

골결손부가 있는 발치직후 매식 임플란트에서 탈회동결건조골과 GTAM차단막이 골재생에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 치과보철학교실

김형수, 양홍서

I. 서론

부분 또는 완전 무치악에서 치과 임플란트를 사용한 보철수복은 이제 일반적 치료술식이 되었다⁽¹⁾. Branemark에 의해 임플란트와 골과의 직접적 결합으로 골유착의 개념이 정의되어졌고⁽²⁾ 그가 제시한 원리에 의해 매식한 골유착성 임플란트의 장기적 성공 결과가 입증되어 발표되었다⁽³⁻⁵⁾.

골유착의 성공을 위해서는 임플란트 매식시 정확한 외과적 술식이 필요하며 발치와는 완전히 골화되어야 한다^(6, 7). 발치와가 완전히 골화되기까지 환자는 9-12개월을 기다려야 한다⁽⁸⁻¹⁰⁾. 이는 임플란트 매식시부터 인공지대치(abutment)를 장착할 때까지 소요되는 기간에 발치후 치유기간이 더해져서 이미 의치 장착에 어려움을 느끼고 있는 환자에게 불편함과 불만을 더해 준다⁽⁶⁾. 또한 발치후 치조골을 설측과 치근단을 행해 흡수된다⁽¹¹⁾. Atwood⁽¹²⁻¹⁴⁾는 먼저 둥근 치조골이 순설측으로 좁아져 두개의 피질판이 하나가 된 다음 고경이 짧아져 두개의 피질판이 하나가 된 다음 고경이 짧아지기 시작해 결국 치조골이 완전히 사라지게 된다는 두 가지 단계를 제시하였다. Pietrokorski와 Massler⁽¹⁵⁾는 상하악에서 모두 협측 치조골이 설측보다 더 많은 흡수를 보인다고 이에 의해 새로 형성된 치조골은 설측과 치근단측을 향해 이동하는 양상을 보인다고 하였다. 이처럼 치근의 존재 유무에 따라 치조골

의 형성, 성장과 유지가 변하는데⁽¹⁶⁾ 임플란트는 축벽(Scaffold)처럼 기계적 버팀목이 되어 순설측 골판의 붕괴를 막아준다⁽¹⁷⁾. 따라서 발치와 동시에 임플란트를 매식하는 방법이 발치와가 골화되기를 기다릴 필요가 없게 하고 적은 외과적 술식, 무치악 기간단축, 비용절감 그리고 임플란트의 길이, 넓이, 각도에 알맞게 치조골의 높이와 넓이를 보존하는 장점을 가지고 이용되고 있다⁽¹⁸⁾.

임플란트치료의 궁극적 목적은 상실치아를 즉시 수복하는 것⁽¹⁹⁾이라고 할 수 있으며 이에 의해 치아 상사로 야기되는 변화를 최소화할 수 있다⁽¹¹⁾. 완전 치유된 치조골 상에서의 임플란트 매식만이 골유착을 얻는데 필수적인 초기고정을 위한 유일한 방법이라고 주장⁽¹⁰⁾하기도 하나 안정성을 얻기 위해 나사형 임플란트를 사용하고 발치와의 치근단 부위보다 깊게 매식한다면 발치직후 임플란트 매식도 좋은 결과를 얻을 수 있다⁽¹¹⁾.

또한 발치와가 넓어서 임플란트 접촉이 안될 부분이나 외상 및 치주질환 등에 의해 생긴 골결손부에는 공간 처치가 필요하다⁽¹⁸⁾. 이를 위해 여러 골이식재를 이용하는 방법과 유도골재생술(guided bone regeneration)이 시행되고 있다. 이식재료는 합성물질과 자가골이나 동종 또는 이종골이 있다. 합성물질로는 흡수성인 tricalcium phosphate^(20, 21), 천연 산호^(22, 23) 등과 수산화인회석(hydroxyapatite)^(24, 25)같은

