

타이타늄 치근형 매식체에 대한 골유착 과정에 관한 조직학적 연구

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

안 창 영 · 김 영 수

〈 목 차 〉

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 사진부도
- 영문초록

I. 서 론

심하게 흡수된 잔존치조제를 가진 부분 또는 완전무치악 환자에서는 형태적 결함과 함께 근섬유 신경계의 부조화를 수반하기 때문에 유지력, 편안감, 심미성, 안정성 및 기능을 가진 보철물을 제작하기는 매우 어렵고 때로는 치과의사와 환자에게 절망감을 줄 수 있다⁽¹⁾. 이러한 형태적 경함과 근·신경계의 부조화를 개선하기 위한 방법으로는 무치악 치조제 재형성술식, 생물학적 또는 비생물학적인 재료를 이용한 술식등이 있는바 그 가운데 특히 골내인공치근 매식체를 이용한 보철치료에 관한 많은 연구와 발전이 되어왔다^(2, 3, 4, 5).

역사적으로 볼 때는 고대 이집트인들이 상아, 금속, 뼈 그리고 보석 등을 상실된 치아의 대치물로 사용한

매식의 고고학적 증거⁽⁶⁾로 보아 치과매식술이 새롭게 독특한 방법은 아니다. 이렇듯 역사적으로는 오래됐지만 매식 시술이 시행착오적으로 시도되어 온 기본적인 문제는 일차적으로 재료에 있었다.

매식체에 사용되어온 재료를 대별하면 금속^(7, 8), 합성수지^(9, 10, 11), 그리고 도재^(12, 13, 14)등이 있는데, 매식재료의 바람직한 성질은 조직과의 친화성, 부식에 대한 저항성, 내구성, 무독성, 물리적 성질 등을 갖추어야 하는 것으로 이러한 조건을 모두 갖추 수 있는 재료로는 일차적으로 금속을 지적할 수 있으나, Gross 등⁽¹⁵⁾과 Garrington 등⁽¹⁶⁾은 금속매식체는 부식, 금속약화, 독성 그리고 조직에서의 부작용 등의 바람직하지 않은 성질이 있다고 하였고, Hench⁽¹⁷⁾는 보다 더 구체적으로 금속성 매식체의 골조직내에서의 이물반응에 의해 생긴 결체조직은 혈류량의 감소를 초래하여 두께의 증가를 가져와 결국 매식체의 상실을 가져온다고 보고한 바 있다. 그러나 Hansson⁽¹⁸⁾등, Brånemark⁽¹⁹⁾, Baro 등⁽²⁰⁾은 금속류 중에서 타이타늄은 상기 금속매식체의 소요조건 뿐만 아니라 생적합성등이 우수하다고 언급했다. Laing 등⁽²¹⁾과 Albrektsson 등⁽²²⁾은 타이타늄은 부식에 대하여 적절한 저항성, 낮은 독성, 그리고 경조직뿐만 아니라 연조직에 대한 양호한 친화성반응을 보인다고 했다.

그러나 타이타늄 금속 임플란트에 대한 반응에 있어서도 최근까지 흥미로운 정반대의 의견과 주장이 대립되어 있는 형편이다. Bodine 등⁽²³⁾, Babbush⁽²⁴⁾, Linkow 등⁽²⁵⁾은 blade형 타이타늄 매식체 주변에는

결체조직이 형성되며, 그 결체조직은 치주인대와 같은 역할을 하고, 주위 골조직 형성을 촉진하는 기능을 한다는 견해가 1970년대말까지 보고되었다. 1980년대에 이르러서는Albrektssom^(22, 26, 27), Brånemark^(19, 28, 29, 30), Zarb^(31, 32), Carlsson⁽³³⁾, Linter⁽³⁴⁾, Cook⁽³⁵⁾, Wie⁽³⁶⁾, Akagawa⁽³⁷⁾, Niznick⁽³⁸⁾, Hansson^(18, 39)의하여 타이타늄 매식체가 어떤 연조직의 개재없이 직접 골과 유착된다는 골유착성 개념이 보고되었다. 그러나 Weiss^(40, 41)는 계면에서의 결체조직의 해부학적 및 기능적 중요성을 강조하면서 섬유 유착성 개념을 주장해오고 있고, Brunski⁽⁴²⁾는 타이타늄 매식체 연구에서 부분적인 섬유유성 반응과 국소적 골 형성을 보인다고 보고했다.

골유착에 대한 개념은 Brånemark 가 1952년 토끼 비골에서의 골수에 대한 현미경적 연구를 근거로 시작되었으며, 1965년 골유착 원리에 따라 최초로 무치악 환자에 대한 골유착성 보철치료가 시도된 이래로 지금까지 임상적 시도가 계속되어 오면서 장기간에 걸친 과학적 검증^(19, 38, 46)이 Brånemark 연구요원들에 의하여 계속 이루어져 오고 있다. 이들은 매식체의 수명에 기여하는 인자들로서 타이타늄의 순수성, 표면형태 및 처리, 매식술, 2단계 시술법 등을 강조했다.

골유착성 임플란트의 상태와 예후 즉 기능적 효과나 장기간의 생존과 효율이 섬유 유착성 임플란트를 능가하는 것으로 인정된 요점은 매식체와 조직과의 인접면 즉, 계면에 있다고 볼 수 있다. 계면에 대한 연구는 초(招)구조적 분석법 즉 광학현미경, 조직 화학적 염색, 미세 방사선 사진, 혈관 조영법, fluorochrome dye

의 주입, 투과 전자 현미경, 주사 전자현미경, 전자 분광검사, 특수 시편의 처리법, 기계적 검사 등이 적용되어왔다. 이런 방법들은 매식체형태, 재료, 제조방법, 수술후의 양상과 보철치료에 대한 유익한 정보를 제공해 주었다. 매식체의 재료, 제작 공정, 형태, 표면처리, 시술방법 등이 계면상태를 결정하는데 중요한 인자로 작용할 수 있다고도 볼 수 있다. 지금까지 다수의 골유착성 매식체를 사용한 Osseointegration의 결과에 대한 실험적 보고는 외국 문헌에도 다수있고, 국내문헌에서도 김⁽⁴³⁾, 이&김⁽⁴⁴⁾ 등에서도 보고되고는 있으나 골유착화의 과정에 대한 보고는 아직 접하지 못하였다.

본 연구의 목적은 임상에 가장 널리 시도되고 있는 2종의 타이타늄 매식체와 서울 대학교에서 개발중인 시험용 타이타늄 매식체를 이용하여 매식체와 조직의 계면에서 골유착 진행과정에 대한 시차에 따른 조직학적 변화를 광학현미경과 전자현미경을 통하여 비교 관찰한 것으로 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가) 실험재료

연구치가 완전히 맹출된 15 정도의 옹성성견3마리를 사용하였으며, 사용된 3종류의 매식체는 Table I 과 같다.

Table I. Implant materials used in this study

Kinds of implant	Diameter	Length	Material	Form and Design
Brånemark	3.75 mm	5.5 mm	C.P titanium (Nobelpharma 사)	cylinder, threaded
Core - vent	3.5 mm	5.5 mm	titanium alloy (Core-Vent 사)	cylinder, threaded and hollow basket
Kimplant*	3.75 mm	5.5 mm	titanium alloy	cylinder, threaded

나) 실험방법

a) 실험동물 수술⁽⁴⁵⁾

실험동물에서 하악 좌측 1, 2, 3 소구치 및 1, 2, 3 대구치를 발거하여 하악편측 무치악제를 조성하고 나서 6개월간의 치유기간을 허용하였다. 임플란트 시술 당일로부터 충분히 골유착이 일어날 수 있는 시기를 포함하여 실험시술기간을 시술당일을 기초로하여 1/2개월, 1개월 2개월 및 3개월의 5개의 일정한 시기로 나누고 해당시기 또는 시기가 경과된 상태에서 생체적 합성을 근거로 하여 계면상태를 관찰하는 것이었다.

본 실험에 있어서는 한가지 종류의 매식체를 각각 한 개체의 가견에 시술하였는데, 전방으로부터 후방에 이르기까지의 무치악제부분을 10mm간격을 두고 5개 처로 나누고, 최전방을 3개월의 골유착기간 부위로 하고 역순으로 2개월, 1개월, 1/2개월 그리고 시술 즉시 부위는 최후방으로 정하였다.

Brånemark, Core-vent alc Kimplant(Fig. 1)를 각각 Adell⁽⁴⁶⁾, Niznick⁽⁴⁷⁾, Kim⁽⁴⁸⁾등이 제시한 방법에 따라 시술하였다(Fig. 2). 각 임플란트는 하치조관과 치조골 정상과의 거리를 X-선상에서 측정하여 길이를 수정한 바있다. 가견에 무치악제 조성시 및 임플란트 시술시에는 cephalic, veim에 kg당 20-25mg의 pentothal sodium을 서서히 정맥주사에 마취시킨

후 5% 포도당을 연결시켰다. 최초 매식후 3개월 되는 날에 실험동물을 관류고정을 시행하면서 희생시키고, 하악골 적출후 직경 1cm정도의 매식체를 포함한 절편으로 각각 분리하여 2,5% glutaraldehyde (0.1M cacodylate 완충액 : pH 7.4)에 전고정후 1%OsO₄(0.1M cacodylate 완충액)에 후고정 하였다.

b) 조직표본 제작

① 광학현미경 관찰용

매식체를 포함한 직경 및 길이가 각각 1cm정도의 시편을 0.1M EDTA를 사용하여 탈회하면서 매식체 주변의 골의 두께와 길이를 줄이면서 세절하고 탈회후 BP Knife #15를 사용하여 매식체와 조직편을 분리, 통법으로 탈수, 파라핀 포매 후 4-6 조직절편을 제작하여 H-E염색 검경하였다. 또한 탈수후 Epon 812에 포매하고 1 μ m 으로 절편을 제작하여 1%toluidine blue로 염색 검경하였다.

② 전자현미경 관찰용

광학현미경 관찰과 같이 0.1M EDTA로 탈회후 통법에 따라 시행, 초박절편 염색시 1% Uranyl(0.1M maleate 완충액 : pH 6,2)을 사용하였으며, Jeol 1200 전자현미경으로 관찰하였다.

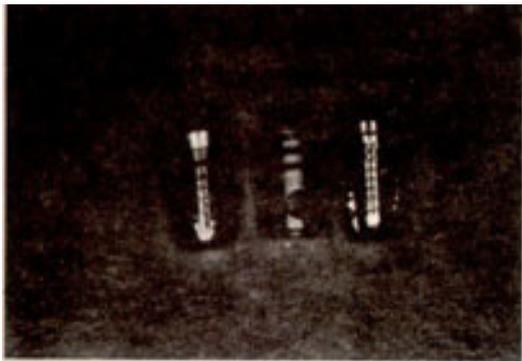


Fig.1. Photograph of implants used in this study. From the left Brånemark Corevent, and Kimplant.

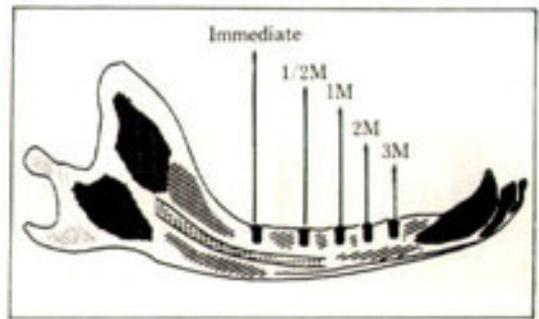


Fig.2. Schematic drawing of Experimental implants inserted in the mandible of dog.

III. 실험성적

가) 육안적 소견

적출된 하악골에서 각 매식체는 대부분 정상치은 조직으로 피개되어 있었으며 부분적으로 치은퇴축으로 매식체가 노출된 것도 있었다. 3가지 매식체의 시진, 촉진, 타진 등요도 검사에서 공히 전혀 동요가 없었다. 매식체와 탈회조직을 분리시 15일군, 1개월군, 2개월군, 및 3개월군 모두에서 매식체 표면과 일치되는 선명한 serew 및 core 형태를 보였으며, 즉시군에서는 동일한 형태를 보였으나 혈병의 흔적이 보였다(Fig. 3)

나) 조직학적 소견

(1) 광학현미경 소견

Brånemark, Core-vent, kimplant 매식체 주위의 조직반응은 대체로 유사한 소견을 보이고 있었으나, Kimplant에서 골유착 과정이 다소 느리게 일어나는 일부소견이 관찰되었다.

