



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2009년 8월

박사학위논문

성견에서 저강도파동형초음파가 불량한
초기고정 임플란트의 골융합에 미치는 효과

조선대학교대학원

치의학과

강경동

성견에서 저강도파동형초음파가 불량한
초기고정 임플란트의 골융합에 미치는 효과

The effect of low intensity pulsed ultrasound on
osseointegration of implant with poor primary stability
in dogs

2009년 8월 25일

조선대학교대학원

치 의 학 과

강 경 동

성견에서 저강도파동형초음파가 불량한
초기고정 임플란트의 골융합에 미치는 효과

지도교수 김 병 옥

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2009년 4월

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

강 경 동

강경동의 박사학위 논문을 인준함

위원장	전남대학교	교수	정현주	인
위원	조선대학교	교수	김생곤	인
위원	조선대학교	교수	정재현	인
위원	조선대학교	교수	장현선	인
위원	조선대학교	교수	김병옥	인

2009 년 6 월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 연구재료 및 방법	3
III. 연구결과	6
IV. 고 찰	10
V. 결 론	13
참고문헌	14

도 목 차

- Fig. 1. a) before extraction. b) after extraction
- Fig 2. Implant placement 4 months after extraction
- Fig. 3. Resorbable membrane placed over the implants
- Fig. 4. LIPUS application over the implants
- Fig. 5. Low intensity pulsed ultrasound device used in this study.
- Fig. 5. Histologic section

표 목 차

Table 1. Periotest[®] value in control and experimental group

Table 2. Percentage of BIC

ABSTRACT

The effect of low intensity pulsed ultrasound on osseointegration of implant with poor primary stability in dogs

Kang Kyung Dong

Advisor : Prof. Kim, Byung-ock, Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

Ultrasound has been proven to be an effective treatment for bone fracture healing, and lots of studies have confirmed its ability to enhance osteogenesis and facilitate bone regeneration, even though the mechanism of the mechanotransduction pathway associated with cellular responses to ultrasound is still not clear.

The aim of this study was to evaluate the effects of low intensity pulsed ultrasound (LIPUS) on the osseointegration of implants without initial stability in a canine model using histologic analysis, a histomorphometric method and a mobility test.

Six, male mongrel dogs (17–19 kg) were included in this study. Right and left mandibular premolars were extracted. Four months after extraction, a total of 36 implants were placed bilaterally into the lower mandible. Holes, 3.5 mm in diameter, were drilled into the mandibular bone, and implants with a resorbable blasting media (RBM) surface, 3.3 mm in diameter and 8.5 mm in length, were placed into the holes. The implants placed into the holes were covered with resorbable membrane (Nano-gide[®], Nibec, Korea).

The left side of each dog received LIPUS (IMPLASONIC, Dentis, Korea) application (15 minutes/day for 7 days), while the right side as a control received no treatment. The output of LIPUS was 3.0 MHz and 240 mW/cm². This experiment was carried on for eight weeks and two dogs were sacrificed at 2-, 4- and 8-weeks. Prior to sacrificing the dogs, mobility tests (Periotest[®] values, PTVs, Siemens AG, Bensheim, Germany) were performed. After sacrificing the dogs, histologic

and histomorphometric analysis were performed on the different groups of dogs.

The histomorphometric analysis showed that the bone-implant contact percentages in the LIPUS group tended to be higher than that in the control group as the healing time passed. PTVs were considerably lower in the LIPUS group when compared to the control with the 4-week healing period group, and were negative in both groups at 8-week. And in the RBM implants, new bone was formed and in direct contact with the implant surface at 4-weeks. Mature bone was present after 8-weeks, irrespective of LIPUS application.

Within the limit of this experiment, results indicate that LIPUS may have a positive effect on osseointegration and stability of dental implants, especially in early healing periods.

I. 서론

치과 임플란트는 상실된 치아의 기능을 회복시키기 위해서 임상에서 널리 이용되고 있다. 그러나, 장기간의 성공률을 높이기 위해서, 그리고 임플란트와 골융합 기간을 단축시키기 위해서 여전히 많은 노력을 하고 있다.

임플란트와 치조골사이의 골융합은 임플란트 치료에 있어서 아주 중요한 요소로서, 이러한 융합을 향상시키기 위해서 임플란트 디자인과 표면의 형태 수정, 골생성물질 피복과 같이 생체 재료의 성질을 향상시키려는 연구와, 골재생을 위한 골의 내적 잠재력을 자극시키기 위해 골이식재, 성장인자, 그리고 골형성단백질을 이용하는 연구 등이 진행되어 왔다. 그리고, 골융합과 관련된 다른 연구방법으로 생체재료 주위에서 골치유를 향상시키기 위한 방법으로서 파동형의 전자장(pulsed electromagnetic fields)과 저강도의 파동형 초음파(low intensity pulsed ultrasound, LIPUS)와 같은 생체물리적인 자극(biophysical stimulation)과 같은 분야에서도 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁾

이 연구는 골융합을 향상시키고자 생체물리적인 자극으로서 LIPUS를 이용하였다. LIPUS는 Duarte²⁾가 골성장을 위해 적용한 이래로, 현재 골 치유과정을 자극하기 위해서 시도되고 있는 방법들 중의 하나로 이용되고 있다.

