

자가골 및 이종골 이식에 의한 초기 매식체 고정성의 증가가 골 유착에 미치는 영향

가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 성모 자애 병원 치과

교수 이 철 원

ABSTRACT

Influence of auto or xenograft packing on the integration of completely unstable titanium implants: An experimental study in rabbits

Cheol Won Lee D.D.S. M.S.D. Ph.D.

Professor, Catholic University Medical college Our Lady's Mercy Hospital Dept. Dentistry Professor

In the present study, the author studied the influence of periimplant auto or xenograft on the healing of titanium implants which was completely unstable. Titanium implants were inserted in the distal femoral condyle of the rabbits in such a way that they were stable, completely unstable, completely unstable with autograft, completely unstable with Bio-Oss® graft.

After 12 weeks of healing, some of these implants were removed together with surrounding bone, which was studied histopathologically.

Implant mounters were fixed to the other implants and removal torque was measured with Tohnich torque gauge at the same time.

A statistically higher removal torque values in standard and Bio-Oss group as compared to the completely unstable and autogenous bone graft group.

Periimplant histopathologic findings seemed to match the removal torque values of each group. Though autogenous bone graft group had lower removal torque values, all graft material is tightly contact with bone.

The worse result of autogenous bone graft group seemed to show us that both quality of graft material and total amount of graft material is important to the success of periimplant graft packing.

Key words: Initial stability, completely unstable implant, periimplant graft packing.

골질이 좋지 않은 부위에서의 임플란트의 시술은 술자에게 여러 가지 도전을 주게 된다. 시술자는 특히 drilling 후 임플란트를 매식할 때 초기 고정이 실패한 경우 매식된 상태로 놔둘 것인가 아니면 좀더 확실하게 하기 위하여 제거를 하고 치유를 기다렸다가 다시 심을

것인가를 고려하여야 한다. 초기 고정이 골 유착에 미치는 영향에 대해서는 많은 학자들의 보고가 있다. Jaffin과 Berman⁽¹⁾은 골질의 상태가 좋지 않은 상악 구치부에서 30% 이상의 실패를 보고 하였고 Friberg⁽²⁾은 실패한 많은 경우가 골질이 안 좋은 부위에서 짧은

* 본 연구는 연구비의 일부를 가톨릭의대 성모 자애 병원 임상 연구비의 지원을 받았음

길이의 임프란트를 사용한 경우였다고 보고 하였다. 또한 Sennerby들⁽³⁾에 의하면 골질이 떨어지는 해면골 내에서 임프란트 주위에 응력선(stress line)이 생길수 있는 층판골이 생성될 때 까지 임프란트의 기능은 초기 안정성에 의존 하므로 장기간의 임프란트의 성공을 위해서는 충분한 초기 안정성의 확보가 필수적이라 하였다. 그러므로 초기 고정을 증가 시키기 위한 방법으로 시술 전 미리 drilling 과정을 변경⁽⁴⁾ 시키거나 골 소주 압축법⁽⁵⁾으로 시술 할 수도 있지만 이미 초기 고정이 어려운 경우는 실제 시술을 중단하고 기다리는 것이 안전한 방법이다. 그러나 이러한 선택은 치유기간의 연장과 추가적인 비용의 증가를 초래하게 된다. 이러한 초기 고정이 안되는 상태도 여러 가지로 분류 할 수 있겠는데 동요는 없이 제 자리에서 회전하여 걸 도는 경우, 완전히 흔들리는 경우가 있을 수 있다. Ivanoff들⁽⁶⁾은 제자리에서 회전만 하는 임프란트에서와 회전하며 흔들리는 임프란트 모두에서 골 유착식립(osseointegration)이 됨을 보고 하였지만 과연 회전하며 흔들리는 경우 골과 임프란트 사이에 얼마만큼의 공간이 있었는지는 판단하지 않았다.