1) 즉시군

매식체 주위조직은 치밀골 또는 해면골로 구성되어 있었다. 매식체에 인접하고 있는 골조직 표층에서 미세한 파열상이 국소적으로 관찰되었고, 부위에 따라서 매식체에 인접하고 있는 골조직에서 골세포가 소실되고 골소강이 빈공간으로 보이는 소견을 보였다. 매식체 주변에 해면골이 접촉하고 있는 부위에서는 골주

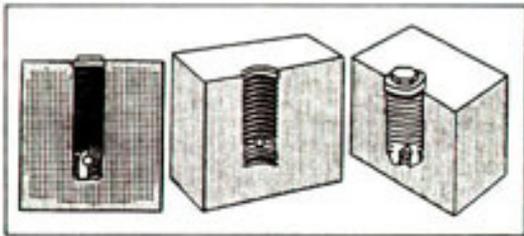


Fig.3. Schematic drawing of preliminary sectioning for the preparation of light and electron microscopic examination slides

및 골수조직이 매식체에 접촉하는 양상을 보였다.

2) 15일군

serew 형태에 준하여 골조직의 표층이 요철을 보이고 있었다. 매식체에 인접하고 있는 골표면에 편평세포가 이주하여 덮고 있는 소견이 관찰되었고, 부위에 따라서는 골주 내면에서 입방형의 조골세포가 단층으로 존재하면서 골을 첨가하고 있었다. 또한 국소적으로 다수의 파골세포가 출현하여 골을 흡수하고 있는 부위도 관찰되었다. 부위에 따라서는 염증세포들이 침윤되어 있었으며, 염증세포 침윤부위에 인접하여 골형성이 왕성하게 진행되는 부위도 관찰되었다.

3) 1개월군

15일군에 비하여 여러부위에서 조골세포에 의한 골형성이 왕성하였으나 아직도 많은 부위에서 골수조직이 인접하여 나타나고 있었으며, 파골세포의 출현은 감소되었다.

4) 2개월군

1개월군에 비하여 골 형성이 더욱 진행되어 골 내면에서 파골세포의 출현은 거의 관찰할 수 없었다.

5) 3개월군

매식체에 접촉하는 골조직 표층의 대부분이 Havers계가 발달된 치밀골로 되어 있었으며, 매식체의 계면에 있는 골조직 표면에서는 완전히 치밀골로 피개되어 있었고 여하한 세포의 존재로 인지할 수 없었다.

(2) 전자현미경 소견

매식후 15일 및 1개월군에서 골 형성이 왕성한 부위에서는 조면형질내세망(endoplasmicreticulum)과 Golgi기관이 잘 발달된 조골세포가 골주표면에 단층으로 배열되어 있었다. 골흡수가 진행되는 부위에서는 주름변연(ruffled border)이 잘 발달되고 Golgi기관, 사립체(mitochondria), 공포(vacuole) 및 용해소체(lysosome)가 잘 발달된 파골세포가 다수 출현하였다.

매식후 3개월군에서는 매식체에 인접하여 골표층에 조골세포는 관찰되지 않았으며, 교원섬유가 존재하는 골기질이 관찰되었다.

Table II. Summary of light microscopic findings.

	Immediate after Insertion	1/2 Month	1 Month	2 Months	3 Months
Brånemark	<ol style="list-style-type: none"> 1. 부분적으로 미세 파열상이 존재. 2. 골세포가 골소강내에 생활(vital)상태로 존재. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 임플란트와 조직의 계면이 치밀골로 덮혀 있고, 하부 골형성이 왕성함. 2. 파골세포에 의한 골흡수 진행. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 임플란트와 조직의 계면이 골과 골수조직으로 피개. 2. 골표면에 위치한 조골세포가 골형성을 하며, 부분적으로 섬유조직이 피개된 곳도 존재함. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 임플란트와 조직의 계면이 골조직으로 피개됨. 2. 부분적으로 골표면에 얇은 세포성 조직이 개재되기도 함. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 계면이 거의 대부분 잘 발달된 치밀골로 피개됨.
Core-vent	<ol style="list-style-type: none"> 1. 활백한 골면. 2. 혈병의 흔적. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 파골세포에 의한 골흡수 양상을 보임. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 임플란트와 조직의 계면에서 일부는 골조로 피개되고 일부는 연조직으로 피개됨. 2. 조골세포에 의한 골형성이 왕성함. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 부분적으로 섬유조직이 개재됨. 2. 골형성이 상당히 진행됨. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 계면이 치밀골로 피개하고 있으며, 극히 일부분만 골수조직으로 피개됨.
Kimplant	<ol style="list-style-type: none"> 1. 부분적으로 미세파열상이 존재. 2. 혈병의 흔적. 3. 생활(vital)한 골세포. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 골면이 치밀골로 피개되고 있으며, 일부는 골수조직으로 피개. 2. 파골세포에 의한 골흡수와 조골세포에 의한 골형성이 인접부위에서 일어남. 	<p>* 실험동물의 하악골에서 탈락되고 없었음.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 계면에 골수조직이 개재된 경우 골형성이 왕성함. 2. 염증이 존재하는 경우도 있었으며, 그런 경우에도 골형성이 진행되고 있었음. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 잘 발달된 치밀골로 이루어짐. 2. Haversian system이 관찰됨.

IV. 총괄 및 고안

골내 매식체에 인접한 3가지 조직인 상피조직, 결합조직, 그리고 골조직의 건강상태는 매식체의 성공과 실패 즉 수명과 직접 관계가 있을 수 있는 중요한 조직

이라고 말할 수 있다. 구체적으로 Havard-NIH 토론회^(49, 50)와 Toronto 토론회^(51, 52)에서는 이와 관련된 임상증상으로써의 동요도, 매식체 주변의 방사선상, 골흡수, 염증 등의 제반증상을 5년, 10년 수준에서의 성공을 산출하고 성공에 대한 기준을 세우는데 연관시

Table III. Criteria for implant success.

Harvard-NIH 토론회	Toronto 토론회
<ol style="list-style-type: none"> 모든 방향으로 동요가 1mm미만일 것. Radiolucency 정도를 평가하지만 성공의 기준으로 정의하지 않음. 골 흡수는 매식체 길이의 1/3이하일 것. 감염이나 이상증상이 없고, 무감각증이나 지각이상 없이 있을 것. 임플란트가 시술된 75%에서 5년간 기능을 해야만 성공적이라고 볼수 있다. 	<ol style="list-style-type: none"> 임상적으로 동요가 없어야 한다. 방사선 사진으로 peri-implant radiolucency를 관찰하지 못한다. 1년 경과한 임플란트에서 수직적인 골 흡수는 매년 0.2mm이하여야 한다. 지속적인 동통, 감염, 신경병, 지각이상과 같은 증상이 없을 것. 5년 경과후 85%의 성공율과 10년 경과후 80%의 성공율이 성공에 대한 최소기준이다.

킨바 있다(Table III).

Laing⁽²¹⁾은 금속매식체 연구에서 결체조직두께와 관련된 평가기준 즉 매식체의 성공은 결체조직 피막의 두께와 비례한다고 보고 했으며, Meenaghan⁽⁵³⁾은 전자현미경적 연구에서 건강한 매식체 주위에는 3가지 층 즉 조섬유세포 치밀층, 혈관 골형성 결체조직층, 조골세포층이 관찰됐다고 하였고, James⁽⁵⁴⁾는 기능하고 있는 매식체 주변의 결체조직을 고전적인 지지구조로 설명하면서 매식체를 통하여 섬유조직에 전달된 수직력은 지지골에 대한 골형성에 영향을 미친다고 설명했다. Albreksson⁽²²⁾은 성공적인 골유착의 요구조건으로 매식체의 형태 및 재료, 매식체의 표면상태, 골조직의 상태, 외과적 술식 및 매식체에 가해지는 외력과 보철물 설계, 구강위생의 유지 등을 언급하면서 특히 생역학적 요소를 강조하고 있다.

매식체의 치경부와 치근부에 중요한 생물학적 계면을 갖는 매식체의 표면은 아주 매끄럽게(滑澤) 그리고 가공성 또는 돛자리(matte) 형태로 제조될 수 있다. James⁽⁵⁴⁾, Klawitter⁽⁵⁵⁾, Deporter⁽⁵⁶⁾, Hulbert⁽⁵⁷⁾, Cranin⁽⁵⁸⁾은 동물실험에서 가공성 또는 돛자리 형태의 치경부는 치태형성을 조장하며, 구강위생적 관리를 불리하게 하여 치경부의 배형성(saucerization) 유발에 관여하는 세균의 서식처를 제공한다고 하면서 매식체의 치경부는 매끄러워(골택)야

함을 입증했다. 그러나 치근부 표면은 가공성 형태 또는 돛자리 형태일 때 더욱 중요한 매식 부위의 반응을 일으키게 되며 특히 200 μ m 가공크기를 가지는 매식체는 기하학적인 표면적의 증가뿐만 아니라 혈관 골지지계를 조성할 수 있는 장점이 있다고 하며, 반면에 표면적의 증가는 매식체 표면의 산화물 역시 증가되는 위험이 따르게 된다고 하였다. Cook⁽⁵⁹⁾은 매식체의 가공크기는 계면의 부착력에 영향을 미치지 않음을 보고했고, pillar⁽⁶⁰⁾는 매식체의 동요를 방지하기 위해서는 가공형태의 표면을 가져야한다고 했다.

Brånemark⁽⁶¹⁾은 개 실험에서 screw형태의 매식체에서는 모두가 골유착을 보였으며, cylinder 형태에서는 부분적인 골유착을 보였다고 보고했으나, Carlsson⁽⁶²⁾은 토끼에서의 실험에서 타이타늄 screw와 cylinder의 형태적 차이에 따른 골-매식체 사이의 계면연구에서 차이가 없다고 보고했다. 본 연구에서는 형태적 차이에 관계없이 모두 골유착이 일어난 것으로 관찰하였으나 kimplant에서 골유착이 더디게 일어난 것은 상대적으로 표면에 생긴 제작공정상의 미세결함때문인 것으로 추정된다(현미경사진 38, 39, 40).

외과적 시술에 앞서 매식체와 매식기구의 소독을 위해 고압멸균기를 사용시에는 간과해서는안될 중요한 문제점이 존재한다. 즉 연관시스템에 사용된 물로부터

수증기방울이 농축되면서 잔류되는 탄산염 등이 매식체와 매식기구의 표면에 부착되어 조직과의 친화력을 방해하게된다. 매식체와 조직의 친화력을 최대한 증가시키기 위해서 Baier⁽⁶⁴⁾, Carter⁽⁶⁵⁾, parsegian등⁽⁶⁶⁾은 수술직전 매식기구는 모든 표면 습윤성(wettability) 상태를 만들어주는 glow discharge세척을 추천하였다. 또한 Kasemo⁽⁶⁷⁾는 공기중에 순수 타이타늄을 노출시키면 수초내에 10Å 두께의 산화막이 표면에 형성됨을 보고했는데, 이점은 임플란트 시술시 매식체의 공기중 노출을 줄이도록 노력해야 할것으로 생각된다. 본 실험에서는 기 소독된 제품을 사용하지 못하고 길이를 조정하였고 자가 소독을 실시하였으므로 이점에 특히 유의하였다.

1951년 Leventhal⁽⁷⁾이 타이타늄의 골조직과 결합기능성을 보고한 이래 순수 타이타늄이 다른 어떤 금속재료에 비하여 매식 재료로서의 적합성이 주장되었고, Baro등⁽⁶⁸⁾은 최초로 타이타늄 표면의 3차원적 관찰에서 약 30nm직경의 미세기공과 0.11 micron의 홈과 층을 보이며, 타금속과 특이한 점은 50-100Å의 표면산화층을 가지고 높은 dielectric constant를 가져서 골조직과의 생화학적 접촉을 높힌다고 하였다. Clark와 Hickman⁽⁶⁹⁾은 금속의 부식저항을 표시하는 ABE수치에서 타이타늄이 vitallium과 stainless steel에 비해 각각 5배 및 7배 큰 수치를 나타내고이는 타이타늄이 내부식이 강함을 보여준것이다. Cook 등⁽⁷⁰⁾은C.P. hydroxylapatite로 코팅한 Ti-6 Al-4v alloy의 계면 전단강도 비교에서 각기 1.54Mpa와 7.27Mpa를 보였다고 하였으며, Zitter등⁽⁷¹⁾은 redox system 을 이용한 매식체 재료의 전류밀도(current density) 연구에서 금이 가장 높고, Stainless steel이 그 다음이며 순수 금속인 타이타늄, 탄탈륨 등이 가장 낮다고 보고했다.