비흡수성 합성물질이 있으나 이들은 골형성을 자극하거나 유도하지 못하였다고 보고되었다. 자가골이식은 면역학적 반응, 숙주와의 친화력, 조직재생력에서 우수하나 부가적인 수술이 필요하고 공여부로부터의 채취량이 제한되어 있어서 실제 임상에서 사용하는데 제약이 있다⁽²⁶⁾. 이러한 단점을 보완하기 위해 이종골이나 동종골이식이 각광을 받고 있는데 골형성 단백질의 변형을 막으면서 면역반응을 억제하는 냉동건조법⁽²⁷⁾과 신생골 형성능력이 뛰어난 탈회법을 병행해서 쓰고 있다⁽²⁸⁾.

유도골재생술을 하부 골조직과 이들을 덮고 있는 상부 연조직을 분리하여 그 공간에 골조직만 생성되게 해주는 술식으로서 이를 위해 Gore-Tex Augmentation Material(GTAM)[®]을 많이 사용하고 있고^(29, 30) 임플란트 매식, 심미성 증진, 개창(fenestration)과 열개(dehiscence)의 개선, 치조골 증가를 위해 쓰이고 있다⁽³¹⁾. 또한 골결손이나 손상이 있는 치조골에 임플란트를 매식할 때⁽³²⁾와 발치직후 매식 임플란트에서 임플란트와 발치와 사이에 연조직의 이입을 방지하여 골유착이 일어날 수 있게 하기 위해 이용한다⁽³³⁾.

GTAM과 함께 여러 종류의 골이식재를 병행해서 쓰기도 하는데⁽³²⁾ Simion등⁽³⁴⁾은 임상연구에서 이들의 병행사용이 GTAM만 사용했을 경우에 비해 유의한 골증가가 있었다고 보고한 반면 Becker등⁽³⁵⁾은 발치와를 외과적으로 확장한 고세 임플란트를 매식하는 동물실험에서 GTAM과 탈회동결건조골의 병행사용시 그 효과에 의문을 제기하였다. 이렇게 골결손부의 골재생을 위하여 사용되는 GTAM과 이식재의 효용성에 대하여 여러 가지 상반된 결과들이 보고되고 있는 실정이다.

본 연구는 발치시 흔히 생길 수 있는 협측치조골의 파절이나 치주질환으로 인해 협측치조골이 흡수되어 있는 경우도 발치직후에 임플란트 매식이 가능한지를 규명하고 골결손부의 재생을 위한 GTAM과 탈회동결건조골의 단독, 혹은 병행사용했을 때의 효과를 비교해 보고자 시행되었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

연구치가 완전 맹출된 체중 15kg 내외의 성견 4마리를 이용하고 임플란트는 직경 3.8mm, 길이 10mm인 나사형의 순수 titanium 임플란트(Steri-Oss[®], Bausch & Lomb Co., U.S.A.) 24개를 사용하였다. 골결손부의 이식재로는 동종의 탈회동결건조골을 사용했으며 차단막으로는 GTAM[®](W.L.Gore and Associates, U.S.A.)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 탈회동결건조골의 제작

체중 15kg 내외의 성견에서 대퇴골과 경골을 채취하여 원위골단부, 근위골단부, 골막과 골수 및 연조직을 깨끗이 제거하고 유발(morta)과 유봉(pestle)을 이용하여 잘게 부순 뒤 체(sieve)를 이용하여 70-500 μ m의 골편만을 얻은 후 이를 실온에서 chloroform 과 methanol 의 1 : 1 혼합용액에 1시간 동안 처리하여 지방을 제거하였다. 이어 0.5N HCl용액에 12시간 담가 매 4시간마다 용액을 교환하여 탈회를 실시하였으며 각 과정은 4 $^{\circ}$ C에서 연속적으로 실시하여 가능한 골기질 내의 물질이 보존되도록 하였다. 이렇게 하여 얻어진 탈회골을 냉동건조기(Neocool[®], Yamato, Japan)를 이용하여 24시간 냉동건조하여 탈회동결건조골을 제작하였다.