한편 Trunen들⁽⁷⁾에 의하면 가토 tibia의 골수강에서 bioactive glass를 이식하였을 때 임프란트 주위에 골 형성이 충분함을 보고 하였듯이 초기고정을 증가 시키기 위한 이식 재료의 충전이 골유착(osseointegration)을 이루는데 기여하지 않을까 생각된다. 본 실험에서는 이런 경우를 가상하여 골질이 좋지 않은 표본으로 간주되는 가토 원심 대퇴골 골단에 인공 치근의 직경보다 큰 골 결손부를 형성하여 완전히 초기고정이 안된 상태를 가상 한 후 자가골을 시술 부위에 이식하거나 최근 흔히 쓰이는 이중골인 Bio-Oss를 이식하고 임프란트를 식립 하여 초기고정을 증가시킨 뒤 그 효과를 상호 비교 하고자 한다.

방 법

1. 실험 동물 및 재료

실험 동물들은 가톨릭 대학교 성모 임상연구소 동물 실험 연구실 규정에 의거하여 사육된 1년된 무게 3.5-

4.0kg의 가토(창뜰 농장, 경기도) 18마리를 사용 하였다. 모두 32개의 순수 티타늄 Steri-Oss[®] 임프란트 직경 3.25mm 길이 8mm 32개를 사용 하였으며 직경 5mm trephine drill과 Bio-Oss[®]를 사용 하였다.

2. 임프란트의 시술

임의로 토끼를 선택, 마취 후 양측 대퇴골의 원심 골 단 부위 전면을 면도 후 2% 염산 리도카인(유한 양행, 한국)으로 국소 마취를 시행하였으며, 6cm 정도 길이로 무릎관절 2cm 상방부터 대퇴골 및 무릎관절 내측을 따라 피부를 절개한 후, 근육과 인대를 박리하고 골막을 절개하여 골을 노출 시켰다. 원심 전방의 대퇴골을 노출시킨 후 좌우에 각각 임프란트 1개씩을 식립 하였으며 식립 방법은 다음과 같으며 각군 모두 8개가 되도록 시술 하였다.

- 1) 표준 골 형성군(standard drilling technique group)
- 2) 완전 초기 불안정군(completely unstable group)
- 3) 자가골 이식군 (completely unstable with autogenous bone graft group)
- 4) 이중골 이식군(completely unstable with Bio-Oss graft group)

가토 대퇴골을 노출 시킨 후 슬개골과 함께 판막을 제거서 관절 부위를 노출 시킨 뒤 대퇴골 원심 골단에 좌우 위치를 가능한 같게 위치 시키고 표준 골 형성군은 통법에 따르는 drilling과정을 거쳐 임프란트를 식립 하였다.

완전 불안정군의 경우 5mm trephine을 사용 시술 부위를 넓게 만들어 인위적 골 결손 부위를 형성한 뒤 가능한 중앙에 임프란트를 매식하고 판막을 덮었다.

자가골 이식군은 양측에서 trephine으로 제거한 골을 보존하여 본 론저를 이용 가능한 작게 분쇄 시켜서 임프란트 주위로 압박을 가하여 삽입하고 초기 고정을 이루었다.

Bio-Oss 이식군은 적당량의 Bio-Oss 분말을 압박을 가하며 삽입하고 인공치근을 self tapping 시킴으로써

초기 고정을 이루었다.

골막을 원위치시켜서 봉합하고 슬개골을 원위치 시켜서 층별로 봉합하였다. 수술 후 7일간 감염 방지를 위해 황산 겐타 마이신(경동제약, 한국)을 근육 주사하고 식립후 12주에 다시 시술하여 각군중 3개를 주위 골과 함께 채취 비탈회 표본 제작 하여 주변 병리 조직 소견을 관찰하였으며 나머지는 제거 회전력을 측정하였다.

제거 회전력은 시술부위를 노출 시키고 implant mounter를 연결하여 Tohnic torque gauge로 제거 회전력을 측정 하였다.