초음파(ultrasound)란 사람이 들을 수 있는 역치 이상의 주파수를 가진 기계적인 압력파(mechanical pressure wave)로서, 의학 분야에서는 진단과 치료분야에서 이용되고 있는데, 팔과 다리에서 파절이 일어난 증례에서, 또는 지연 유착과 비유착된 경우에도 초음파가 골치유를 자극한다고 보고되고 있다.

LIPUS와 골과 관련된 연구를 살펴보면, Parvizi 등³⁾은 쥐를 이용한 동물실험에서 LIPUS가 연골내골화(endochondral ossification)를 촉진하여 골절부위의 기계적인 강도를 증가시키고 골절의 치유를 촉진시킨다고 하였으며, Reher 등⁴⁾은 LIPUS가 혈관내피 성장인자(vascular endothelial growth factor, VEGF)의 분비를 촉진하는 것으로 보고 하였으며, Hannouche 등⁵⁾은 LIPUS 조사 효과로 연골과 골세포에서 칼슘이온의 침착을 증가시키고 aggrecan, IGF, 그리고 TGF- β_1 등 많은 유전인자의 발현을 증가시킴으로써 가골형성을 증가하여 결과적으로는 연골내골화가 촉진된다고 설명하였으며, Tis 등⁶⁾과 Sakurakichi 등⁷⁾은 골신장술에 LIPUS를 적용하여 그 효과를 보고하였다. 국내에서도 최근 김⁸⁾은 막내골(intramembranous bone)인 미니피그의 하악골에 LIPUS 조사한 후 막내골의 골 결손부에 보조적으로 LIPUS를 적용 시 초기 신생골 형성 및 골개조가 우수하여 골 이식에 임상적으로 사용가능성을 제시하였다. 이렇듯 LIPUS의 골형성 효과에 대해 LIPUS의 긍정적인 효과가 보고된 반면, Schortinghuis 등⁹⁾과 같이 쥐의 하악골에서 골결손부를 형성한 후 골전도효과를 평가하기 위해 콜라젠막을 사용한 연구에서 그 효과를 증명하지 못한 연구도 보고되고 있다.

골융합의 개념에서 볼 때 동요를 보이는 임플란트는 골융합이 실패한 것으로 간주하고 있다. 동요를 측정하는 것은 임플란트와 골의 접촉상태를 평가하는 것으로, 이러한 동요를 평가하기 위해서 타진법이 이용되어 왔으나 술자의 주관성이 개제되어 객관적인 평가가 될 수 없었다. 따라서 현재는 임상에서 쓸 수 있는 비침습적인 방법중에서 객관적이고 정량적이며, 재현성 있는 방법으로 Periotest[®](Siemens AG, Benssheim, Germany) 이용하게 되었다.

Periotest[®]는 공학적으로 조절되며 등속운동을 하는 rod가 치아나 임플란트 표면에 닿은 후 되돌아오는 시간을 측정함으로써 자연치나 임플란트 주위조직의 강도와 제동능력(damping capacity)을 알아볼 수 있도록 고안된 장치이다. 임플란트와 Periotest[®] value(PTV)에 관한 연구를 살펴보면, Teerlinck 등(1991)¹⁰⁾은 평균 PTV는 -1.74였으며 악골, 임플란트주위 조직, 그리고 지대주 길이가 PTV를 결정하는 주요요소이며, 고정체의 길이, dolder bar, 그리고 기능을 한 시간의 길이는 PTV에 영향을 끼치지 않는다고 하였다. Chavez 등¹¹⁾은 Periotest를 이용하여 임상적으로 성공한 임플란트의 동요를 측정하였는데 -6에서 2사이의 동요도 범위를 가지고 있으며 이러한 범위는 실험실상의 모델에서는 0.038 mm에서 0.113 mm에 해당된다고 보고하였다. 또한, Truhlar 등¹²⁾은 2차 수술시에 PTV는 골융합된 임플란트의 경우에는 $-3.37(\pm 3.25)$, 그리고 골융합이 되지 않은 임플란트에서는 $+13.87(\pm 14.27)$ 였다고 보고하면서 1형의 골질에서는 $-3.82(\pm 3.04)$, 2형의 골질에서는 $-3.70(\pm 3.06)$, 3형의 골질에서는 $-3.31(\pm 3.18)$, 그리고 4형의 골질에서는 $-1.29(\pm 3.57)$ 였다고 하였다. 최근, 이 등¹³⁾은 PTV에 영향을 미치는 요소는 임플란트 고정체 직경, 임플란트 식립 부위, 임플란트 식립 후 경과시간 이라고 하였다.