2) 발치 및 임플란트 매식

실험견을 xylazine(렘폰[®], 바이엘, 한국) 2.5cc와 ketamine(케타라[®], 유한양행, 한국)을 10mg/Kg씩 근육주사하여 마취를 유도하고 기관 내 튜브 삽입하여 halothane-O2로 전신마취를 유지하였다.

구강주위를 과산화수소와 생리식염수로 세척한 후 포타딘으로 소독한 다음 하악 제1대구치임부부터 제2소구치 부위까지 치은연을 따라 절개하여 절막골막판막을 거상하고 하악 좌우 제 2,3,4소구치를 충분히 탈구시켜 치근과 치조골이 파절 되지 않도록 치근을 분

리하여 발치했고 발치와는 치주인대 등 연조직이 남지 않게 완전히 소파하였다.

Steri-Oss surgical kit의 3.25mm depth drill과 3.8mm counterbore를 이용하여 치조골과 같은 높이에 10mm 깊이의 임플란트 수용부를 형성하고 수용부의 협측에 너비 3.3mm, 높이 4mm의 인위적 골결손부를 depth drill과 fissure bur를 이용하여 형성했다. 발치한 제 2, 3, 4소구치의 6개 치근 중 양호한 3개 치근의 발치와를 이용하여 한 마리 당 좌우 3개씩 총 6개의 임플란트를 매식했다.

임플란트 매식시 치조골은 손상되지 않도록 하였으며 치조골 정형술도 시행하지 않았다. 임플란트의 위치는 발치와의 설측 치조골과 같은 높이로 임플란트 상단이 위치되게 매식하였다. 초기 골결손부의 정확한 크기를 알기 위하여 실리콘 인상재(Exaflex[®], GC Co., Japan)로 인상을 채득하여 모형을 제작하였다.

실험 군은 결손부 처치에 따라 다음과 같이 분류하였다. 임플란트 주위 골결손부에 탈회동결건조골을 채워 넣은 것을 D군, GTAM을 함께 사용한 것을 D+G 군으로 하고 특별한 처치 없이 점막골판막으로 봉합만 해준 것을 대조군으로 하여 4개의 군으로 나누었다. 탈회동결건조골을 생리식염수와 혼합하여 소독된 아말감 캐리어에 담아 결손부에 가압 충전하였다. GTAM은 난원형의 GT6를 이용하여 결손부를 3mm 이상 충분히 피개하였으며 임플란트의 cover screw를 이용하여 고정하였다.

각 군은 가능한 범위에서 제 2, 3, 4 소구치 부위에 균등하게 배치했으며 각 군 모두 판막내측을 undermining하여 긴장 없이 3-0 흡수성봉합사(coated Vicryl[®], Ethicon Ltd, United Kingdom)로 봉합했다.

술 후 3일간 ampicillin(엠펜린[®], 종근당, 한국)을 1일 50mg/kg로 근육주사했고 1주일동안 유동식을 주었으며, 그 이후는 일반적 사료를 주었다.

3) 형광약제 투여

신생골의 생성 정도와 골개조 양상을 알아 보기 위해 형광약제를 투여하였으며 한 마리의 실험견을 이용

하였다. 시술 직후부터 2주 동안 밝은 황색 형광을 내는 tetracycline hydrochloride(염산테트라사이클린[®], 한국그락소, 한국)을 1일 500mg씩 경구투여하였고 4주째에 xylaziine 2.5cc를 근육주사하여 진정시킨 다음 녹색 형광을 내는 calcein(Sigma Co., U.S.A.)을 20mg/kg로 정맥주사하였다. 11주째에 같은 방법으로 진정시킨 다음 적색 형광을 내는 alizarin reds(Juncei Chemical Co., Japan)를 20mg/kg로 정맥주사하였다.

4) 실험견 희생 및 육안적 관찰

임플란트 매식 12주째에 실험견 모두를 희생시켰으며 실험견 전체의 임플란트 노출여부와 주위 연조직 상태를 관찰하였다. 하악골을 적출한 다음 연조직을 완전히 제거하고 하부 치조골 상태를 육안으로 관찰하였다.

