이탈 및 치주 염증 상태를 확인하기 위해 매식 직후, 인공 치관 장착 직후, 이 후에는 전 실험기간에 걸쳐 매주 구강내 방사선 사진을 촬영하였다. 치과용 방사선 사진 촬영기는 35 cm cone이 장착된 치과용 방사선 촬영기를 사용하였고 치과 필름(DF 55, Kodak)을 이용하여 65 Kv, 10 mA 조건 하에 0.25 초 노출하여 사진을 촬영하였다. 필름은 임플란트에 평행되게 위치시키고 필름에 수직으로 방사선을 조사하였다.

조직병리검사

비탈회 조직시편 제작

실험 후 계획된 관찰 기간에 따라 실험견으로부터 아래턱 뼈를 적출하여, 중성 10% 포르말린용액으로 48 시간 고정 한 다음, 실험부위의 각각의 임플란트가 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% 알콜 용액으로 3 시간 탈수하고, villanueva 염색 용액에 넣어 4 일간 염색하였다. 이를 50%, 70%, 80%, 90% 에타놀로 각 2 시간씩, 95% 에타놀로 16 시간, 그리고 100% 에타놀로 2 시간 탈수하였다. 탈수 후 Propylene oxide로 2 시간씩 2 번 치환하고, Propylene과 resin을 1:1 비율로 섞은 용액에 3 시간, Propylene과 resin을 1:2 비율로 섞은 용액에 16 시간, 그리고 순수 resin 용액에 3 시간 이상 두어 충분히 resin이 조직에 침투되도록 하였다. 침투과정이 마무리된 후, 새로운 순수 resin 용액으로 옮겨, 37°C incubator에서 16 시간 중화 시킨 후, 60°C incubator에서 3 일간 중합시켜 연마용 resin block을 제작하였다. 먼저 절삭 면마를 위해 불필요한 부위를 trimmer로 절삭하고, hard tissue microtome(Accutom-50, Struers, Denmark)으로 1 mm 두께로 절단하여 현미경 관찰용 플라스틱 위에 부착하고, 연마기(Rotopol-35, Struers, Denmark)를 이용하여 40 μ m 전후 두께의 비탈회 절편을 제작하였다.

광학 현미경적 관찰

임플란트 주위 골결손에서의 골성 회복 양상과 임플란트 계면과의 유합 정도의 조직학적 관찰 그리고 골 개형 과정을 관찰하기 위해 비탈회 연마표본을 현미경(BX-5 IT, Olympus, Japan)을 이용하여 관찰하였다.

조직형태계측학적 관찰

각 군단 3 개의 샘플을 현미경을 이용하여 이식된 임플란트가 포함되도록 $\times 20$ 배율을 채득한 다음, photoshop 프로그램을 이용하여 전체 사진으로 재구성하였다. 그리고 임플란트의 나사선 정점 3 개가 포함되도록 좌측 및 우측면에서 $\times 100$ 배율 확대사진을 추가 촬영하였다. 이들의 영상을 영상 분석기(iMTechnology, Korea)를 이용하여 임플란트의 전체 길이를 측정하고 임플란트에 접촉된 골 부위를 측정하여 임플란트와 골간 접촉률(bone-implant contact)을 산정하였다. 그리고 나사선의 정점 3 곳을 연결하는 직선을 그어 그 나사선과 정점을 연결하는 직선이 형성하는 삼각형의 공간을 채우고 있는 골밀도(interthread bone density)와 나사선의 정점을 있는 직선으로부터 600 μ m 떨어진 범위를 포함하는 4 각형의 영역을 형성하여 그 내부의 골밀도(perimplant bone density)를 측정하였다.

통계 처리

조직형태 계측 값은 평균 \pm 표준편차로 표시하였으며 실험군간 통계학적 유의성 검정은 Student's t-test로 실시하였다.