타이타늄 합금 매식체는 90% titanium, 6%aluminium, 4% vanadium 으로 구성되어 있으며, C.P. 타이타늄에 비해 기계적 강도가 약 60% 높은 반면 Albrektsson⁽⁷²⁾은 proteoglycans과 glucoseaminoglycans이 구성하는 무구조성 기질층의 두께가 타이타늄 합금은 5000Å, C.P. 타이타늄은

200-400Å 인점으로 보아 C,P 타이타늄이 조직 친화성에서 더 우수한것으로 보고하였다. 또한 Albrektsson등⁽⁷³⁾은 골유착성 타이타늄 매식체와 골의 계면에 존재하는 이러한 구조는 매우 얇은층이나 계면상의 이러한 물질의 실질적 파괴없이는 미끄러질 수 없도록 연속적이며 강한 연결을 형성하고 있음을 Fig.4에서 보여주었다. 또한 Linder등⁽⁷⁴⁾은 12주동안 매식된 타이타늄 매식체 주위에 3가지 층 즉 50-100Å의 oxide층, 100-200Å의 proteoglycan층, 200-500Å의 collagen filament층이 관찰되며 부분적으로 조섬유세포, 포식세포, 및 골세포등의 돌기들이 매식체에 접근하고 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 2개월 경과군에서 titanium oxide층, proteoglycan층 및 교원원섬유층을 관찰할 수 있었으며(현미경사진 36), 3개월군에서 porteoglycan층(현미경사진37)이 감소되는 양상을 보였다.

Black⁽⁷⁵⁾은 매식체 재료에 대한 조직반응의 평가는 매식부위의 조직반응에 중점을 두고 있으나 광범위하게는 발암성, 신진대사, 면역학적 및 세균학적 등의 전신적 영향의 다양한 가능성을 보여준다고 보고했다. Andersson등⁽⁷⁶⁾은 매식체 계면의 조직반응에 관여하는 주요세포는 다식세포이며, 염증 및 면역반응에서 세포와 체액의 조절경로에서 다식세포의 역할을 보여

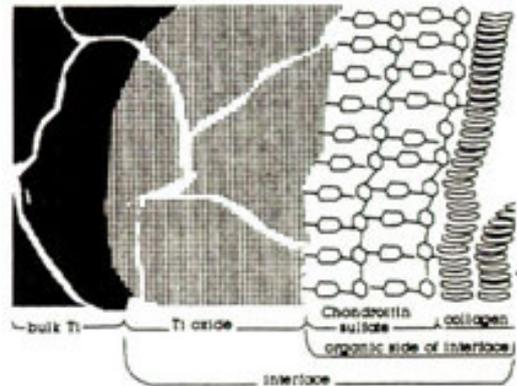


Fig.4. Artistic sketch of the microscopic detail of the interface between an osseointegrated titanium implant and bone.

주었으며, Salthous⁽⁷⁷⁾는 대식세포가 매식체에 대한 조직반응 또는 상처치유에 중요한 역할을 하며, 수술 후 24시간 이내에 매식체표면과 밀접하게 접촉되어 출현함을 발표하였고, Anderson⁽⁷⁸⁾은 매식체에 염증 반응으로는 급성염증, 만성염증, 육아조직을 포함한 이물작용 그리고 대식세포와 거대세포 상호작용 등이 있으며 매식체에 대한 조직반응에서 대식세포의 중요성을 강조했다. 또한 Gross⁽¹⁵⁾은 매식체 계면에서 연조직, 연골, 유골(類骨) 그리고 골의 출현을 관찰했으며, 연조직과의 계면에 대한 초(超) 구조는 부식진행을 보이며 여기에 대식세포가 관여하고 있다고 보고했다. 본 연구에서도 매식체 표면에서 신생골의 형성이 왕성한 부위에 인접하여 대식세포를 포함하여 염증세포들이 다수 관찰되고 있었으며(현미경 사진 25, 27), 결합조직에는 세포잔사가 산재하고 조섬유세포에 의한 교원섬유의 신생이 활발한 부위도 관찰되고 있었다.

Satomi⁽⁷⁹⁾은 screw형태의 타이타늄 매식체를 이용한 원숭이 실험에서 tapping insertion에 의한 매식체는 모두 직접 골유착을 보였으나 non-tapping insertion에 의한 매식체는 어느정도의 결체조직의 기재를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 수정된 임플란트의 길이가 너무 짧아 tapping 기구를 효율적으로 적용하지 못하여 부분적으로는 non-tapping으로 삽입되었으며 특히 kimplant는 Brånemark 임플란트와 나선의 외형설계상의 차이가 있었으나 편의상 유사한 drill을 대응한바 있다. 그 결과 tapping이 적절히 이뤄지지 않았기 때문에 삽입시 외력에 의해서 파절되어 Brånemark와 kimplant의 즉시군(현미경 사진 1, 21)에서 미세파열상이 보인것으로 사료된다.

Pillar⁽⁸⁰⁾은 초기 매식체 동요도 연구에서 골성장 은 28 μ m 정도의 동요가 있을때에도 일어날 수 있으며, 150 μ m 이상의 과도한 동요는 성숙한 결체조직의 성장을 보인다고 했다. 따라서 외과적 술식과정이 정확하게 수행되어야만 매식체의 골유착을 얻을수있다고 생각된다.

Hashimoto⁽⁸¹⁾과 Brunski⁽⁸²⁾은 매식체가 삽입 후 골내에 묻혀있을 때 어떤 결체조직의 개재가 없는

골-매식체 계면을 보였으나, 매식체fixture 부위가 보철지대장치로 연결될때는 결체조직이 전개된다고 보고했다. 이러한 이유로 Brånemark 등^(18, 28, 46)은 매식초기에 외부압력이 가해지면 결체조직낭이 형성되기 때문에 3-6개월의 골내치유기간이 필요하다고 언급하였으며, 김⁽⁸³⁾은 임상에서 1-2개월의 치유기간 연장을 추천하고 있다. 본 연구에서 관찰한바에 따르면 3개월군의 계면에서 조골세포가 보이지 않고 치밀골로 피개된 것으로 보아 실험동물에서는 매식 3개월후 보철치료가 가능할 것으로 생각된다.

Albrektsson⁽⁸⁴⁾은 매식체 표면의 90-95%에서 직접적인 골과의 접촉이 이루어져야 골유착이 되었다고 할수있다고 하였으며, Roberts등은 특히 타이타늄 screw 매식체에서는 약 50%에서 직접 골유착을 보인다고 하면서 방사선학적으로는 약 28%의 직접 골유착을 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 골유착의 양을 관찰하기 위한 조직형태학적 분석을 하지않아서 양은 알수 없으나 3개월군에서 대부분 직접적인 골 접촉을 볼수있었으나 어떤 시편에서는 부분적으로 세포의 존재를 인지할 수 있었고 이 점은 골유착성 매식체의 전체표면이 100%골유착화 되지 않는다는 것을 보여준것으로 생각된다.

Albrektsson⁽⁸⁴⁾은 임상적으로 골유착 검사를 평가하는 방법으로 동요도검사, 방사선학적 검사, 타진(打診)시 전달되는 소리 등을 사용할 수 있으나 확실한 골유착을 입증할 수 없고, 동물실험이나 생검을 통한 조직학적 증거가 필요하다고 주장하였다. 본 연구에서는 육안적으로 볼 때 모든 매식체들은 전혀 동요가 없었으며, 조직학적으로는 일부 표본에서는 2개월 또다른 표본에서는 3개월군에서 골유착이 완전 이뤄진 소견을 보였다.

Adell⁽⁴⁶⁾이 제시한 외과적술식에 따라 Brånemark 매식체를 시술시 즉 골형성시 충분한 식염수로 냉각시키면서 2000rpm이하의 drill속도를 사용하고 tapping 과 fixture삽입시 15-20rpm의 drill속도를 사용해서 시술할 경우 골손상을 최소화 할 수 있다고 하였는데 본 실험에서도 매식체의 매식직후 또는 15일 경과후에 매식체표면의 골조직에서 골세포가

건재하고 있음을 관찰할 수 있었다(현미경 사진1, 34).

Linder⁽⁸⁷⁾는 매식체와 주위조직의 epoxy포매(包埋)에 근거를 두고 광학현미경 및 전자현미경 연구에 의한 조직과 매식체 계면의 연구방법을 기술했으며, Thomson^{등(88)}과 Lausmaa^{등(89)}은 실험 방법론적 연구에서 매식체는 계면손상 때문에 포매(包埋)후 제거하는 것이 손상이 적다고 하였다. 본 연구에서는 탈회가 거의 완성된 시기에 매식체와 조직을 분리했기 때문에 조직이 분리되면서 찢어진 부분이 현미경사진 여러곳에서 관찰되었다. 이점은 골에서 분리하여 일차 초음파 세척기를 실시하였는데도 분리된 각 매식체의 표면에 대한 주사 전자 현미경(SEM) 관찰에서 임플란트 표면에 조직의 잔사가 남아있음을 관찰할 수 있었던 사실로 입증할 수 있다(현미경 사진 38, 39, 40).

상기한 여러 논문들에서 적절히 시술한 타이타늄 치근형 매식체는 거의 연조직의 개재없이 직접 골유착을 보인다고 보고된바와 같이 골유착 진행과정이 관찰되었다. 15일군에서 조골세포의 출현으로 골형성이 시작됨을 알 수 있으며, 2개월군에서 파골세포가 거의 발견되지 않고 골형성이 상당히 진행된 것으로 볼 때 동물이 사람보다 골형성이 훨씬 왕성함을 짐작할 수 있다. 골형성은 치경부 보다 치근부에서 더 진행됨을 볼 수 있고 치경부에서의 골형성이 지연된 경우는 치은퇴축으로 인한 매식체의 노출로 염증상태가 초래된 결과로 생각되었다. 끝으로 매식체 치경부에서의 hemidesmosome의 존재에 관한 관찰, 매식체와 매식기구의 glow discharge 처리여부와 관련된 조직형태학적 분석 그리고 임플란트와 골조직을 분리하면 계면에 손상을 받을 수 있으므로 분리하지 않고 계면을 관찰할 수 있는 방법에 관한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

저자는 무치악 부위에서 보철물을 지지하기 위한 인공지대장치로서 타이타늄이 주성분인 Brånemark, Core-vent 매식체와 서울대학교 치과대학 보철학 교실에서 개발중인 Kimplant매식체를 성견치조골에 매식하여 매식체와 조직간의 계면에서 골유착이 어떻게 진행되는가를 관찰한 실험에서 육안적 소견, 광학현미경 및 전자현미경 관찰을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수술직후군에서 매식체에 접한 골표면상에 미세한 파열상이 관찰되었으며, 부위에 따라서 골세포가 소실된 골소강이 관찰되었다.
2. 15일군에서 파골세포에 의한 골흡수가 왕성하였으나, 1개월군에서는 감소하고 있었으며 2개월군에서는 관찰되지 않았다.
3. 시술후 15일부터 활성이 높은 조골세포에 의한 골형성이 관찰되었으며, 3개월군에서는 매식체와 접한 골의 거의 모든 표면이 치밀한골과 접촉하고 있었다.
4. Kimplant에서는 Brånemark 와 Core-vent에 비하여 골유착과정이 다소 느리게 일어나는 조직학적 일부소견이 관찰되었다.
5. 3가지 매식체에서 차이가 거의 없는 것으로 볼 때 순수타이타늄과 타이타늄 합금의 조직반응의 차이는 극히 적은 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Woelfel-J.B.; Winter-C.,M.;Igarashi-T. : Five year cephalometrics study of mandibular ridge resorption with different Posterior occlusal forces. J. Prosth. Dent., 36 : 602,1976.
2. Lee-T.c. : History of dental implants. In cranin A.N., ed. Oral implantology Springfield : Charles