3. 병리 조직학적 관찰

술 후 12주에 각 군별로 4마리씩 희생시키고 수술 부위를 다시 절개하여 임플란트 주위 골 결손 부위를 포함하여 절단 후 표본을 채취하였다. 채취한 표본은 70% ethanol에 1주일간 고정한 후, bone trimmer (Maruto Co., Japan)상에서 다이아몬드 디스크를 이

용하여 임플란트의 장축을 따라 근 원심 방향으로 이동 분하였다. 다시 70% ethanol에 3일간 고정한 후 villanueva bone 염색에 3일간 침적하고, ethanol의 농도를 상승시키며 탈수한 후, polymethyl methacrylate로 포매 하여 40일간 37°C 항온기에 경화 시켰다. 그 후 경조직 절단기인 crystal cutter (Maruto Co. Japan)을 이용하여 200 μ m의 두께로 절단하고 연마기인 Hard tissue grinding system (Maruto Co., Japan)으로 30 μ m 두께의 시편을 만들어 광학 현미경으로 관찰하였다.

4. 제거 회전력의 측정 자료 분석 및 통계 처리

각 군당 6개를 선택하여 Tohnic removal torque gauge를 이용 제거 회전력을 측정 하였다. 측정한 제거 회전력은 SAS 통계 package를 이용하여 분석 하였다. 분석 기법으로 one-way ANOVA(일원 배치 분석법)의 F-검정을 이용하여 여러 군간의 차이 유무를 검정한 후, 통계적으로 유의한 차이가 있는 변수들에 대해서는 Duncan's multiple range test로 두 군간의 차이 유무를 다중 비교 하였다.(유의 수준 $\alpha=0.05$)

결 과

1. 육안적 소견

표준 골 형성법에 의해 임플란트를 식립한 군에서는 제거시 임플란트 주위로 골 형성이 없는 정상적인 치유 형태를 보였다. 그러나 실험군 많은 경우에서 식립된 임플란트의 상부로 상당한 양의 골이 증식 되어 있었으며 골의 형태도 대개는 해면골과 같은 형태였으나 일부 치밀골과 같은 양상을 보이기도 하였다.

2. 병리 조직학적 소견

표준 골 형성군

임플란트 주위로 골고루 골형성이 관찰 되었으며 연조직만으로 둘러 쌓인 부위는 드물었다. 골과 임플란트 접촉 부위는 일 부분에서 연조직이 임플란트와 접촉되어 있었으며, 연조직 주위로는 유골(osteoid) 형성이 관찰되었다.(Figure 1)

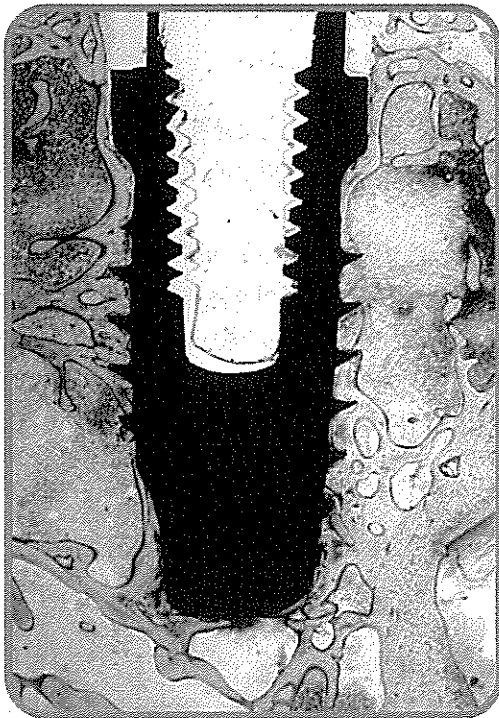


Figure 1. Ground section of a standard drilling group. Most of threads was surrounded by bone.

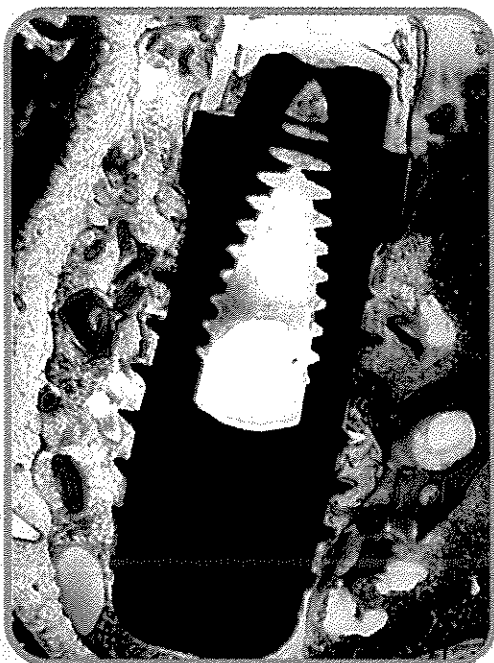


Figure 2. Ground section of an autogenous bone graft group. Though new bone formation was seen around graft, smaller bone-graft area was formed around the implant.