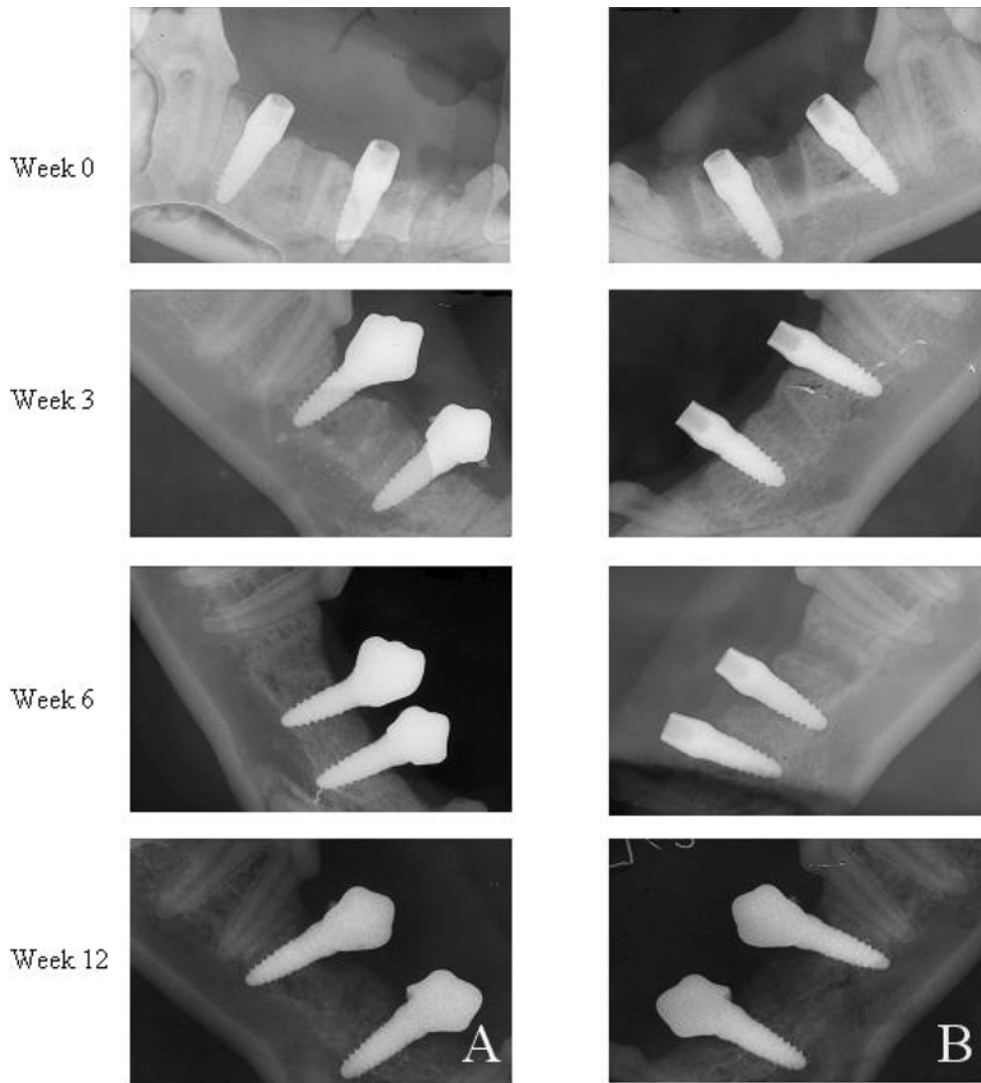


Fig 5. Radiographs of implants inserted into the mandible. A, Implant loaded 3 weeks after implantation. B, Implants loaded 12 weeks after implantation.

결 과

식립 후 즉시 교합기능을 가한 임플란트 8 개 중 2 개와 식립 후 3 개월간 골성 치유 기간을 제공하고 교합기능을 가한 임플란트 8 개 가운데 1 개가 실험 초기 탈락하여 조직 형태학적 계측은 각군에서 5 개씩 실시하였다. 발치, 임플란트 매식, 인공치관 장착, 방사선 검사 등 전 실험기간을 통하여 전 실험동물에서 특이할 만한 임상증상이나 외과 처치로 인한 합병증은 관찰되지 않았다.