- C Thomas, 13, 1970.
3. Natiella-J. R : Armitage-J.E.; Green-G.W.; Meenaghan-M.A. : Current evaluation of dental implants. *J. Am. Dent. Assoc.* 84 : 1358, 1972.
 4. Linkow-L.; Mahler-M.S. : Implants for fixed and removable Prosthesis. *Dent Clin.North Am.*, 24-443, 1977.
 5. Smith-C.H. : Rational Use of endosteal implants. *J. Prosth. Dent.* 38 : 652, 1977.
 6. Ralph V. McKinney, Jr; David E. Stefik; David L. Koth. : The Epithelium Dental implant interface. *J. Oral implantology. Vo X III*, 622-637, 1988.
 7. Leventhal-G : Titanium metal for surgery *J. Bone Joint Surg.* 33 : 473, 1951.
 9. Hodosh-M.; Shklar-G ; Povar-M. : The dental Polymer implant concept. *J Prosth. Dent.* 22 : 371, 1969
 10. Hodosh-M, ; Shklar-G; Povar-M. : The Porous vitreous Carbon/polymethacrylate tooth implant: Preliminary study. *J. Prosth.Dent.* 32 : 326, 1974
 11. Hodosh-M; Shklar-G; Gettleman-L. Povar-M; Strength and biocompatibility of polymethacrylate-silica composite dental implant material. *J. Prosth. Dent.* 43 : 197, 1980.
 12. McKinney-Jr-R.V; Koth-d.L.L The Single crystal sapphire endosteal implant material characteristics and 18-Month experimental animal trials. *J. Prosth. Dent.* 47 : 69, 1982
 13. Hammer-W.B.; Topazian-R.G. : McKinney Jr-R.V.; Hulbert-s.F. : Alveolar ridge augmentation with ceramics. *J. Dent. Res.* 52-356, 1973.
 14. Al-salman A.; Sayech F.; Chappel RP. : Wound healing of endosteal vitreous carbon implants in dogs. *J. Prosth. Dent.* 41 : 83, 1979.
 15. Gross-U; Brandes-J.; Strunz-V.; Bab-I; Sela-J : The Ultrastructure of the interface between algalss ceramic and bone. *J. biomed. Mater Res.* 15 : 291-305, 1981.
 16. Garrington-G ; Lightbody-P.M : Bioceramics and Dentistry. *J. Biomed Mater Res. Symposium* 2, 333, 1972.
 17. Hench-L.L; Biomaterials. *Science*, 208 : 826-831, 1980.
 18. Hansson-H.A.; Albrektsson-T ; Brånemark-P.I. : Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *J. Prosth.Dent* 50 : 108-113, 1983.
 19. Brånemark-P.I. : Tissue integrated Prosthesis. Quintessence Pub. Co. Inc. 11-71, 1985.
 20. Baro-A.M.; Garcia-M.; Miranda-R.; Vazquez-L.; Aparicio : Olive-J; Lausmaa-J. : characterization of surface roughness in titanium dental implants measured with Scanning tunnelling Microscopy at atmospheric Pressure. *Biomaterial.* 7 : 463-466, 1986.
 21. Laing-P.G; Ferguson-A.B.; Hodge-E.S; Tissue reaction in rabbit muscle exposed to metallic implants. *J. Biomed Mater Res.* 1 : 135-149, 1967.
 22. Albrektsson-T.; Brånemark-P.I.; Hansson H.A.; Lindstrom-J. : Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long lasting direct bone to implant anchorage in man. *Acta. Orthop. Scand.* 52-155, 1981.
 23. Bodine-R.L.; Mohammed-C.I : Histologic studies of human Mandible Supporting an implant Denture. *J. Prosth. Dent.* 21:203-215, 1969.
 24. Babbush-C.A. : Endosseous blade-vent implant : a research review. *J. Oral implantology*, 3, 261, 1973.
 25. Linkow-L.I.; Chercheve-R; Theories and techniques of oral implantology. Vol,1, Mosby Co., 1970.
 26. Albrektsson-T : Direct bone anchorage of the dental implants. *J. Prosth. Dent.* 50 : 255-261, 1983.

27. Albrektsson-T. : Jansson-T.; Lekholm-U. : Osseointegrated dental implants. Dent Clin, North,Am. 30 : 151-174, 1986.
28. Brånemark-P.I.; Hansson-B.O.; Adell-r; Breine-V.; Lindstrom-J Hallen-O.; Ohman-A. : “Osseointegrated implants in the threatment of the edentulous Jaw. Experience from a 10-year Period” Scand. J. Plastic and Reconstru. Surg.11,suppl, 16, 1977
29. Brånemark-P.I. : Ossecintegration and its experimental background. J. Prosth. Dent. 50 : 399-410, 1983.
30. Brånemark-P.I. : Adell-R.; Albrektsson-T.; Leklrolm-U.; Lundkvist-S.; Rockler-B.; Osseointegrated titanium fixtures in the treatment of edentulousness. Biomaterials. 4 : 25-28, 1983
31. Zarb-G.A.; Symington-J.M. : Osseointegrated dental implants. Preliminary report on a replication study. J. Prosth. Dent. 50 : 270-276,1983.
32. Zarb-G.A.; Zarb-F.C. : Tissue integrated dental Prosthesis. J. Practical Dent. 16,39-42, 1985.
33. Carlsson-L.; Rostlund-T.; Albrektsson-T. : Albrektsson-B; Brånemark-P.I; Osseointegration of titanium implants. Acta OrthoScand. 57 : 285-289,1986.
34. Linter-F.; Zweymuller-K.; Brand-G; Tissue reacitons to titanium endoprosthesis. Autopsy studies in four Cases. J. Arthroplast. 1 : 183-195,1986.
35. Cook-S.D.; Thomas-K.A.; Kay-J.F.;Tarcho. Hydroxyapatite coated titanium for orthopedic implant aplication. Clin. Orthop(DFY)232 : 225-243,1988.
36. Wie.; Larheim-T.A.; Solheim-T.; Faehn-o.; Haanaes-H,R.; Odegard-J.;Vorkinn-b. : Implant-tissue interface of endosseous dental implants in Dogs. Validity of clinical evaluation Methods.J.Prosth.Dent.52 : 76-81,1984.
37. Akagawa-Y.; Hashimoto-M.; Kondo-N.;Yamasaki-a.; Tsuru-H. : Tissue reaction to implanted biomaterials. J.Prosth.Dent.53 : 681-686,1985.
38. Niznick-G.A. : Implant prosthodontics using the Core-vent system. J.Oral Implantology.12 : 45-67,1985.
39. Hansson-H.A.; Ovarsson-B.; Allbrektsson-T. : Ontetface analysis of titanium and zirconium bone implants. Biomaterials,6 : 97-101,1985.
40. Weiss-C.M. : Tissue integration of dental endosseous implants : description and comparative analysis of the fibro-osseous integrated and osseous integration systems. J.Oral Implantology. 12 : 169-214,1986.
41. Weiss-C.M. : Fibro-osteal and osteal integration : A comparative analysis of blade and fixture type dental implants supported by clinical trials. J.Dental Education. 52 : 706-711,Spe. Iss : Proceedings of the consensus development conferences on dental implants, 1988.
42. Brunski-J. : “Biomechanical testing and histological evaluation of osseointegration system.” Proceedings of the Amer.Acad. of implant Dentistry research Foundation Symposium III,in Press,1987.
43. 김영수 : Brånemark 골유착성 보철치료에 관한 연구. 대한치과 의사 협회지.27 : 627,1989.
44. 이호영, 김영수 : 수중이 치근형 골내매식체와 조직간의 반응에 관한 조직학적연구. 서울치대 논문집.제13권 제 2호, : 133-150,1989.
45. Evans and Delauhunta : Miller’s guide to the dissection of the Dog(2nd edi)
46. Adell-R.; Lekholm-V.; Rockler-B.; Brånemark-P.I. : A 15-year study of osseointegrated implants in the treatmeant of the edentulous

- jaw. Int'l J. Oral Surg. 10 : 387, 1981.
47. Niznick-G.A. : The Core-vent implant system. J. Oral Implantology, 10 : 379, 1982.
 49. Schnitman-p.A.; Shulman-L.B(eds.); Dental implant : Benefits and Risks, and NIH Havard Consensus development conference. U.S. Dept. of Health and Human Services, 1-351,1979.
 50. Schnitman-P. A.; Shulman-L. B. : Recommendations of the Consensus development Conference on dental implantsw. J : Am. Dent. Assoc., 98 : 373-377,1979.
 51. University of Totonto and University of Goteborg. Ossseointegration in Clinical dentistry,Four seasons Hotel, Toronto, Canada,9-11,1982
 52. Zarb,C.(ed). : Proceedings toronoto conference on osseointegration in clinical Dentistry. St. Louis : C.V. Mosby Cl., 1-165, 1983.
 53. Meeaghan-M.; Natiella-J. : Armitage-J.E.; Wood-R.H.; Evaluation of the crypt surface adjacent to metal endosseous implants. J. Prosth. Dent. 31 : 574-581, 1974.
 54. James-R. : The support system and the perigingival defence mechanism of oral implants. J. Oral Implantology. 6 : 270-285, 1976.
 55. Klawitter-J.J.; Weinstein-A.M. : Cook-S.D.; A model for the implant-bone interface characteristics of porous dental implants. J. Dent. Res. 61 : 1006-1009, 1982.
 56. Deporter-D.A.; Watson-D.A.; Pillar-R.M.; Howley-T.P.; Winslow-J. : A Histological evaluation of a functional endosseous, porous surfaced titanium alloy dental implant system in the dog. J. Dent. Res(HYV).67 : 1190-1195, 1988.
 57. Hulbert-S.; Kent-J.N.; Frell-C.; Klawitter-J.; Bokros;J. : Clinical and histological evaluaiton of functional L.T.I Pyrolyticcarbon endosseous blade implants in Primates. Trans. 3rd. Annual meeting Soc. Biomaterials. 1,48, 1977.
 58. Cranin-A.N.; Rabkim-M.F.; Silverbrand-H.; L.T.I Carbon permucosal dental implants. Abstr. 13th. Biomed. conf. on carbon B-4(1)216,1977
 59. Cook-S.C.; Walsh-K.A.; Haddad-R.J.-Jr. : Interface mechanics and bone growth into porous Co-Cr-Mo alloy implants. Clin. Orthoop.193 : 271-280,1985.
 60. Pillar-R.M. : Porous surfaced metallic implants for orthopedic applications. J.Biomed. Mater. Res. 21(A1 Suppl.)1-33,1987.
 61. Brånemark-P.I.; Carlsson-L.; Rostlund-T.; Albrektsson-T.; Albrektsson-B. : Osseointegration of titanium implants. Acta.Ortho. Scand. 57 : 285-289,1986.
 62. Carlsson-L.; Rostlund-T.; Albrektsson-B.; Albrektsson-T. : Implant fixation improved by close fit cylindrical implant-bone interface studied in rabbit. Acta. Orthop. Scand. 59 : 272-5,1988.
 63. Baier-R.E.; Meenaghan-M.A.; Hartman-L.C.; Writh-J.E.; Flynn-H.E.; Meyer-A.E.; Natiella-J.R.; Crter-J.M. : Implatin Surface characeristics and tissue interaction.J. Oral Imp. Vol..594-604,1988.
 64. Baier-R. : Comments on cell adhesion to biomaterial surfaces. J. Biomed. Mat.Res. 16 : 73-175, 1982.
 65. Carter-J.M.; Flymn-H,E.; Meenaghan-M.A.;Natiella-J.R.; Akers-C.K. : Baier-R.E. : Organic surface film contamination of vitallium implants. J.Biomed. Mater.Res. 15 : 843-851, 1981
 66. V. Adrian Paregian : Molecular forces governing tight contract between cellular surfaces and substrates. J. Prosth.Dnet. 49 : 838-842,1983.
 67. Kasemo-B. : Biocompatibility of titanium implants : Surface science aspects. J. Prosth.

- Dent. 49 : 832-837, 1983.
68. Baro-A.M.; Carcia-M.; Miranda-R.; Vazquez-L. : Aparicio; Olive-J.; Lausmaa-J. : Characterization of surface roughness in titanium dental implants measured with scanning tunnelling microscopy at atmospheric pressure. *Biomaterials*, 7 : 463-466, 1986.
 69. Clark-E.G.C.; Hickman-J. : An investigation into the correlation between the electrical potentials of metals and their behavior in biological fluids. *J. Bone Joint Surg.* 35 : 467-476, 1953.
 70. Cook-S.D.; Thomas-K.A.; Kay-J.F.; Jarcho-M. : Hydroxyapatite-coated titanium for orthopedic implant applications. *Clin. Orthop.* (D.R.Y.) 232 : 225-243, 1988.
 71. Zitter-H.; Plenk-H.-Jr. : The electrochemical behavior of metallic implant materials as an indicator of their biocompatibility. *J. Biomed. Mater. Res.* 21 : 881-896, 1987.
 72. Albrektsson-T.; Jacobsson-M. : Bone-Metal interface in osseointegration. *J. Prosthet. Dent* 57 : 597, 1987.
 73. Albrektsson-T. : Brånemark-P.I.; Hansson-H.A.; Kasemo-B.; Larsson-K.; Lundström-I.; McQueen-D.H.; Skalak-R. : "The interface zone of inorganic implants in vivo : Titanium implants in bone." *Ann. Biomedical Engineering*, 11, 1-27, 1983.
 74. Linder-L.; Albrektsson-T.; Brånemark-P.I.; Hansson-H.A.; Ivarsson-B.; Jonsson-V.; Lundström-I. : Electron microscopic analysis of the bone titanium interface. *Acta. Orthop. Scand* 54 : 45-52, 1984.
 75. Black-J : System effects of biomaterials. *Biomaterials*, 5 : 11-18, 1984.
 76. Anderson-J.M.; Miller-K.M.; *Biomaterials biocompatibility and the macrophage*. *Biomaterials*, 5 : 5-10, 1984.
 77. Salthous-T.N. : Some aspects of Macrophage behavior at the implant interface. *J. Biomed. Mater. Res.* 18 : 395-401, 1984.
 78. Anderson-J.M. Inflammatory response to implants. *ASAIO Trans*(ASA). 34 : 101-107, 1988.
 79. Satomi-K.; Akagawa-Y.; Nikai-H.; Tsuru-H. : Bone-implant interface structures after non-tapping and tapping insertion of screw type titanium alloy endosseous implants. *J. Prosthet. Dent.* (J.S.V.). 59 : 339-342, 1988.
 80. Pillar-R.M.; Lee-J.M.; Mainatopoulos-C. : Observation on the effect of movement on bone ingrowth into porous surfaced implants. *Clin. Orthop.* 208 : 108-113, 1986.
 81. Hashimoto-M; Akagawa-Y.; Nikai-H.; Tsuru-H. : Single crystal sapphire endosseous dental implant loaded with functional Stress-clinical&histological study of periimplant tissues. *J. Oral. Rehab*(J.I.E)15 : 65-76, 1988.
 82. Brunski-J.B.; Muccia-A.F.; Pollack-S.R.; Korostoff-E. : Trachsenberg-D. : The influence of functional use of endosseous implants on the tissue-implant interface. I. Historical aspects. *J. Dent. Res.* 58 : 1953-1969, 1979.
 83. 김영수 : Personal communication, 1989.
 84. Albrektsson-T.; Jacobsson-M. : Bone-material interface in osseointegration. *J. Prosthet. Dent*, 57 : 597-607, 1987.
 85. Roberts-E.W.; Poon-L.C.; Smith-R.K. : Interface history of rigid endosseous implants. *J. Oral Implantology*. 12 : 406-416, 1986.
 86. Roberts-E.W. : Bone tissue interface. *J. Oral Implantology*. 14 : 217-222, 1988.
 87. Linder-L. : High resolution microscopy of the implant-tissue interface. *Acta. Orthop. Scand*, 56 : 269-272, 1985.
 88. Thomesen-P.; Ericson-L.E. : Light and

transmission electron microscopy used to study the tissue morphology close to implants. Biomaterials. 6 : 421-424, 1985.