Albrektsson과 Johansson¹⁴⁾은 임플란트 보철물이 안정적인 결과를 얻기 위해서는 50%의 골접촉이 있어야 한다고 언급하였는데, LIPUS와 관련되어 골재생과 관련된 연구는 많이 진행되어 왔으나 LIPUS 조사후에 치유되는 동안의 특정시기에 골-임플란트 접촉에 관한 연구는 보고되지 않았다. 따라서, 이 연구에서는 임플란트 식립시 성공률이 떨어진다고 보고된 초기 고정이 없는 환경하에서 LIPUS가 골융합에 끼치는 효과를 평가하기 위하여 잡종견에서 조직형태계측적인 분석과 동요도 검사를 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

이 연구를 위해 생후 1~2년된, 17~19 kg의 잡종견 6마리를 실험동물로 사용하였는데, 동물의 선정과 관리, 수술 프로토콜 그리고 준비과정은 조선대학교 치과대학의 실험동물실 규정을 준수하여 이루어졌고, 동물실험윤리위원회의 승인(CDMDIRB-0903-A33)을 받았다.

실험에는 resorbable blasting media(RMB)로 표면처리된 임플란트(Dentis[®], Dental Implant Solution, Korea)를 사용하였고, 흡수성 차폐막(Nano-gide[®], Nibec, Korea)을 사용하였다.

2. 연구방법

2-1. 임플란트 식립

무치악부위를 만들기 위해서 잡종견의 하악 제2소구치(p2), 제3소구치(p3) 제4소구치(p4)까지 발거한 다음, 4개월간의 치유기간을 부여하였다(Fig. 1a, and b). 발치하기 위하여 먼저 tiletamine-zolazepam(Zoletil 50[®], Virbac, Carros, France- 5-10 mg/kg)과 xylazine-HCl (Rompun[®], Bayer, Korea - 0.15 ml/kg)을 혼합한 후 근육주사로 마취를 시행하였다. 4개월의 치유기간 후 판막을 거상하였으며, 치조골이 건전한지 육안적으로 확인 후 임플란트를 식립하였고(Fig. 2), 연조직의 함입을 차단하기 위하여 차단막을 사용하였다(Fig. 3). 사용된 임플란트의 제원은 직경 3.3 mm, 길이 8.5 mm 임플란트였으며, 골은 임플란트 직경보다 0.2 mm 더 큰 3.5 mm 드릴로 8.5 mm까지 삭제하였으며 직경 3.3 mm 임플란트를 식립하였다. 하악의 좌, 우측에 각각 3개씩의 임플란트를 식립하였는데, 좌측을 대조군(LIPUS 비조사군), 그리고 우측을 실험군(LIPUS 조사군)으로 설정하였다. LIPUS (IMPLASONIC, Dentis, Korea)는 수술 1주일 후부터 하루에 15분씩 1주일동안 3.0 MHz, 240 mW/cm²의 출력으로 조사하였다.(Fig. 4 & 5)

수술 직후부터 항생제(Gentamicin 0.1 ml/kg, Daesung, Korea)를 7일간 근육주사하였고, 1주일에 3회씩 0.2% chlorhexidin digluconat(Daewoong Pharm., Korea)를 사용하여 구강위생관리를 매일 시행하였다. 술 후 1주 후에 발사를 시행하였고, 2주, 4주 그리고 8주에 각 2마리씩 희생시켰다.

2-1. 치아동요도 측정

대조군, 실험군 모두 식립 직후, 수술 2주, 4주 그리고 8주후에 동요도를 Periotest[®] (Siemens AG, Benssheim, Germany)로 측정하였다. 실험동물을 마취시키고 머리를 실험책상에 위치시킨 다음 Periotest[®]의 핸드피스를 바닥에 평행으로, 임플란트에 수직으로, 측정점은 치유지대주상에서 치은에 가장 가까운 곳을 선택하였다. 각각의 임플란트에 대해 3번 반복 측정하여 같은 수치가 3번 측정되면 이 값을 각 임플란트의 PTV로 정하였다.

2-3. 조직계측학적 평가

조직학적인 평가를 위해 채취된 임플란트와 골 시편은 10% 완충 포르말린으로 2주간 고정하고, 10% formic acid로 4개월간 탈회하였다. 레진에 포매 후 5 μm 두께로 절단하였다. Villanueva bone 염색을 시행한 후 광학현미경상 관찰을 시행하였다. 골-임플란트 접촉(bone-implant contact, BIC)는 다음과 같은 공식에 의해 산출되었다.

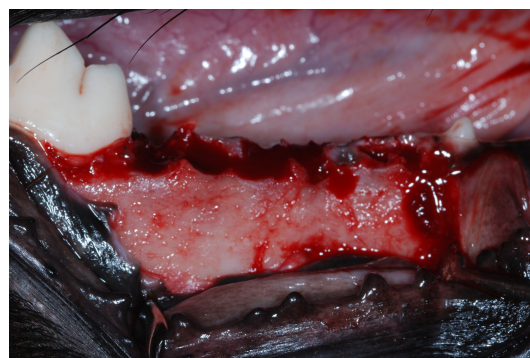
$$\text{BIC}(\%) = (\text{유효범위내}) \text{ 골 - 임플란트 접촉길이} / (\text{유효범위내}) \text{ 임플란트 변연길이} \times 100$$

2-4 조직학적 평가

각각의 임플란트와 골 시편은 10% 완충 포르말린으로 2주간 고정하고, 10% formic acid로 4개월간 탈회하였다. 레진에 포매 후 5 μm 두께로 절단하였다. Villanueva bone 염색을 시행한 후 광학현미경상 관찰을 시행하였다.