방사선 소견

기간이 경과함에 따라 발치 부위는 골이 신속히 재건되었다. 임플란트 매식 직후 방사선 사진상 두 그룹 간 특이한 차이는 보이지 않았으며, 두 그룹 모두 임플란트와 치조골 사이 영역은 방사선 불투과성의 치조경관 구조를 소실하고 주위 치조골과 균질한 정도의 투과성을 보였다(Fig 5). 교합

기능 즉시 부여군에만 교합기능을 부여한 후 촬영한 임플란트 식립 3 주 후 방사선 사진상에서 두 군 모두 침부를 제외한 치조골과 임플란트 사이 인접 정상 치아 치주막 정도의 얇은 연부조직 투과도를 보이는 방사선 투과성 영역이 균일한 간격으로 관찰되었다. 그러나 치조골의 재구성 변화나 임플란트의 유동성을 나타낼 만한 용해 또는 경화를 포함한 기타 방사선 소견은 관찰되지 않았다. 6 주 후 촬영에서 두 그룹 모두 임플란트와 치조골 사이 방사선 투과성 영역은 소실되고 주위 치조골과 균질한 비투과성 조직으로 대체되었으며, 이후 12 주까지 치조골의 주목할 만한 변화상은 관찰되지 않았으며 임플란트가 주위 골조직과 비교적 양호하게 유합하였다.

병리조직 소견

임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군과 임플란트 이식 후 골성 치유를 3 개월간 유도하고 교합기능을 가한 군

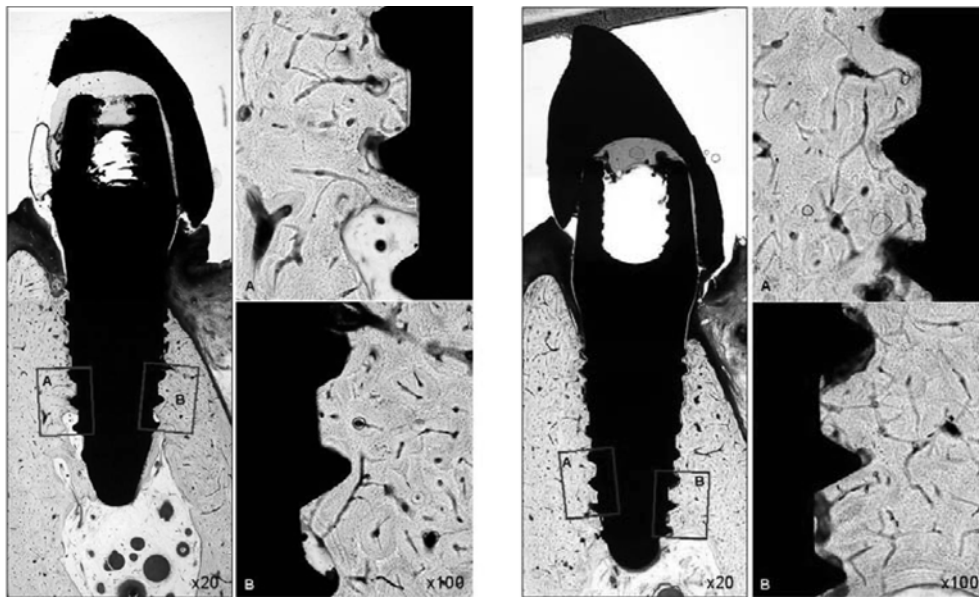


Fig 6. Histologic evaluation of implants inserted into the mandible of the Beagles. A, Implant loaded 3 weeks after implantation. B, Implant loaded 12 weeks after implantation.