89. Lausmaa-J.; Linda-L. : Surface spectroscopic

characterization of titanium implants after separation from plastic-embedded tissue. Biomaterials(A4p). 9 : 277-280, 1988

EXPLANATIONS OF PHOTOMICROGRAPHS

현미경사진 1. Note the microfracture of compact bone and vital osteocyte at the implant-tissue interface. Immediate after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x400).

현미경사진 2. Note the bone contacted with implant. 15days after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x100).

현미경사진 3. Note the spongy bone implant-tissue interface. 15 days after implation of Brånemark. Toluidine blue(x100).

현미경사진 4. High magnification of 3. Note the osteoblastic bone formation at the implant-tissue interface. 15 days after implation of Brånemark. Toluidine blue(x400).

현미경사진 5. High magnification of 3. Note the thin, flat cellular layer interposed between implant and bone tissue. Toluidine blue(x400).

현미경사진 6. Note the osteoclastic bone resorption at the internal surface of bone. 15days after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x100).

현미경사진 7. Note the marrow tissue and bone tissue contacted with implant. 1 month after implantation of Brånemark. H-E(x100).

현미경사진 8. Note the osteoblasts lining the bone surface. 1 month after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x400).

현미경사진 9. Note the fibrous tissue contacted with implant. 1 month after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x100).

현미경사진 10. High magnification of 9. Fibrous tissue contains active fibroblasts arranged parallel to the implant surface.

Note the osteoblastic bone formation at t the surface of bone. Toluidine blue(x400).

현미경사진 11. Note the spongy bone contacted with implant. 2 month after implantation of Brånemark. H-E(x100).

현미경사진 12. Note the thin, flat cellular layer interposed between implant and bone tissue. 2 month after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x400).

현미경사진 13. Note the well-formed compact bone at the implant-tissue interface. 3 month after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x100).

현미경사진 14. High magnification of 13.
Note the compact bone contacted with implant
3 month after implantation of Brånemark. Toluidine blue(x400)

현미경사진 15. Note the smooth bone surface at the implant-tissue interface
Immediate after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x400).

현미경사진 16. Note the osteoclastic boneresorption.
15 days after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x400).

현미경사진 17. Note the bone and marrow tissue contacted with implant.
1 month after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x100).

- 현미경사진 18. Note the osteoblasts lining the bone surface.
1 month after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 19. Note the compact bone and marrow tissue contacted with implant.
3 month after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x100).
- 현미경사진 20. High magnification of 19. Note the osteoblastic bone formation at the implant-tissue interface.
3 month after implantation of Core-vent. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 21. Note the microcrack of compact bone at the implant-tissue interface.
Osteocytes in the superficial are vital.
Immediate after implantation of kim plant. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 22. Note the blood clot at the implant-tissue interface.
Immediate after implantation of kim plant. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 23. Note the compact bone & marrow tissue contacted with implant.
15 days after implantation of kim plant. Toluidine blue(x100).
- 현미경사진 24. High magnification of 23. Note the osteoclastic bone resorption(arrow head) and well-developed blood vessels in the inner site of marrow tissue. Osteoblasts form bone matrix in the implant-tissue interface. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 25. Note the marrow tissue and bone trabeculae contacted with implant.
2 months after implantation of kim plant. Toluidine blue(x100).
- 현미경사진 26. High magnification of 25.
Note osteoblasts lining the bone surface at the interface of tissue-implant. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 27. High magnification of 25.
Note the osteoblastic bone formation at the tissue-implant interface. Inflammatory cells infiltrated in the marrow tissue. Toluidine blue(x400).
- 현미경사진 28. Note the well-formed compact bone at the implant-tissue interface.
Haversian systems are shown at the compact bone.
3 months after implantation of kim plant. H-E(x100).
- 현미경사진 29. Electron micrograph of fine granular layer lining the exposed bone.
Immediate after implantation of Brånemark, (x24,000).
- 현미경사진 30. Electron micrograph of active osteoblast showing abundant rough endoplasmic reticulum and mitochondria. Golgi complex(G) near the blood Vessels.
15 days after implantation of Brånemark, (x4,000).
- 현미경사진 31. Electron micrograph of an osteoblast at the bone resorption site.
The cytoplasm contains numerous mitochondria, vacuoles, well-developed ruffling(R) and clear zone(C) are shown. 15 days after implantation of Brånemark, (x4,000).
- 현미경사진 32. High magnification of ruffled border of 31. (x50,000)
Note the well-developed microprojections.
- 현미경사진 33. Electron micrograph of an osteocyte in the vicinity of implant.

The cytoplasm contains a few mitochondria, rough endoplasmic reticulum. A small portion of a slender cell process can be seen entering a canalicule(C). Tissue-implant interface is bone matrix. 15 days after implantation of Brånemark. (x12,000).

현미경사진 34. Electron micrograph of fiberblast-like cells at the implant-tissue interface. They have a large oval nucleus and a prominent nucleolus.

The cytoplasm contains abundant rough endoplasmic reticulum, electron dense granules and a few mitochondria. Newly formed collagen fibers are present in the intercellular matrix. 1 month after implantation of Brånemark. (x8,000).

현미경사진 35. Electron micrograph of tissue-implant interface. Note the bone collagen fibers exposed to the implant(x12,000).

현미경사진 36. Electron micrograph of interfacial layer of bone at the 2 months after implantation of Brånemark. Electron dense layer lines the interface between the implant and matrix. Amorphous fine granular layer interposed between the electron dense layer and bone matrix(x12,000).

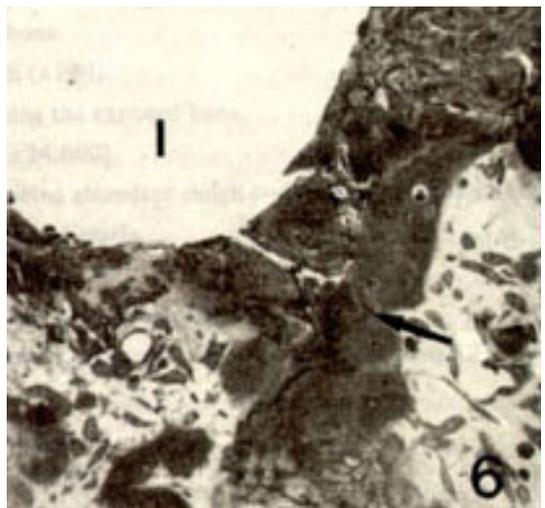
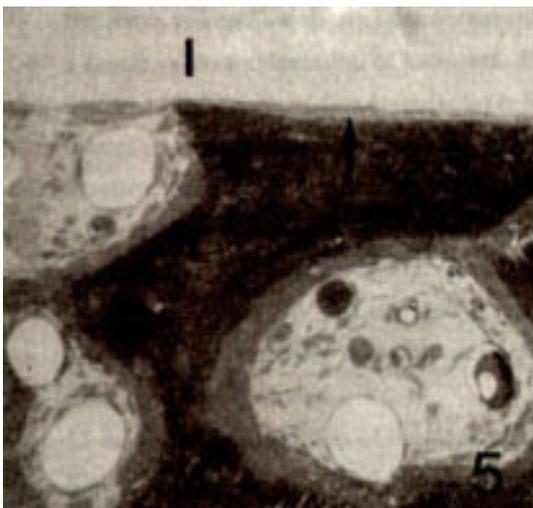
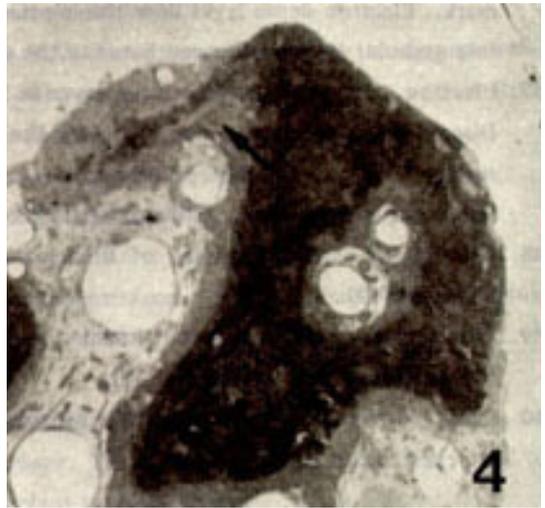
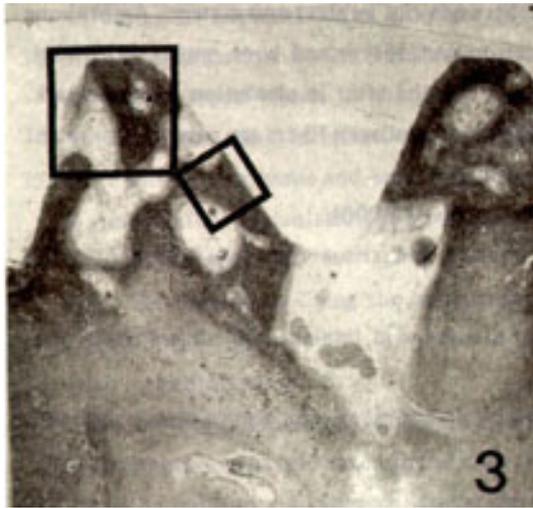
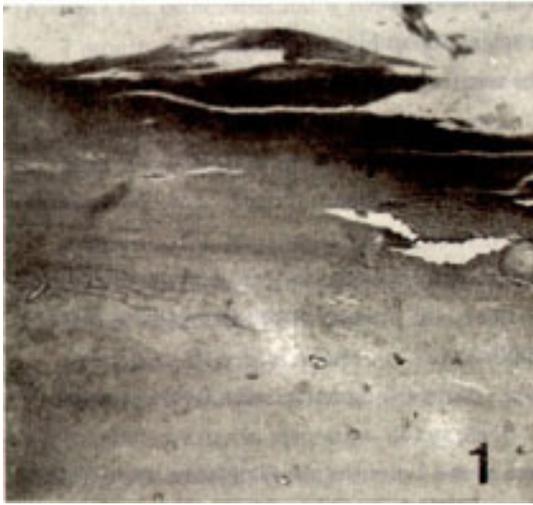
현미경사진 37. Electron micrograph of interfacial layer of bone at the 3 months after implantation of Brånemark. Discontinuous electron dense layer lines the interface. Collagen fibers are parallel to implant surface. Osteocyte is in its lacuna in the mineralized bone

현미경사진 38. SEM show threaded surface of Brånemark implant and tissue remnants attached to the implants(×40).