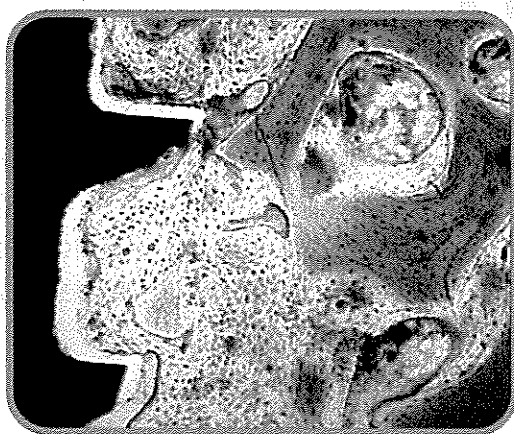


Figure 3. Autogenous bone graft is tightly attached with bone without intervened soft tissue.

완전 초기 불안정군

일부 임플란트 주위로 골과 접촉되어 치유된 소견이 관찰 되었지만 대부분이 연조직이 두껍게 형성되어 임플란트 주위를 둘러싸고 있었다. 일부 염증 세포 침윤

도 관찰 되었다.

자가골 이식군

제작된 표본상에서 자가골 이식흔적을 관찰하기가 어려웠다. 이는 이식한 골편의 양이 적었기 때문으로 생각된다. 이식 골편이 관찰된 표본에서는 이식된 골편 주위로 활발한 골 형성이 관찰되었으며 임플란트와 접촉된 골 형성을 보면 표준 골 형성 군에 비하여 골과 임플란트 부위가 감소되어 관찰되었다. 그러나 이식 골편 주위로는 활발한 골 형성이 관찰되었고 이식 골편 주위로는 성숙골이 둘러싸고 있었으나 이식 골 흡수 소견은 관찰 할 수 없었다. 그러나 그외의 부위에서는 연조직이 많이 관찰되었다.(Figure 2,3)

Bio-Oss 이식군

모든 표본에서 이식된 골편이 관찰되었으며 이식된 골편 주위로 골 형성이 활발하였다. 이식된 골편이 흡수되는 양상은 없었으나 형성된 골과 접촉되어 안정된 소견을 보여 주었다. 임플란트와 골과의 접촉은 상당부위에서 직접 접촉되어 치유되었지만 표준 골 형성 군에 비해 적어 보였다.(Figure 4,5)

3. 제거 회전력 값

제거 회전력 측정값은 평균적으로 표준 골형성군, Bio-Oss 이식군, 완전 불안정군, 자가골 이식군 순서로 높았다.

표준 골 형성군과 Bio-Oss 이식군간에서, 완전 불안정군과 자가골 이식군 사이에는 통계적 유의성이 없었으나, 표준 골 형성군, Bio-Oss 이식군의 두군과 완전 불안정군, 자가골 이식군의 두군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

Table. Statistical comparison of removal torque values among each group (Ncm).

group	Number	Mean	S.D.
Standard #	6	28.26	11.23
Completely mobile ☆	6	13.56	6.50
Autogenous bone ☆	6	9.63	4.13
Bio-Oss #	6	22.70	6.40