Table 1. Evaluation of the osseointegration after immediate or delayed loading on implants in the premolar socket of the mandible

Items	Groups	
	Immediate loading(%)	Delayed loading(%)
Bone-implant contact	47.12 ± 8.88	50.20 ± 8.21
Interthread bone density	78.74 ± 10.87	73.11 ± 15.52
Peri-implant bone density	99.44 ± 7.08	95.04 ± 5.02

간 특기할 차이는 관찰되지 않았다. 각각의 임플란트의 치경부 영역에서 염증성 치은의 하방 증식이 부분적으로 관찰되어 이식된 임플란트의 상부 미세 나선선의 일부가 노출되는 경우가 관찰되었으나, 각 군의 이식된 임플란트는 골조직 내에서 비교적 양호한 골성 유합을 이루고 있었다(Fig 6). 임플란트를 싸고 있는 주위 골조직은 골원구조가 양호한 성숙된 골조직을 이루고 있었으며, 특기할 병적 소견을 보이지 않았다.

임플란트 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군과 임플란트를 이식 후 골성 치유를 3개월간 유도하고 교합기능을 가한 군의 골접촉율, 나선선 내부 골조직 골량 및 나선선 주변 골조직 골량은 Table 1과 같다. 임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군과 임플란트를 이식 후 골성 치유를 3개월간 유도하고 교합기능을 가한 군의 골접촉율은 각각 $47.1 \pm 8.9\%$ 와 $50.2 \pm 8.2\%$ 였다. 임플란트의 나선선 내부를 채우고 있는 골조직의 골량은 임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군에서 $78.7 \pm 10.9\%$, 이식 후 3개월간 골성 치유기간을 제공하고 교합기능을 가한 군에서 $73.1 \pm 15.5\%$ 를 나타내어 임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군에서 다소 높은 골밀도를 나타내었다. 임플란트 주변 골조직의 골량은 임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군에서 $95.4 \pm 7.1\%$, 이식 후 3개월간 골성 치유기간을 제공하고 교합기능을 가

한 군에서 $95.0 \pm 5.2\%$ 를 나타내어 특기할 차이를 보이지 않았다.

고 찰

임플란트 식립 방법은 발치 후 임플란트 식립 시기에 따라서도 구분할 수 있다. 발치 직후 신선 치조외에 임플란트를 식립하는 것을 즉시 식립(immediate implantation), 발치 6~8 주 후 식립은 즉시-지연 식립(immediate-delayed implantation), 골 치유 후 식립하는 것을 지연 식립(delayed implantation)이라 한다. 치과학에서 즉시 식립은 치아 재건 기간을 단축시키고 치조골의 높이를 유지하여 미적 효과를 향상시킬 수 있는 장점이 있으나 식립 임플란트의 탈락과 감염 위험성의 증대라는 단점도 있다(14). 이와 같은 소견에도 불구하고 발치 후 임플란트 즉시 식립 후 적절한 임상적인 치유 결과를 얻었다는 보고(21)가 있을 뿐만 아니라 임플란트 지연 식립과 임플란트 즉시 식립 후 방사선 소견과 조직형태 계측학적 소견이 유사한 결과를 보여 본 실험에서 임플란트를 즉시 식립 방법을 선택하여 실험을 수행하였다.

본 실험에서 식립된 임플란트는 즉시 부하군에서 2 개, 지연부하군에서 1 개가 탈락하여 전체 식립 임플란트 12 개 중

2 개가 탈락하였다는 Ericsson 등(18)의 보고와 비교할 때 비슷한 탈락율을 보였다. 실험기간 임플란트 식립에 따른 임상증상 및 합병증 또한 관찰되지 않아 무균적 기법과 적절한 술식을 준수하다면 식립 방법의 차이에 관계없이 부작용은 크지 않을 것으로 판단된다.

발치 후 치조골 내부에서는 다양한 변화가 관찰된다(11). 발치 후 60 일까지는 발치 치조와 내에 주로 무층뼈(woven bone)가 형성되며 발치 후 90 일 경에 무층뼈가 층판뼈로 교체되기 시작한다(18). 따라서 발치 후 3~6개월의 골성 치유 기간을 두고 임플란트를 식립하는 것이 일반적인 식립 방법이다(1,5,31). 한 연구에 의하면 치조골 내부의 골의 증식과 소실은 발치 후 3 개월 이내 나타난다(33).