Fig. 1. a) before extraction.



b) after extraction

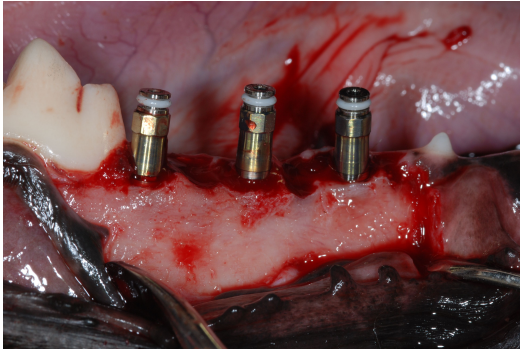


Fig 2. Implant placement 4 months after extraction

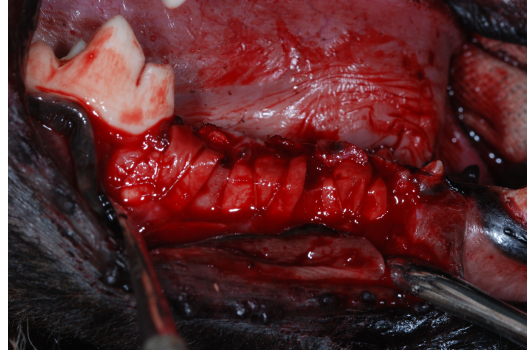


Fig. 3. Resorbable membrane placed over the implants

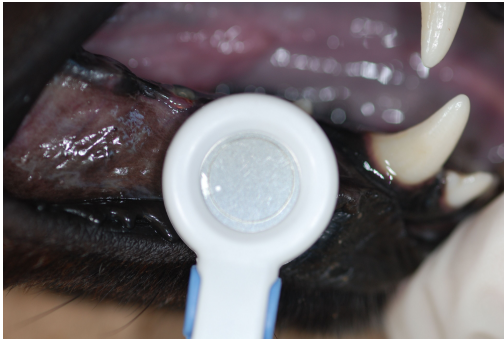


Fig. 4. LIPUS application over the implants



Fig. 5. Low intensity pulsed ultrasound device used in this study.

III. 연구결과

1) 임플란트의 동요도 평가

초기 고정이 없는 임플란트에서 시간경과에 따른 골치유상태를 평가하기 위하여 PTV를 측정 한 결과, 식립 2주군에서는 지대주를 연결할 수 없어 동요를 측정할 수 없었으나, 대조군과 실험군 모두 시간이 경과됨에 따라 동요가 감소됨을 관찰할 수 있었으며, 수술 2개월후에는 그 수치가 비슷하였다(Table 1).

Table 1. Periotest[®] value in control and experimental group (M± S.D.)

Measurement time	LIPUS	
	No LIPUS application	LIPUS application
immediate after	14.42±2.97	12.47±2.84
2-week after	unmeasurable	unmeasurable
4-week after	2.20±0.63	0.50±0.71
8-week after	-7.60±0.52	-7.80±0.42

LIPUS: low intensity pulsed ultrasound

2) 조직형태계측학적 평가

BIC는 LIPUS 비조사군, 그리고 LIPUS 조사군 모두에서 치유시간이 경과됨에 따라 증가되었다. 특히 LIPUS 조사군이 비조사군에 비해 다소 증가되어 나타났다(Table 2).

Table 2. Percentage of BIC

Measurement time	LIPUS	
	No LIPUS application	LIPUS application
2-week	47.48	32.13
4-week	54.50	51.21
8-week	52.07	76.65

BIC: bone-implant contact. LIPUS: low intensity pulsed ultrasound

3) 조직학적 소견

술 후 2주 대조군을 광학현미경으로 관찰했을 때, 임플란트 주위에서 신생골을 관찰할 수 있었으며 또한 연조직에 의해 둘러싸여 있었다. 그러나 실험군에서는 임플란트 주위에서 보다 더 활성화된 신생골을 관찰할 수 있었다. 술 후 4주군에서는 대조군과 실험군 모두에서 신생골을 관찰할 수 있었으며, 8주군에서는 신생골 뿐만아니라 골이 성숙된 양상을 관찰 할 수 있었다.(Fig. 6)