#, ☆ statistically significant between two lettering groups

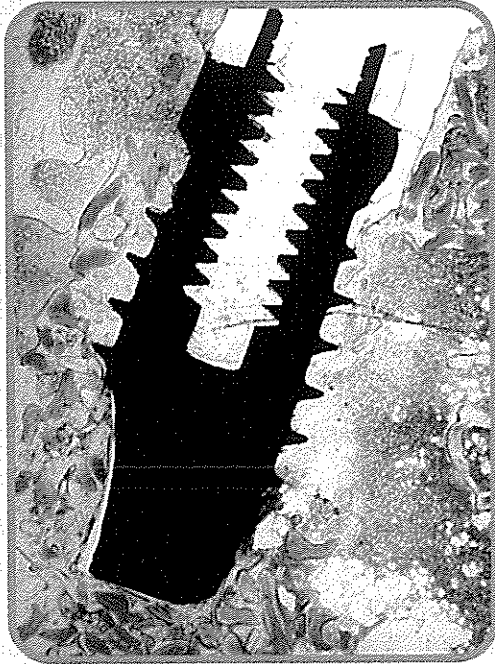


Figure 4. Histologic feature showed new bone formation around titanium implant and Bio-Oss grafts. Bone was well formed compare to the autogenous bone graft group.



Figure 5. Bio-Oss graft was tightly attached with bone without intervened soft tissue.

고 찰

이번 실험을 통해서 과도한 골의 삭제후 또는 임플란트와 골간의 간격이 큰 경우 자가골 및 이종골을 압박 이식하였을 때 그 양이 충분하다면 골 유착을 이룰 수 있음을 보여주고 있다. 조직 표본과 함께 골 유착의 정도를 평가 할 수 있는 객관적인 측정 방법에는 생역학적인 방법이 있는데 push out, pull out, 제거 회전력값의 측정등이 있다. 제거 회전력의 측정에 대한 보고는 여러 학자들의 연구 보고가 있지만 토끼 대퇴골에 시술한 임플란트의 제거 회전력은 Carlsson들⁽⁸⁾은 17-36 Ncm, Sennerby들은 20-37 Ncm의 측정값을 보고하고 있다. 저자의 실험에서도 표준 골 형성군에서 28.26 Ncm이며 Bio-Oss 이식군은 22.70 Ncm으로 상대적으로 낮은편이나 골 유착된 범주에 포함된다.

한편 Ivanoff에 의해 언급되었듯이 제자리에서 회전만 하거나 회전하며 흔들리는 경우 모두에서 삽입된 모든 임플란트는 골 유착을 이루지만 시술 부위와 식립

기술에 따라 달라짐을 보고 하였다. Carlsson들은 실험에서 임플란트와 골간의 간격을 0.35, 0.85mm 간격을 주고 골 유착을 관찰할 때 0.35mm 간격의 실험군 일부에서 골과 접촉되어 치유되는 것을 관찰하고 0.35mm 간격이 골 유착을 이룰 수 있는 최대한의 간격임을 이야기하였다. 이에 저자는 Carlsson들⁽⁹⁾의 실험에서 골 유착이 없었던 간격인 약 0.87 mm의 간격을 만들고 본 실험을 하였다. 임플란트 수술 직후 stress를 받지 않는 초기 안정의 중요성에 대해서는 Uthoff⁽¹⁰⁾ 논문에서 언급되고 있는데 그는 초기 안정성이 잘 확보된 경우 임플란트 주위가 골과 접촉되어 치유되나 그렇지 못한 경우 연조직으로 채워진다고 보고 하였다. 결국 골질이 안 좋거나 과도하게 drilling이 된 경우 골 유착이 안될 가능성은 높아진다.

한편 저자와 유사한 실험을 하였던 Ivanoff들은 완전 불안정한 상태를 4mm drill 사용후 3.75mm 임플란트를 식립하여 실험을 하였는데 결국 이것은 골과 임플란

트의 거리가 0.35mm 이내라고 말할 수 있다. Uthoff가 이야기하였듯이 안정된 상태만 유지하면 골과 임플란트 사이에 골 유착이 발생 가능함을 알 수 있다.