일반적으로 발치 후 치조와의 변화를 관찰한 일반 방사선 소견에서 치조와 인근 치아의 높이는 발치 후 12 개월 동안 변화가 없지만 발치된 치조와의 내외측 치조골의 높이는 관찰기간 0.3 mm 감소하고 치조와 내에 재생되는 뼈의 높이는 인접 치아의 정상 치조골 높이까지 치유되지 않는다 하였다(33). 본 실험에 사용한 방사선 기기로는 치조골과 주변뼈 치아의 높이를 신뢰성 있게 객관적으로 측정할 수 없어 일반적인 육안소견을 평가하기 위해 방사선 촬영을 실시하였다. 육안 소견 평가 결과 양 군 모두 발치 치조와 인접 치조골 침부가 약간 흡수된 소견을 제외하고는 특이적인 방사선 소견이 없었다. 임플란트 식립 3 주 후에 임플란트와 치조골 사이에서 균일하게 관찰되던 방사선 투과 영역이 6 주 후 비투과성 영역으로 대체되었으며 실험이 끝날 때까지 치조골의 주목할 만한 변화상은 발견되지 않았고 임플란트와 뼈 사이 양호한 골 유합이 관찰되었다.

치아 재건술 중 임플란트 이식술에서 골유합(osseointegration)이란 교합기능을 수행하는 임플란트와 주변 골조직과의 직접적인 구조적 및 기능적인 연결 이라고 정의할 수 있다(8).

본 실험에서 임플란트 식립 직후 교합기능을 부여한 군과 임플란트 식립 후 3개월간 골성 치유기간을 두고 교합기능을 부여한 군은 임플란트와 뼈 사이에 골성 결합 형태에서 유사한 양상을 보였다. 임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군과 임플란트를 이식 후 골성 치유를 3개월간 유도하고 교합기능을 가한 군의 골접촉율과 임플란트 주변 골조직의 골량은 거의 차이가 없이 비슷한 값을 보였으며 임플란트의 나사선 내부를 채우고 있는 골조직의 골량은 임플란트를 이식후 즉시 교합기능을 가한 군이 약간 높은 값을 보였으나 유의성이 있는 차이는 나타나지 않았다. 임플란트의 지연 식립군과 즉시 식립군과의 비교 검사에서도 이와 유사한 결과를 보였다는 이전의 보고(15)와 매식 임플란트와 비매식 임플란트 사이에 임플란트 식립 후 골성 변화에는 차이가 없었다는 보고(20)로 미루어 식립 시기에 따른 조직학적 변화 및 교합 기능 부여 시기에 따른 조직학적 변화는 거의 없는 것으로 사료된다. 특히 개에서는 위턱과 아래턱의 둘째작은 어금니와 셋째작은어금니가 완벽한 교합이 이루어지지 않기 때문에 교합 기능의 부여 시기에 따른 골유합의 차이는 더욱 나타나지 않는 것으로 판단된다.

임플란트 이식 후 치조골과의 골유합에 영향을 미치는 인자 중 하나는 교합 기능의 부여 시기이다. 뼈 조직의 초기 치유기에 비기능성 또는 기능성 부하를 부여할 때 골유합에 차이가 있었으며 이는 허, 뺨, 입술에 의해 임플란트에 가해지는 스트레스 때문이라 추정하였다(22,25). 1단계 수술로 기능성 부하를 가한 임플란트 주변 뼈에 손실이 나타났으며 뼈 병치가 불량하였다는 보고도 있다(29). 이들 보고와는 달리 본 실험에서는 지연 부하군과 즉시 부하군의 조직형태측정 값 사이에 유의할만한 차이가 없었던 것은 세 개의 이중 나사선이 있는 임플란트 표면과 주변 잇몸뼈 사이 유착 면적을 최대화시킨 임플란트를 비글건의 작은어금니에 가장 잘 부합하도록 자가 제작하여 불편함을 최소화 한 것 또한 한 요인이라 생각된다.