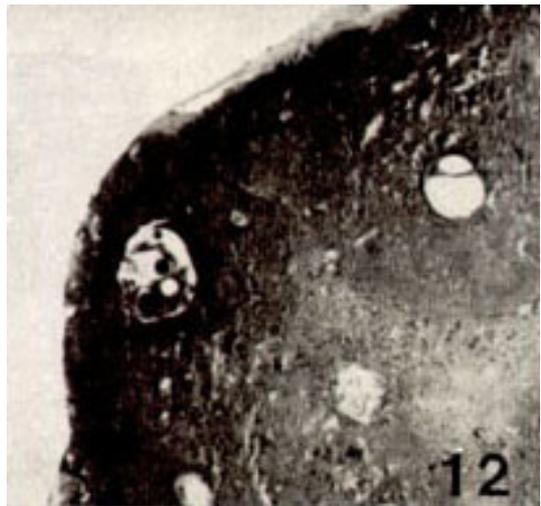
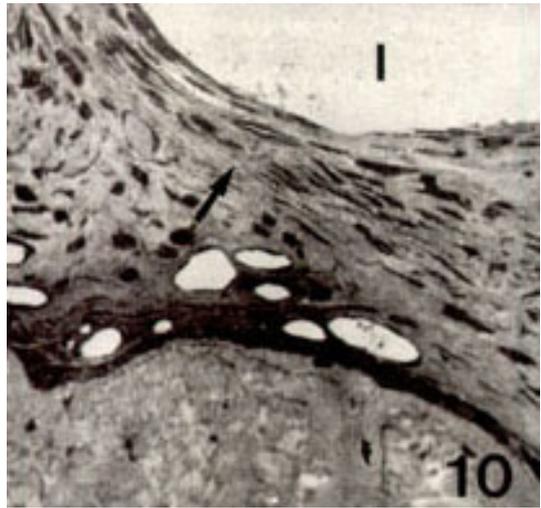
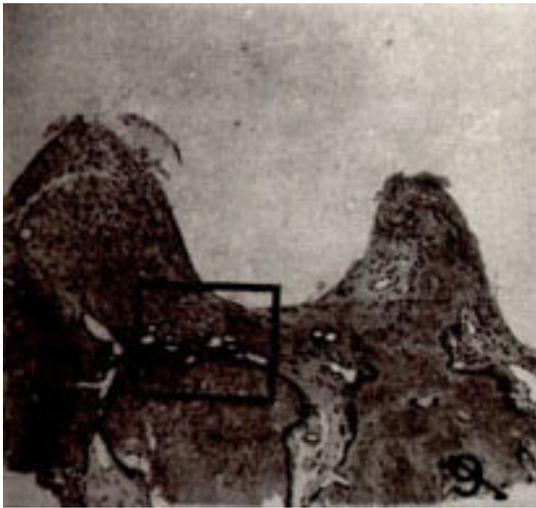
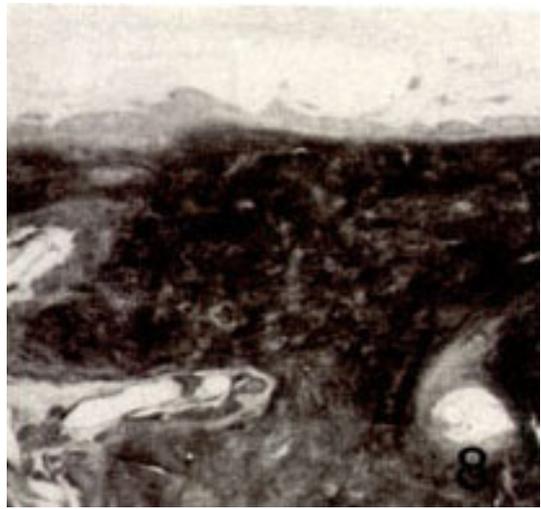
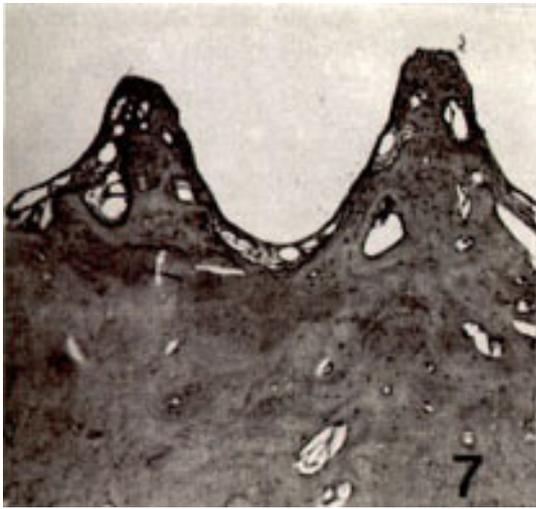
현미경사진 39. SEM shows hollow basket and threaded surface of Core-vent implant, and shows tissue remnants attached to the implant(×40)

현미경사진 40. SEM show threaded and relatively rough surface of implant, and shows tissue remnants attached to the implant(×40)

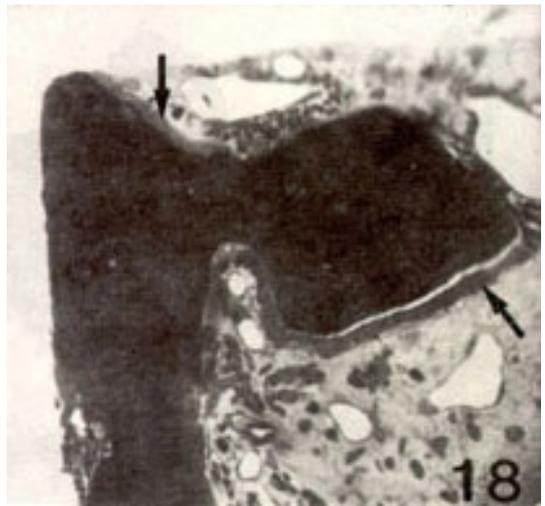
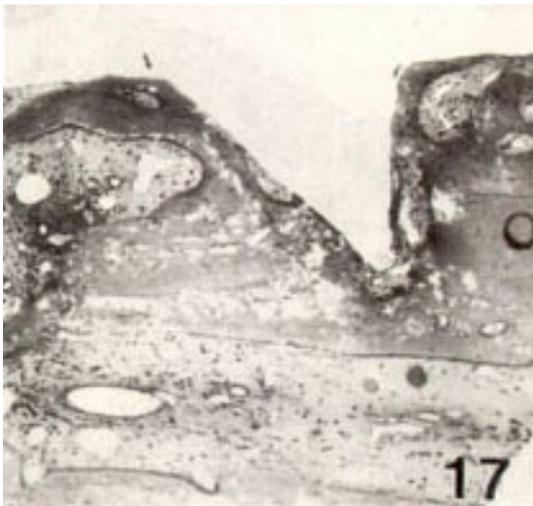
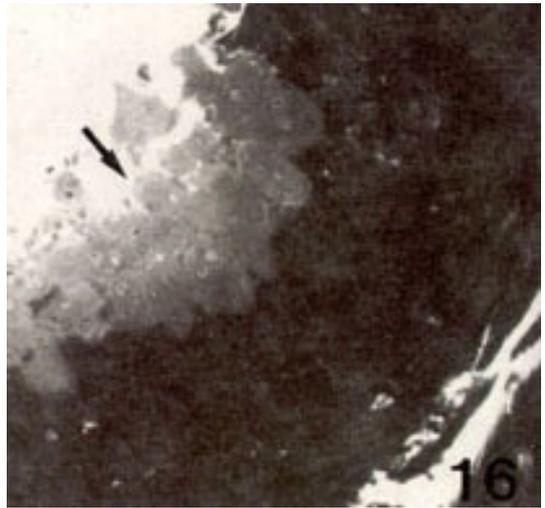
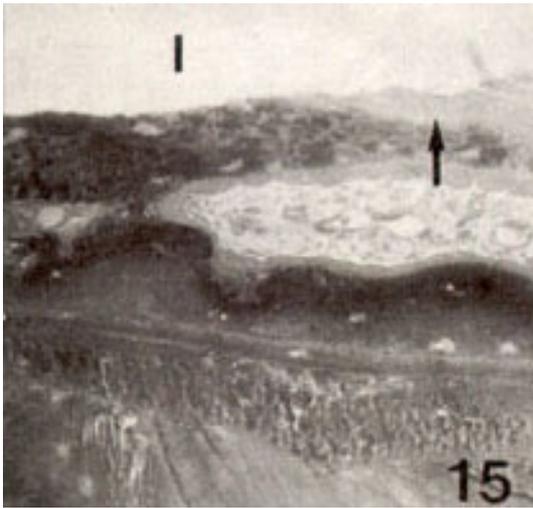
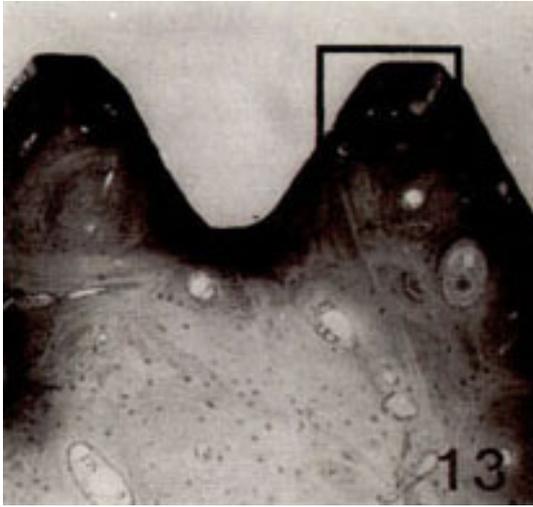
논문사진부도 ①



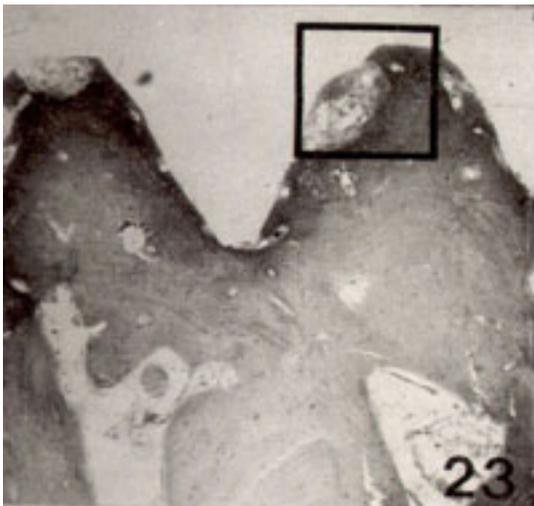
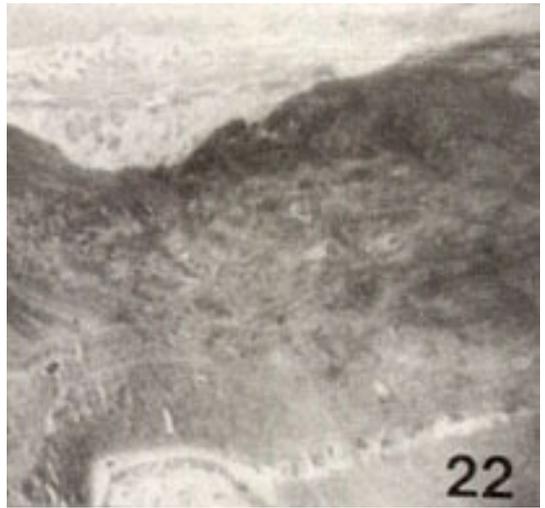
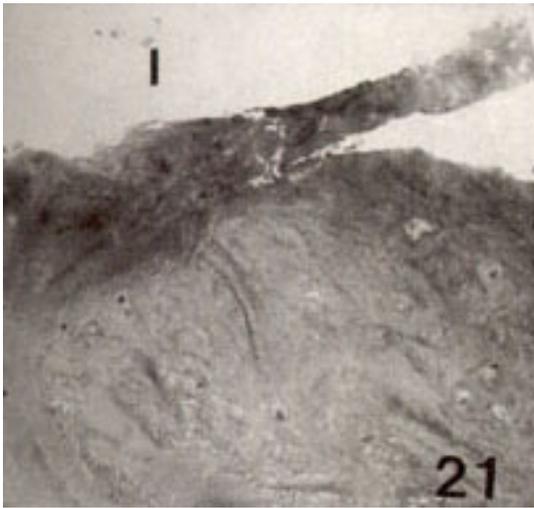
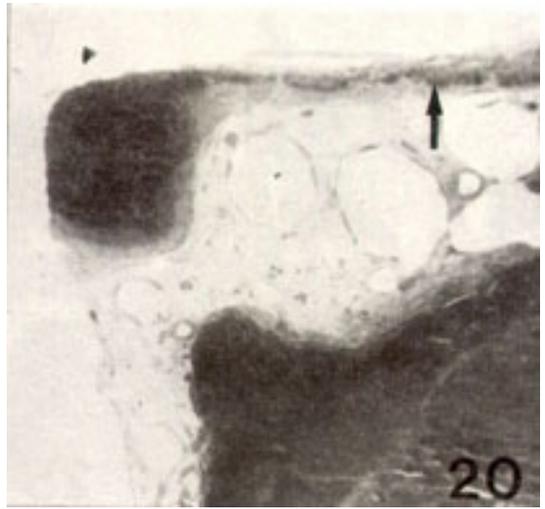
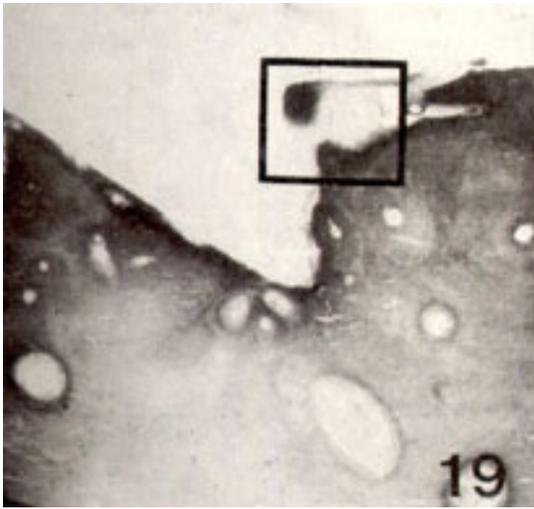
논문사진부도 ②