자가골 이식은 "creeping substitution"의 개념으로 이식 즉시 mass와 stability를 제공한후 신생골이 합성될 때 서서히 흡수되어 혈관이 차게 된다. 또한 bone inductive 과정은 다단계 연쇄 과정이다. demineralized matrix에 간세포가 부착되고 화학 주성(chemotaxis)을 하는 과정으로 구성되며 전구 세포(progenitor cell)의 증식, 조절 골수, 연골 및 골의 형성을 발생시킨다. 이때 조절 단백질이 골 형성세포를 지배하는 것으로 알려져 있다. 인접 기질로 B.M.P.(bone morphogenetic protein)의 유출은 신생골을 유도하며 골 흡수와 침착의 동시적인 양상을 "coupling phenomenon"이라 한다.⁽¹¹⁾ 그러므로 골 이식이 필요한 경우 자가골 이식이 가장 좋다고 할 수 있다. 그러나 자가골 이식은 또 다른 시술 부위가 필요하고 채취하는 골의 양에 제한을 받을 수 있다. 게다가 채취하는 과정 자체가 일차 수술 과정의 이점을 크게 제한시킨다.

Bio-Oss는 유기질을 제거한 소의 뼈에서 추출한 수산화 인회석으로, 생체에서 흡수되며 골전도의 성질이 있다고 알려져 있다. Berglund와 Lindhe⁽¹²⁾는 개의 하악골에서 골 결손부를 Bio-Oss로 채우고 6개월간의 치유기간을 가진 후 임플란트를 식립 하였을 때 정상적인 골에 식립한 임플란트와 비교한 경우와 큰 차이가 없음을 이야기하였다.

한편 Young등은⁽¹¹⁾ 골 결손후 이식된 자가골 주위에 혈관과 세포가 풍부하고 염증세포의 출현이 적었으며 새롭게 형성된 골에 조골 세포와 유사한 세포들이 배열되었음을 보고 하였다. Bio-Oss의 경우 주위로 치밀 결체 조직으로 덮여 있으며 드물게 다핵 거대 세포가 관찰 되었으며 조각들의 외형이 불규칙적인 것을 볼 때 재료가 흡수되기보다 침식(degrade)되는 양상을 보인다고 언급하였다. 그러나 저자의 실험에서는 자가골 이식과 Bio-Oss 이식 사이에는 제거 회전력에서 큰 차이를 나타냈지만 조직 소견상으로는 이식된 골이 신생된 골 사이에 묻혀서 골이 발생되었으며 둘 사이의 차이를 구분하기가 힘들었다. 실제 신생골은 이식된 입자

에 매우 근접하여 생성 되었으며, Bio-Oss 입자에 접촉되어 신생골이 만들어 짐으로써 이 입자가 흡수되는 것을 방해 할 수도 있을 것 같았다.

저자의 실험에서 예상외로 Bio-Oss 이식군보다 자가골 이식군에서 좋지 않은 결과를 보였는데 아마도 Bio-Oss가 균등한 입자 크기를 가지고 있기 때문이며 자가골 이식의 경우보다 충분한 양을 가지고 충전 하였기 때문이라고 생각된다. 자가골 이식군의 경우 임플란트 주위에 자가 골편을 매립 시켜서 초기 고정을 이루었지만 채취한 양이 적어 임플란트 주위에 충분히 이식하지 못하였으며 그 결과 일정한 간격 이상의 공간에서는 골로 채워지는데 한계가 있음을 발견할 수 있었다. 그러나 장기간의 Bio-Oss의 운명에 대해서는 논란의 여지가 있는만큼⁽¹³⁾ 자가골을 bone mill등의 기구를 이용 일정한 크기로 만들고 충분한 양을 이식하면 더 효과적이지 않을까 생각된다.

결국 초기 고정 못지 않게 건강한 골에 접촉되어 치유되는 것이 골 유착을 이루는데 중요한 요소가 아닌가 생각된다. 이상을 고려할 때 초기 고정도를 증가시키는 것 뿐만 아니라 임플란트와 인접골 사이의 간격도 중요하며 일정 간격 이상이 넘어가면 시술을 중단하고 치유를 기다리거나 임플란트 주위에 골 형성을 도울 수 있는 이식 재료를 충분히 이식하여야 골 유착을 기대할 수 있음을 보여준다고 하겠다.