임플란트의 골 유합에 영향을 미치는 또 다른 인자는 임플란트와 치조골 사이에 형성되는 미세 간극이며 최근에는, 여러 번의 수술로 형성되는 미세간극에 집적된 미생물총에 의한 임플란트 주위염(peri-implantitis)와 같은 구강문제의 환자의 불편함을 개선하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다(12, 19,21,24,34). 소동물 임상에서는 위와 같은 이유 뿐 아니라 비용을 절감하고 임플란트 식립술이 보다 보편적인 치아재건술로 보급하기 위해서는 시술기간의 단축과 수술단계를 줄이는 것이 매우 중요한 과제로 판단되며 이에 대한 추후 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

결 론

비글건 아래턱 양쪽의 둘째와 셋째 작은어금니를 발치하고 자체 제작한 임플란트를 즉시 식립한 후 오른쪽 무치 구역에는 식립 3 주 후 기능성 부하 가하고 왼쪽 무치구역에는 12 주 후 기능성 부하를 가한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

방사선 사진에서 치조골의 재구성 변화나 임플란트의 이동성을 나타낼 만한 용해 또는 경화를 포함한 기타 소견은 관찰되지 않았으며 실험 종료시까지 치조골의 주목할 만한 변화상은 관찰되지 않았고 임플란트가 주위 골조직과 비교적 양호하게 유합하였다.

임플란트를 이식 후 즉시 교합기능을 가한 군과 임플란트를 이식 후 골성 치유를 3개월간 유도하고 교합기능을 가한 군의 골접촉율은 각각 $47.1 \pm 8.9\%$ 와 $50.2 \pm 8.2\%$, 임플란트의 나사선 내부를 채우고 있는 골조직의 골량은 각각 $78.7 \pm 10.9\%$ 와 $73.1 \pm 15.5\%$, 임플란트 주변 골조직의 골량은 각각 $95.4 \pm 7.1\%$, $95.0 \pm 5.2\%$ 로 군간 골유합 정도의 유의적인 차이는 발견하지 못했다.

참 고 문 헌

1. Abrahamsson I, Berglundh T, Linder E, Lang PN and Lindhe J. Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces. An experimental study in the dog. Clin Oral Impl Res 2004; 15: 381-392.
2. Arataki T, Furuya Y, Ito T, Miyashita Y, Shimamura I and