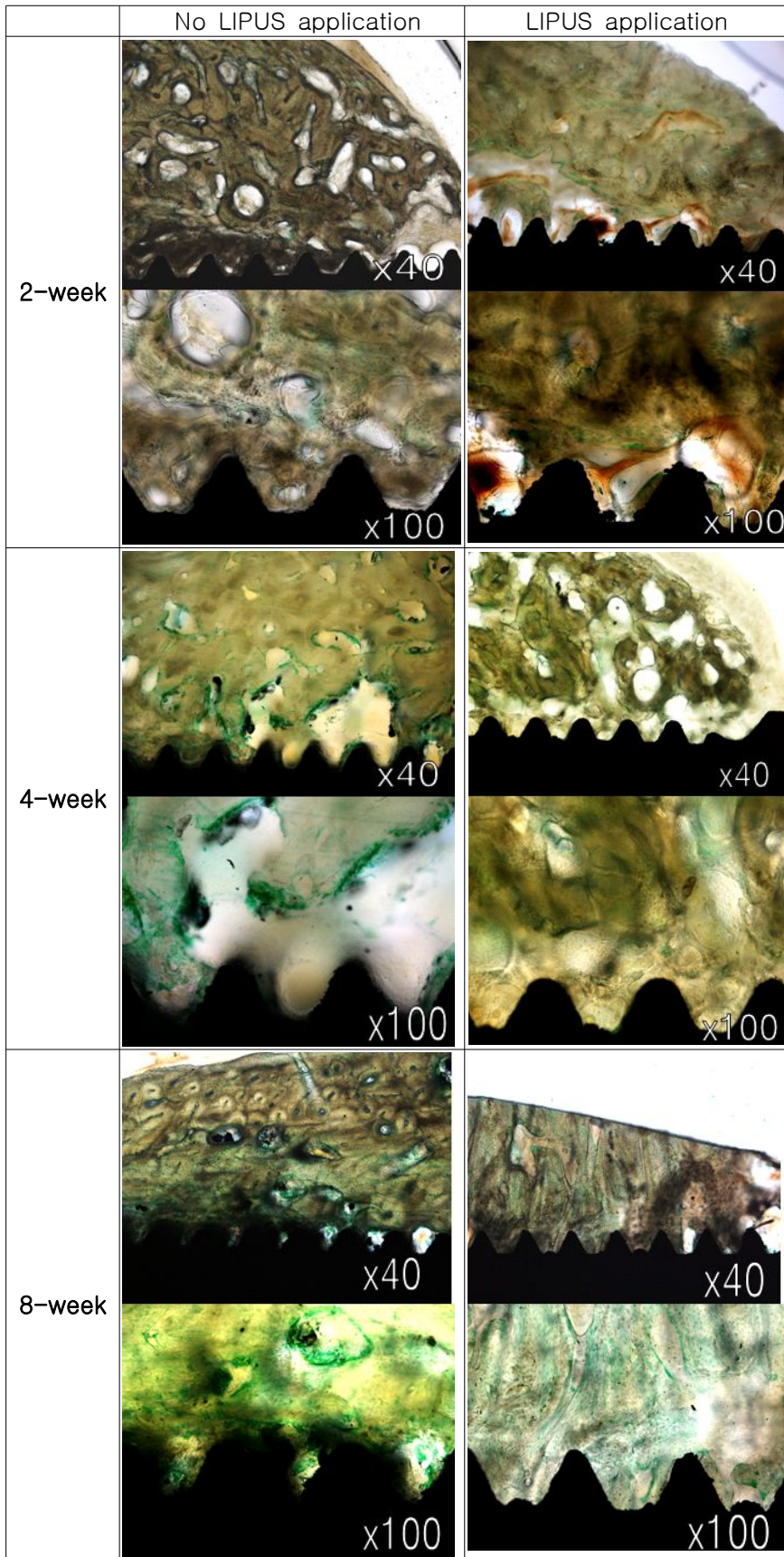


Fig. 6. Histologic view. Beginning in the second week, new bone was present around the resorable blast material implant surface, and the implant was covered with soft tissue in control group. In LIPUS group, more activated new bone was in direct contact with the implant surface at 4-week healing period. Mature bone as well as new bone was present after 8-week healing period, irrespective of LIPUS application.

IV. 총괄 및 고찰

21세기에 들어 환자의 무치악부위를 수복하는데 있어서 골내 임플란트는 가장 일반적으로 선택할 수 있는 치료법으로 고려되고 있으며, 술자에 있어서는 임플란트와 골융합시간을 짧게 하기 위해 많은 노력을 하고 있다.

골치유를 촉진시키는 방법으로서 이 연구에 이용된 LIPUS의 효과와 관련된 기전에 대해서는 여러 가지 이론들이 발표되었다. 첫째, LIPUS는 연조직과 경조직사이의 조직경계부에서 주로 반사¹⁵⁾되는데, 이러한 초음파의 차별적인 흡착작용이 가골내 기계적인 변형과 미세동요를 만든다는 것¹⁶⁾, 둘째, LIPUS는 확산율과 세포막의 투과성에 영향을 주는 것으로 제시되었던 음파의 흐름과 공동현상을 발생시킬 수 있다는 것¹⁷⁾, 셋째, LIPUS에 의한 온도상승이 온도의 미세변화에 민감한 약간의 효소들에 영향을 준다는 것^{18,19)}이다. 이 연구는 골치유를 촉진시키는 방법으로 현재 국내에서 개발된 LIPUS가 골융합에 끼치는 효과를 관찰하기 위하여 잡종견의 하악골에 resorbable blast material(RBM)로 처리된 임플란트를 초기고정을 얻지 못한 상태로 식립한 후 시간 경과에 따른 치유상태를 평가하였다.