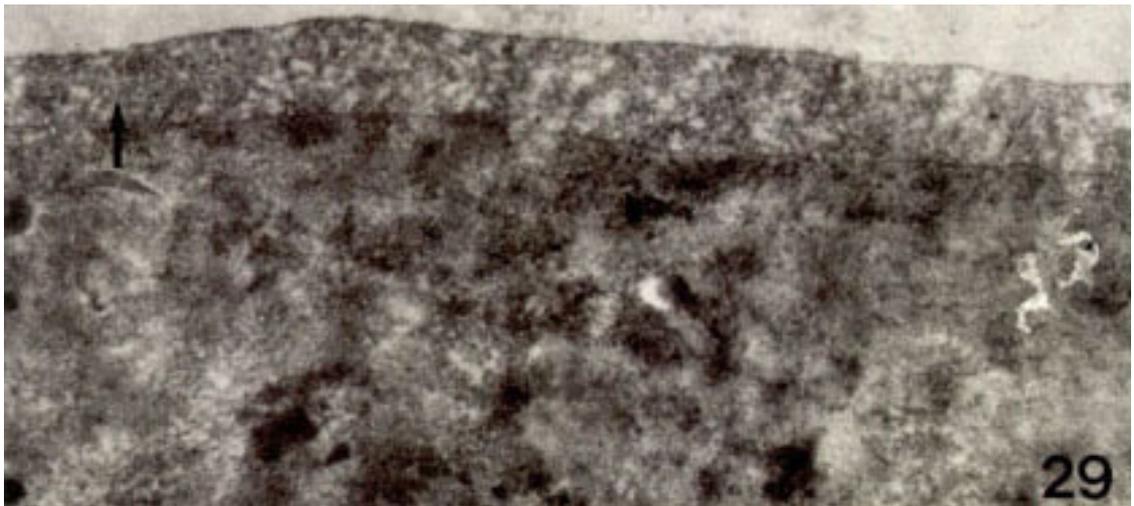
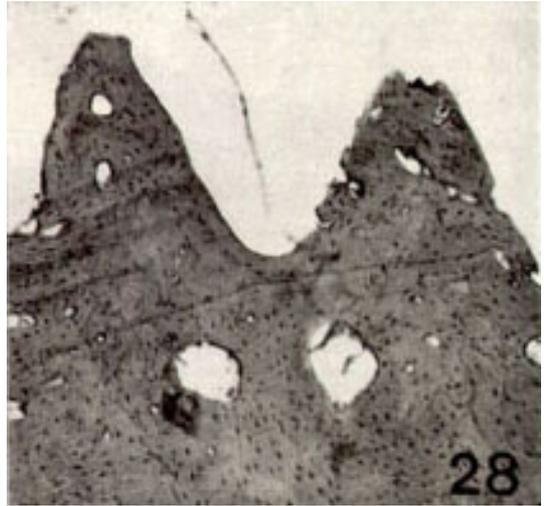
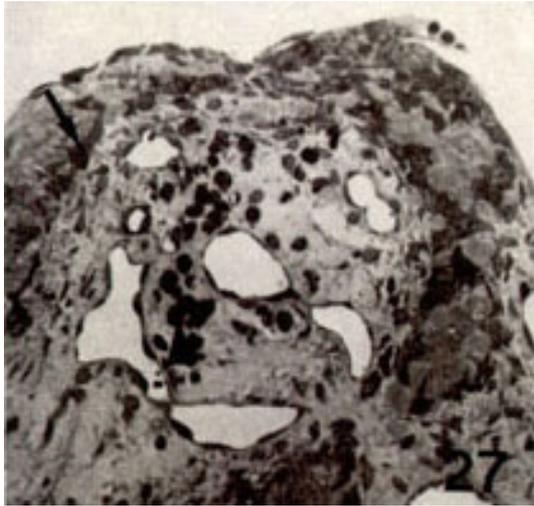
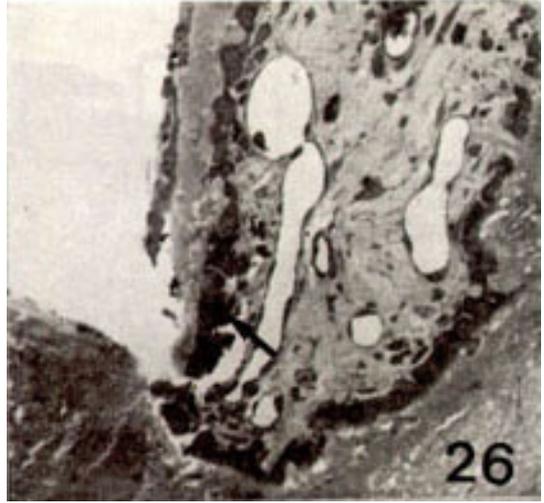
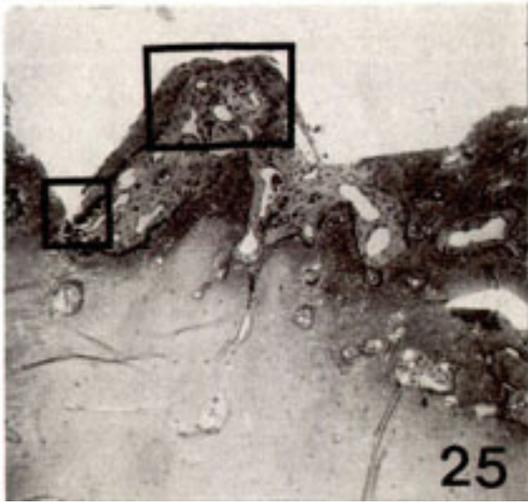
논문사진부도 ③



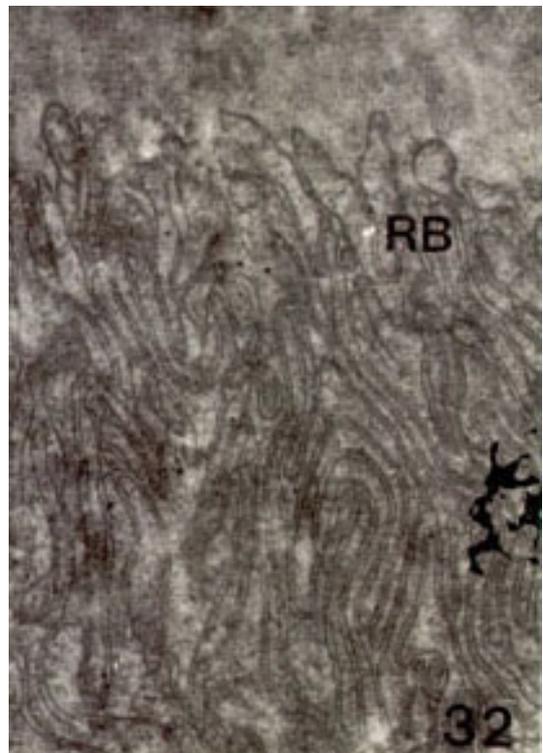
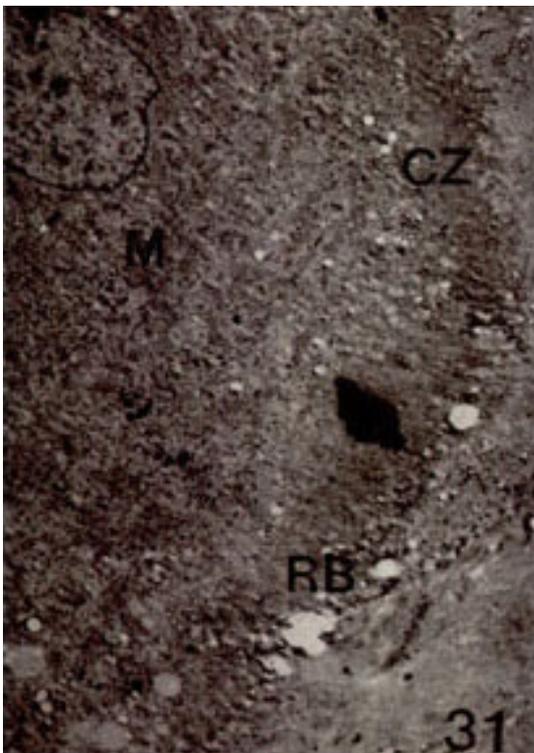
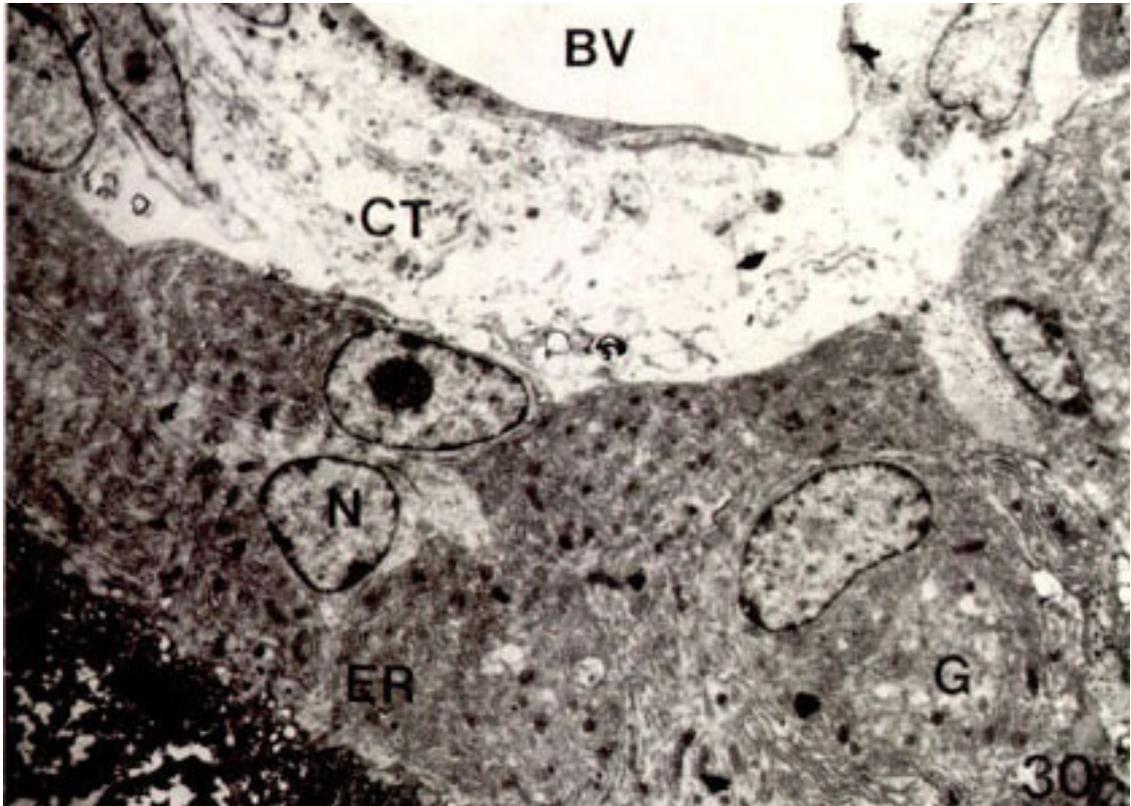
논문사진부도 ④