- Yajima Y. Pre-operative drilling simulation method for dental implant treatment. *Bull Tokyo Dent Coll* 2007; 48: 27-35.
3. Araújo MG, Sukekava F, Wennstrom JL and Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 645-652.
 4. Barone A, Rispoli L, Vozza I, Quaranta A and Covani U. Immediate restoration of single implants placed immediately after tooth extraction. *J Periodontol* 2006; 77: 1914-1920.
 5. Berglundh T, Abrahamsson I, Welander M, Lang NP and Lindhe J. Morphogenesis of the peri-implant mucosa: an experimental study in dogs. *Clin Oral Impl Res* 2007; 18: 1-8.
 6. Berglundh T, Abrahamsson I, Lang NP and Lindhe J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants A model study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 2003; 14: 251-262.
 7. Botticelli D, Berglundh T and Lindhe J. Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodontol* 2004; 32: 820-828.
 8. Branemark PI, Introduction to osseointegration. In: Branemark PI, Zarb G, Albrektsson T, eds. *Tissue integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence; 1995: 11-76.
 9. Brugnami F and Caleffi C. Prosthetically driven implant placement. How to achieve the appropriate implant site development. *Keio J Med* 2005; 54: 172-178.
 10. Buser D, Bragger U, Lang NP and Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1990; 1: 22-32.
 11. Cardaropoli G, Araújo M, and Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 2003; 30: 809-818.
 12. Chen ST, Darby IB and Reynolds EC. A prospective clinical study of non-submerged immediate implants: clinical outcomes and esthetic results. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18: 552-562.
 13. Cochran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL and Buser D. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: A histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res* 1998; 40: 1-11.
 14. Cornelini R, Cangini F, Covani U and Wilson TG Jr. Immediate restoration of implants placed into fresh extraction sockets for single-tooth replacement: a prospective clinical study. *J Prosthet Dent* 2005; 25: 439-447.
 15. Covani U, Barone A, Cornelini R, Crespi R. Clinical outcome of implants placed immediately after implant removal. *J Periodontol* 2006; 77: 722-727
 16. Covani U, Crespi R, Cornekini R, Varone A. Immediate implants supporting single crown restoration; A 4-year prospective study. *J Periodontol* 2004; 74: 982-988.
 17. Darby SC. Dental implants: Maintenance, care and treatment of peri-implant infection. *Aust Dent J* 2003; 48: 212-220.
 18. Ericsson I, Nilson H, Lindh T, Nilner K, Randow K. Immediate functional loading of Brånemark single tooth implants. An 18 months' clinical pilot follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11: 26-33.
 19. Finne K, Rompen E and Toljanic J. 2007: Clinical evaluation of a prospective multicenter study on 1-piece implants. Part 1: Marginal bone level evaluation after 1 year of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22: 226-234.
 20. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J periodontol* 2000; 71: 1412-1424.
 21. Malo P, de Arajo Nobre M and Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007; 9: 15-21.
 22. Mannai C. Early implant loading in severely resorbed maxilla using xenograft, autograft, and platelet-rich plasma in 97 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64: 1420-1426.
 23. Martins MC, Shibli JA, Abi-Rached RSG and Marcantonio E. Jr. Progression of experimental chronic peri-implantitis in dogs: Clinical and radiographic evaluation. *J Periodontol* 2005; 76: 1367-1373.
 24. Nethander G, Skoglund A and Kahnberg KE. Experimental autogenous tooth transplantation in the dog: a comparison between one- and two-stage surgical techniques. *Acta Odontol Scand* 2003; 61: 223-229.
 25. Nordin T, Graf J, Frykholm A and Helldén L. Early functional loading of sand-blasted and acid-etched (SLA) Straumann implants following immediate placement in maxillary extraction sockets. Clinical and radiographic result. *Clin Oral Impl Res* 2007; 18: 441-451.
 26. Novaes AB Jr, Marcaccini AM, Souza SL, Taba M Jr and Grisi MFM. Immediate placement of implants into periodontally infected sites in dogs: A histomorphometric study of bone-implant contact. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18: 391-398.
 27. Parel SM and Triplett RG. Immediate fixture placement: A treatment planning alternative. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990; 5: 337-345.
 28. Pileri SJ, Schnitman P, Pentel L, Cranin AN and Dennison TA. Histopathology of oral endosteal metallic implants in dogs. *J Dent Res* 1973; 52: 1117-1127.
 29. Sagara M, Akagawa Y, Nikai H and Tsuru H. The effects of early occlusal loading on one-stage titanium alloy implants in beagle dogs: A pilot study. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 281-288.
 30. Sammartino G, Marenzi G, di Lauro AE and Paolantoni G. Aesthetics in oral implantology: biological, clinical, surgical, and prosthetic aspects. *Implant Dent* 2007; 16: 54-65.
 31. Schliephake H, Wichmann M, Donnerstag F and Vogt S. Imaging of peri-implant bone level of implants with buccal bone defects A radiographic and histometric accuracy study. *Clin Oral Impl Res* 2003; 14: 193-200.
 32. Schropp L, Kostopoulos L, Wenzel A, Isidor F. Clinical and radiographic performance of delayed-immediate single-tooth implant placement associated with peri-implant bone defects. A 2-year prospective, controlled, randomized follow-up report. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 480-487.
 33. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L and Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: A clinical and radiographic 12-months prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23: 313-323.
 34. Tang CS, Adam E and Naylor BS. Single-Unit implants versus conventional treatments for compromised teeth: A brief review of the evidence. *J Dent Educ* 2005; 69: 414-428.