임플란트의 안정성을 평가하기 위한 척도로서 PTV를 측정하였는데, 이 연구에서는 식립직후에는 14.42와 12.47로 Truhlar 등¹²⁾이 보고한 연구결과(골융합이 되지 않은 임플란트에서는 +13.87)와 유사하였다. 그리고 4주후에도 실험군(+0.50)에서 대조군(+2.20)에 비해 다소 낮은 PTV를 나타냈는데 이러한 결과는 Chavez 등¹¹⁾이 연구와 유사한 결과를 보여 성공한 임플란트로 간주할 수 있다. 이 연구에서는 초기고정을 얻을 수 없는 환경을 설정한 상태에서 실험하였기 때문에 골질을 평가할 수 없었다 할 지라도 PTV를 비교했을 때는 LIPUS가 창상치유를 자극했다고 생각된다.

골과 임플란트 접촉률에 관련된 연구를 살펴보면, Buser 등²⁰⁾은 electropolished surface를 가지고 있는 임플란트와 sandblasted/acid pickled (medium grit; HF/HNO₃) surface를 가지고 있는 임플란트는 20에서 25% 사이의 접촉률을 보이며, 큰 grit로 sandblast된 표면을 가진 임플란트와 titanium plasma-sprayed surface를 가진 임플란트에서는 30에서 40%의 접촉률을, sandblasted/acid attacked surfaces (large grit; HCl/H₂SO₄)를 가진 임플란트에서는 50에서 60%의 접촉률을, 그리고 hydroxylapatite (HA)-coated surface를 가진 임플란트에서는 60에서 70%의 접촉률을 가진다고 보고하면서 임플란트 표면의 특징이 골융합과 상관관계가 있다고 하였다. Block 등²¹⁾은 hydroxyapatite coated surface를 가진 임플란트에서는 82.6%, 그리고 grit-blasted titanium surface를 임플란트에서 50.2%의 접촉률을 보고하였고, Gottlander 등²²⁾은 티타늄임플란트에서 59.9% hydroxyapatite coated surface를 가진 임플란트에서는 75.9%의 접촉률을 보고한 바 있다. 최근, 사람에게 식립된 임플란트의 조기 치유에 관한 연구를 살펴보면, Lazzara 등²³⁾은 사람의 상악후방부위에 dual

acid-etched surface를 가진 임플란트의 6개월 경과된 골-임플란트 접촉률은 72.96%(± 25.13%)라고 보고하였고, 똑같은 실험방법을 이용한 Trisi 등²⁴⁾은 2개월 후의 골-임플란트 접촉률은 47.81%(± 14.01%)라고 보고하면서 조직형태계측학적으로 보았을 때 기능적인 하중에 견딜 수 있을 만큼의 충분한 골이 존재한다고 하였다. Grassi 등²⁵⁾은 sandblasted acid-etched surface를 가진 임플란트 하중을 가하지 않은 2개월의 치유후 골-임플란트 접촉률은 42.83% (± 9.80%), Grassi 등²⁶⁾은 sandblasted acid-etched surface를 가진 임플란트가 상악의 후방부위에서 하중을 가하지 않은 상황에서 2개월의 치유기간 후에 골-임플란트 접촉률은 54.84 (± 22.77%), 그리고 Shibli 등²⁷⁾은 oxidized surface를 가진 임플란트가 하중을 받지 않은 상황에서 2개월의 치유기간 후에 골-임플란트 접촉률은 39.04% (± 15.75%)였다고 하였다. 최근 Jeon 등²⁸⁾은 RBM 처리된 임플란트와 machined surface를 가지고 있는 임플란트에 즉시 하중을 가한 골-임플란트 접촉을 비교했을 때 RBM 처리된 임플란트표면에서 더 높았다고 하였다. 이 연구에서는 Albrektsson과 Johansson¹³⁾이 언급했던 것처럼 BIC가 4주후부터 50%이상을 나타내고 있었으며 치유경과에 따른 BIC를 비교해 보면 LIPUS 조사군이 대조군에 비해 현저하게 증가됨을 알 수 있었다.

이 연구에 사용되었던 RBM으로 처리된 임플란트에 관한 조직학적 연구를 살펴보면, Piattelli 등²⁹⁾은 가토를 이용하여 machined surface를 가진 임플란트와 RBM 처리된 임플란트의 골-임플란트 접촉률을 비교하였는데 술후 3주부터 유의성있는 차이가 있다고 하였는데, 임플란트 표면과 직접 접촉하여 alkaline phosphatase positive(ALP+) osteoblasts가 존재하였고 골양기질이 형성된 것과 식립 4내지 8주후에 다소의 골수강과 함께 성숙한 골이 존재하였다고 하였다. 이 연구에서는 임플란트가 초기고정을 얻지 못한 상태이지만 LIPUS의 조사와 무관하게 술후 2주부터 신생골이 관찰되었으며 8주군에서는 성숙된 골을 관찰할 수 있었다. 김⁸⁾은 LIPUS를 조사한 군에서 초기 1주와 2주에서 신생골 형성이 촉진되었다고 보고한 바 있는데, 이 연구에서는 4주부터 안정된 양상을 보였다. 이렇게 다소간의 차이가 나타나는 것은 사용된 실험동물에 기인한 것과, Sena 등³⁰⁾이 보고한 것처럼 골분화표지유전자(osteonectin과 osteopontin)와 조기반응 유전자들(c-jun, c-myc, COX-2, Egr-1, TSC-22) 표현이 조기에 증가한 것을 입증한 것으로 생각되며, 향후에는 사람에게서 LIPUS가 골반응을 촉진시키는 임계시기에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편, LIPUS가 골치유에 끼치는 효과를 살펴보기 위한 이 연구를 진행하면서 임플란트의 초기고정이 불량한 관계로 임플란트가 탈락되는 상황이 벌어져 보다 더 객관적인 초기 골치유를 평가할 수 없었던 바, 향후에는 이러한 점을 고려하여 보다 더 주의깊은 계획을 기울여야할 것으로 생각되었다.