맺음말

저자는 초기 고정이 완전히 안된 임플란트 식립시 자가골 및 이종골 이식에 의한 초기 고정의 증가가 골 유착에 미치는 영향을 알기위해 다음과 같이 실험하였다. 가토 대퇴골 골단에 5mm trephine을 이용 골 결손을 주고 자가골 및 이종골 이식후 임플란트를 식립 하였으며 완전 불안정군과 표준 골 형성군을 대조군으로 하였다. 12주 후 조직표본을 만들어 관찰하였으며 일부는 제거 회전력을 측정 하였다.

제거 회전력 값은 표준 골 형성군, Bio-Oss 이식군, 완전 불안정군, 자가골 이식군의 순서로 높았으며 표준 골 형성군과 Bio-Oss 이식군 사이에서, 완전 불안정군과 자가골 이식군 사이에는 통계적 유의성이 없었으나,

표준 골 형성군, Bio-Oss 이식군의 두 군과 완전 불안정군, 자가골 이식군의 두 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

골과 임플란트의 접촉은 표준 골형성 군에서 높게 관찰되었으며 이식군중 Bio-Oss 이식군에서 이식물질을 포함한 골 형성이 넓게 관찰 되었다. 이식된 골 양에 제한을 받은 자가골 이식군은 이식된 골이 있는 부위는 골이 형성 되었으나 그외의 부위에서는 완전 불안정군 소견과 차이가 없었다.

이식된 자가골과 Bio-Oss 모두 골과 긴밀한 접촉을 하여 치유 되었다.

이상에서 완전히 불안정한 상태에서 임플란트의 식립은 충분한 양의 생체 재료를 임플란트 주위에 이식할 경우 골 유착이 가능함을 시사 하지만 이식재료의 질뿐만 아니라 양도 중요함을 보여 주었다.

(이 연구를 진행함에 도움을 주신 연대 치대 구강 병리학 교실 김 진 교수님께 감사 드립니다.)

참 고 문 헌

- Jaffin, R. & Berman, C. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone. A 5-year analysis. *J Periodontol* 1991, 62:2-4
- Friberg, B., Jemt, T. & Lekholm, U. Early failures in 4641 consecutively installed Branemark implants. A study from stage one surgery to connection of complete prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1991, 6:142-146
- Sennerby, L., Thomsen P. & Ericson L. A histomorphometric & biomechanical comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 1992, 7:62-71
- 이 철원 골질에 따른 drilling 기법의 변경과 적절한 임플란트의 선택 및 치유 기간에 대한 고찰 대한 치과 의사 협회지 1999, 37.5: 319-326
- 최 용창 성견 대퇴골에서 골 소주 압축법으로 식립된 임플란트 주위 골의 Osseointegration 가톨릭 대학교 대학원 박사 학위논문 1999, 8.
- Ivanoff C.J., Sennerby L. & Lekholm U. Influence of initial implant mobility on the integration of titanium implants. An experimental study in rabbits *Clin. Oral Impl. Res.* 1996, 7:120-127
- Trunen T., Peltola J., Helenius H., Yli-Uropa A., and Happonen R.P. Bioactive glass and calcium carbonate granules as filler material around titanium and bioactive glass implants in the medullary space of the rabbit tibia *Clin Oral Imp Res* 1997, 8: 96-102
- Carlsson L, Rotlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torques for polished and rough titanium implants inserted rabbit cortical and cancellous bone *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988, 3: 21-24
- Carlsson, L., Roslund, T., Albrektsson, B. & Albrektsson, T. Implant fixation improved by close fit. *Acta Ortho Scand* 1988, 59: 272-277
- Uthoff, H.K. Mechanical factors influencing the holding power of screws in compact bone *J Bone Joint Surg* 1973 55-B:633-641
- Yong C., Sandsteadt P., Skoglund A. A comparative study of anorganic xenogenic bone and autogenous bone implants for bone regeneration in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999, 14:72-76
- Berglundh T. & Lindhe J. Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-Oss *Clin Oral Impl Res* 1997 8:117-124
- Skoglund A, Hising P, Young C. A clinical and histologic examination in humans of the osseous response to implanted natural bone mineral. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997, 12: 194-200