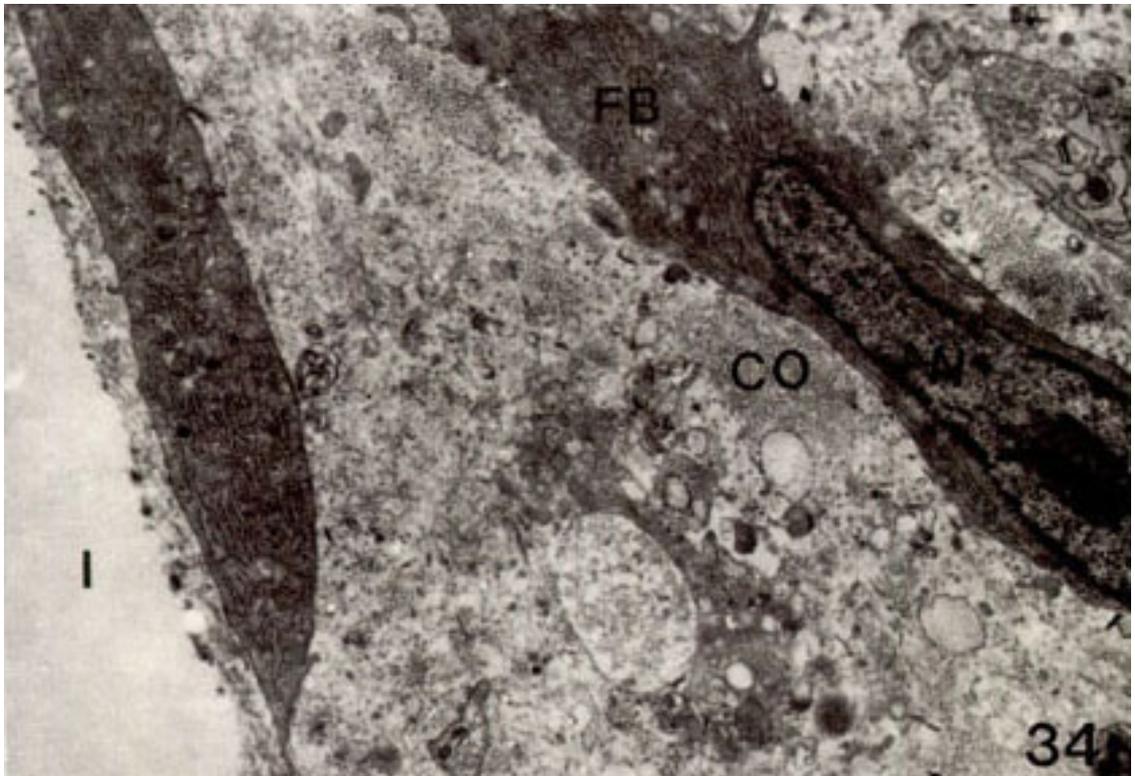
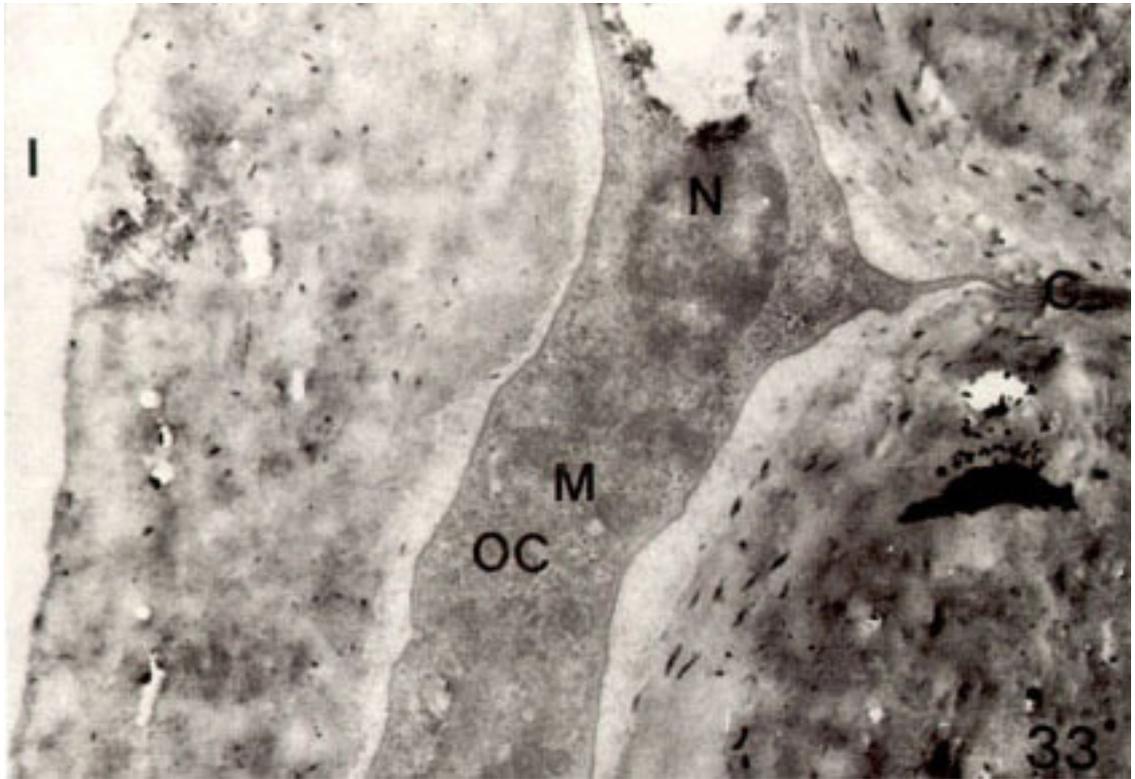
논문사진부도 ⑤



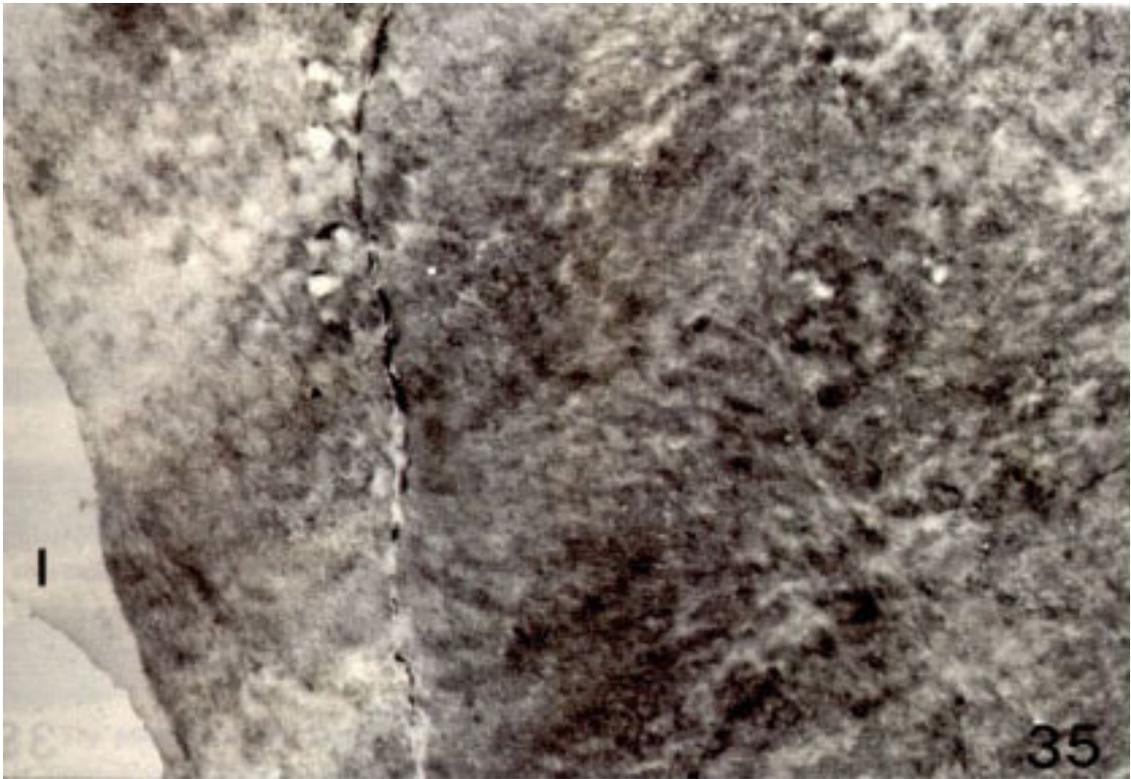
논문사진부도 ㉔



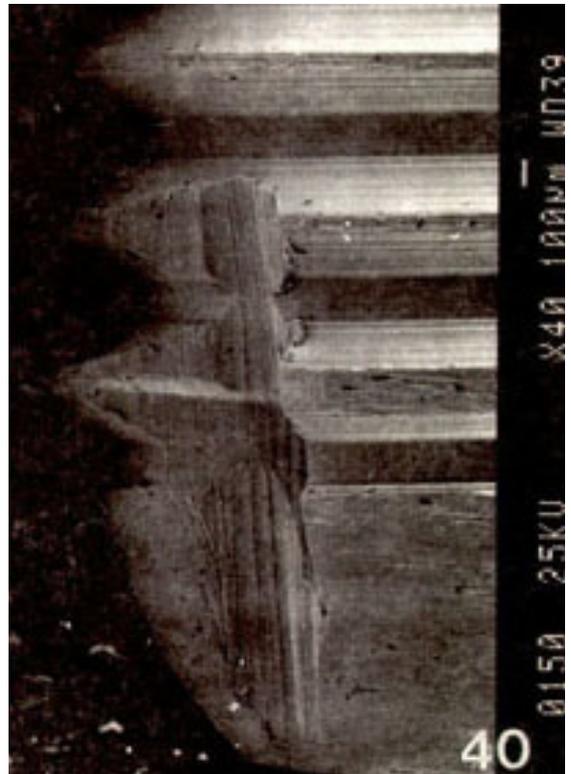
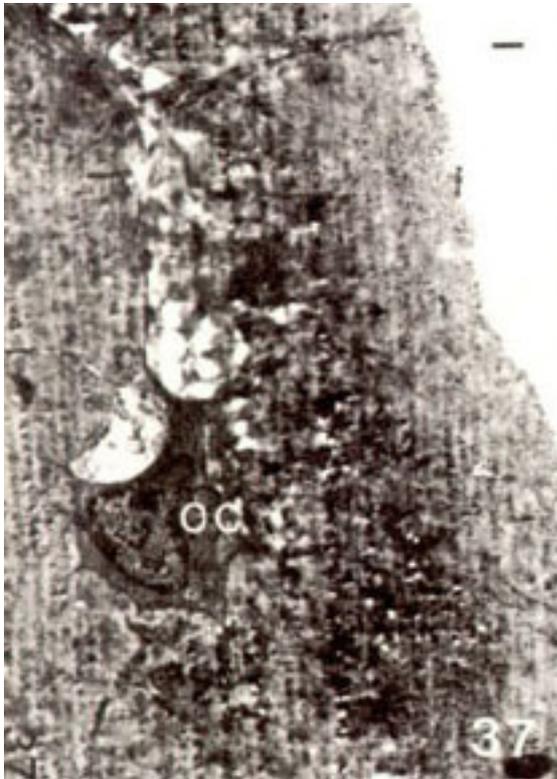
논문사진부도 ⑦



논문사진부도 ⑧



논문사진부도 ㉑



= Abstract =

A HISTOLOGIC STUDY OF THE OSSEOINTEGRATION PROCESS TO THE TITANIUM TOOTH ROOT IMPLANT

Chang Young Ahn, D.D.S., Yung Soo Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D., M.Sc.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The severe atrophic edentulism with poor neuromuscular control militates against successful conventional denture therapy. To such situation, a prescribing of dental implant treatment has been considered with some probability.

Implant materials used as a trial for dental implants includes metals, plastic polymers and ceramics.

The purpose of this study was to observe histologic response in osseointegration process at titanium implant-tissue interface based on biocompatibility at specific period of sequential natures which were divided into a half month, one, month, two months, three months and immediate as a base line.

In this study, unilateral lower left premolar and molar teeth were extracted in three dogs. After allowing to heal for 6 months, three kinds of osseointegrated implant, Brånemark, Corevent and kimplant(a prototype of SNU implant study)were inserted in each dog respectively according to the above sequence from front to back. The specimens were taken from those dogs at the same time since implant were inserted quite reverse order of the specified periods, and decalcified and processed for histologic examination for the light microscopy and the electron microscopy.

The microscopic histologic findings at the interface between titanium implants and tissue were interpreted as follows :

A. Light microscopic findings :

- a. Immediate : Implant were surrounded by compact bone and spongy bone. Microcrack was observed in the superficial bone tissue. Osteocytes were disappeared and bone lacunae were observed as a vacant space in some parts. In the contacting with the spongy bone, bone trabeculae and bone marrow were in contact with the implant.
- b. A half Month : Osteoblasts exist as a monolayer in th inner bone trabeculae and do bone additioen. Osteoblasts&inflammatory cells were observed in some parts.

- c. One Month : The presence of osteoclasts decreased. Osteoblasts did active bone formation, and bone marrow was in contact with the implant in the many places.
- d. Two Months : Bone formation was advanced in comparison with the b and c. The presence of osteoclasts was not observed.
- e. Three Months : The superficial bone tissue contacted with the implants was entirely composed by the compact bone.

B. Electron microscopic findings :

- a. A half month and one month group : In the parts of the active bone formation, osteoblasts with the well developed endoplasmic reticulum and Golgi apparatus were arranged in the monolayer. In the parts of the bone resorption, ruffled border was well developed and many osteoclasts with the well-developed golgi apparatus, mitochondria, vacuole, vesicle and lysosome were existed.
- b. Three months group : No osteoblasts were observed in the superficial bone tissue. Bone matrix with collagen fiber was observed.
- c. No significant difference in the histologic findings was observed in Brånemark, Core-vent and implant.