결론적으로, 이 제한된 연구에서 LIPUS를 조사한 실험군이 조직학적 소견, 동요도 측정, 그리고 골-임플란 접촉률을 보았을 때 대조군에 비해 치유가 촉진됨을 알 수 있었고, 향후에는 사람에게서 LIPUS 조사에 따른 하중시기를 조절할 수 있는 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결론

이 연구는 LIPUS가 초기 안정성이 없는 임플란트의 골융합에 끼치는 효과를 평가하기 위하여 6마리의 잡종견에서 조직학적 분석, 조직형태계측적인 분석과 동요도 검사를 시행하였다. 실험에는 resorbable blasting media(RMB)로 표면처리된 임플란트(Dentis[®], Dental Implant Solution, Korea)를 사용하였고, 연조직의 함입을 차단하기 위하여 흡수성 차폐막(Nano-gide[®], Nibec, Korea)을 사용하였다.

잡종견의 하악 제2소구치(p2), 제3소구치(p3) 제4소구치(p4)까지 발거한 후, 4개월간의 치유기간을 부여하였고, 총 36개의 임플란트를 식립하였다. 사용된 임플란트의 제원은 직경 3.3 mm, 길이 8.5 mm 임플란트였으며, 골은 임플란트 직경보다 더 큰 3.5 mm 드릴로 8.5 mm까지 삭제하였으며 직경 3.3 mm 임플란트를 식립하였다. 하악의 좌, 우측에 각각 3개씩의 임플란트를 식립하였는데, 좌측을 대조군(LIPUS 비조사군), 그리고 우측을 실험군(LIPUS 조사군, IMPLASONIC, Dentis, Korea)으로 설정하였다. 대조군, 실험군 모두 식립 직후, 수술 2주, 4주 그리고 8주후에 희생시키기 직전에 동요도(Periotest[®], PTVs)를 측정하였고, 희생시킨 다음에 조직학적 분석과 조직형태계측학적 분석(bone-implant contact, BIC)을 시행하였다.

PTVs는 대조군과 실험군 모두 시간이 경과됨에 따라 동요가 감소됨을 관찰할 수 있었으며, 수술 2개월후에는 그 수치가 비슷하였다. BIC는 LIPUS 비조사군, 그리고 LIPUS 조사군 모두에서 치유시간이 경과됨에 따라 증가되었으며, 특히 LIPUS 조사군이 비조사군에 비해 다소 증가되어 나타났다. 조직학적 소견으로는, 술 후 4주군에서는 대조군과 실험군 모두에서 신생골을 관찰할 수 있었으며, 8주군에서는 신생골 뿐만아니라 성숙한 골도 관찰 할 수 있었다. 이상의 제한된 실험결과로 보아, LIPUS는 골치유를 촉진하는 것으로 생각되었다.

참고문헌

1. Li L, Zhu Z, Huang C, Chen W. Ultrasound: a potential technique to improve osseointegration of dental implants. *Med Hypotheses*. 2008;71(4):568–571.
2. Duarte LR.: The stimulation of bone growth by ultrasound. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1983;101:153–159.
3. Parvizi J, Wu C, Lewallen DG, Greenleaf JF, Bolande ME: Low-intensity ultrasound stimulates proteoglycan synthesis in rat chondrocytes by increasing aggrecan gene expression. *J Orthop Res*. 1999;17(4):488–494.
4. Reher P, Doan N, Bradnock B, Meghji S, Harris M: Effect of ultrasound on the production of IL-8, basic FGF, and VEGF. *Cytokine*. 1999;11:416–423.
5. Hannouche D, Petite H, Sedel L: Current trends in the enhancement of fracture healing. *J Bone Joint Surg*. 2001;83(2):157–164.
6. Tis JE, Meffert RH, Inoue N, McCarthy EF, et al.: The effect of low intensity pulsed ultrasound applied to rabbit tibiae during the consolidation phase of distraction osteogenesis. *J Orthop Res*. 2002;20:793–800.
7. Sakurakichi K, Tsuchiya H, Uehara K, Yamashiro T, et al. : Effects of timing of low-intensity pulsed ultrasound on distraction osteogenesis. *J Orthop Res*. 2004;22(2):395–403.
8. Kim SK. The effect on osteogenesis in used by Low-intensity pulsed Ultrasound in Mini-pig mandible, Wonkang University, Ph.D Thesis
9. Schortinghuis J, Ruben JL, Raghoobar GM, Stegenga B, de Bont LG. Does ultrasound stimulate osteoconduction? A placebo-controlled single-blind study using collagen membranes in the rat mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20(2):181–186.
10. Teerlinck J, Quirynen M, Darius P, van Steenberghe D. Periotest: an objective clinical diagnosis of bone apposition toward implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991;6(1):55–61.
11. Chavez H, Ortman LF, DeFranco RL. Medige J. Assessment of oral implant mobility. *J Prosthet Dent*. 1993;70(5):421–426.
12. Truhlar RS, Morris HF, Ochi S, Winkler S. Assessment of implant mobility at second-stage surgery with the Periotest: DICRG Interim Report No. 3. Dental Implant Clinical Research Group. *Implant Dent*. 1994;3(3):153–156.
13. Yi YA, Cha IH, Lee HY, Han DH. The influencing factors of periotest® value

- and implant stability quotient. *J Korean Acad Prosthodont.* 2006;44(1):40–50.
14. Albrektsson T, Johansson C. Quantified bone tissue reactions to various metallic materials with reference to the so-called osseointegration concept: In: Davies JE, et. *The Bone–Biomaterial Interface.* Toronto: University of Toronto Press; 1991:357–363.(cited from Trisi)
 15. Spadaro JA, Albanese SA. Application of low-intensity ultrasound to growing bone in rats. *Ultrasound Med Biol.* 1998;24(4):567–573.
 16. Gross TS, Edwards JL, McLeod KJ, Rubin CT. Strain gradients correlate with sites of periosteal bone formation. *J Bone Miner Res.* 1997;12(6):982–988.
 17. Rawool NM, Goldberg BB, Forsberg F, Winder AA, Hume E. Power Doppler assessment of vascular changes during fracture treatment with low-intensity ultrasound. *J Ultrasound Med.* 2003;22(2):145–153.
 18. Wu JR, Du GH. Temperature elevation generated by a focused Gaussian beam of ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 1990;16(5):489–498.
 19. Chang WH, Sun JS, Chang SP, Lin JC. Study of thermal effects of ultrasound stimulation on fracture healing. *Bioelectromagnetics.* 2002;23(4):256–263.
 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 Mater Res.* 1991;25(7):889–902.
 21. Block MS, Kent JN, Kay JP. Evaluation of hydroxyapatite-coated titanium dental implants in dogs. *J Oral Maxillofac Surg.* 1987;45:601–607.
 22. Gottlander M, Albrektsson T. Histomorphometric studies of hydroxyapatite-coated and uncoated commercially pure titanium threaded implants in bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6:399–404.
 23. Lazzara RJ, Testori T, Trisi P, Porter SS, Weinstein RL. A human histologic analysis of osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1999;19(2):117–129.
 24. Trisi P, Lazzara R, Rebaudi A, Rao W, Testori T, Porter SS. Bone-implant contact on machined and dual acid-etched surfaces after 2 months of healing in the human maxilla. *J Periodontol.* 2003;74(7):945–956.
 25. Grassi S, Piattelli A, de Figueiredo LC, Feres M, de Melo L, Iezzi G, Alba RC

- Jr, Shibli JA. Histologic evaluation of early human bone response to different implant surfaces. *J Periodontol*. 2006;77(10):1736–1743.
26. Grassi S, Piattelli A, Ferrari DS, Figueiredo LC, Feres M, Iezzi G, Shibli JA. Histologic evaluation of human bone integration on machined and sandblasted acid-etched titanium surfaces in type IV bone. *J Oral Implantol*. 2007;33(1):8–12.
27. Shibli JA, Grassi S, de Figueiredo LC, Feres M, Marcantonio E Jr, Iezzi G, Piattelli A. Influence of implant surface topography on early osseointegration: a histological study in human jaws. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;80(2):377–385.
28. Jeon WJ, Kim SG, Lim SC, Ong JL, Oh DS. Histomorphometric evaluation of immediately loaded SSII implants of different surface treatments in a dog model. *J Biomed Mater Res A*. 2008 Jun 3. [Epub ahead of print]
29. 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(1):2–8.
30. Sena K, Leven RM, Mazhar K, Sumner DR, Viridi AS. Early gene response to low-intensity pulsed ultrasound in rat osteoblastic cells. *Ultrasound Med Biol*. 2005;31(5):703–708.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20067370	과 정	박사
성 명	한글 : 강 경 동		한문 : 姜 京 東	영문: Kang, Kyung Dong	
주 소	울산 남구 신정 2동 문수아이파크 105동 201호				
연락처	E-mail : perio4u@yahoo.co.kr				
논문제목	한글: 성견에서 저강도파동형초음파가 불량한 초기고정 임플란트의 골융합에 미치는 효과				
	영문: The effect of low intensity pulsed ultrasound on osseointegration of implant with poor primary stability in dogs				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건 아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함.
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집과 형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물 이용의 허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음.
7. 소속 대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(0) 반대()

2009년 월 일

저작자: (인)

조선대학교 총장 귀하