5) 치조골 고경측정 및 통계분석

재생된치조골 고경을 측정하기 위해, 시술직후에 인상을 채득한 것과 같은 방법으로 희생후에도 상부 연조직이 없는 치조골 상에서 인상을 채득하고 모형을 제작하였다. 시술 직후와 희생 후에 얻은 모형들을 cover screw의 상단에서부터 수직 하방의 골결손부까지 vernier calliper(Mitutoyo[®], Mitutoyo Co., Japan)로 각각 3회 측정하여 그 중간치를 계측치로 하였고 매식 직후와 희생 직후 얻은 계측치의 차이로 재생된 골량을 산출하여 이를 SAS program으로 통계 분석하였다.

6) 회전제거력 측정 및 통계분석

회전제거력 측정은 광학과 형광현미경 관찰용을 제외한 11개의 임플란트를 이용하여 시행하였다. 가능하면 재생된 골만을 측정대상으로 삼기 위해 임플란트 상부에서 5mm 부위까지만 남겨 놓고 골절단기(Maruto Co., Japan)를 이용하여 절단하였다(Fig. 1). cover screw를 제거하고 치과 handpiece용 disk를 이용하여 주수하에 상부에 togrue divers의 말단(tip)이 들어갈 수 있게 T형 구를 형성한 다음 Tohnichi

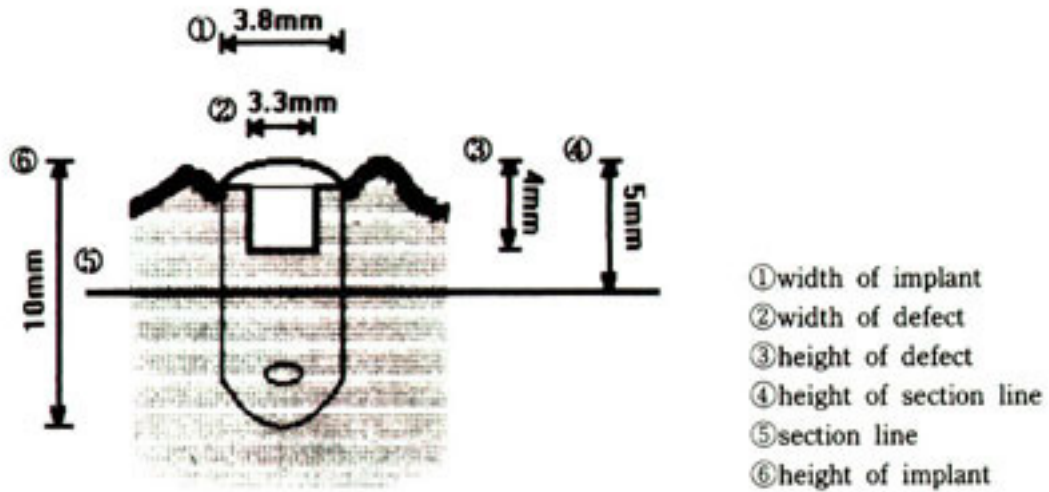


Fig. 1. Schematic diagram of implant area for removal torque test.

torque divers®(Tohnichi Mfg. Co., Japan)를 이
 용해 회전제거력을 측정했다. 측정치는 SAS
 program을 이용하여 통계분석하였다.

7) 조직표본 제작 및 관찰

한 개의 임플란트를 포함한 인접 조직을 임플란트
 장축을 따라 협설 방향으로 절제하여 1.5cm 내외의 블
 록을 형성하였다. 70% 에탄올에 1주일간 침적하여 고
 정시킨 후 Villanueva 골 염색 용액에 1주일간 침적시
 킨 뒤 5일간에 걸쳐 에탄올의 농도를 70%에서 100%
 까지 상승시키며 탈수한 후, propylene oxide와
 Eopn 혼합액을 거쳐 37°C 항온기에서 40일간 포매하
 여 경화시켜 중합을 완료하였다. crystal
 cutter(maruto Co., Japan)를 이용하여 200 μ m의 두
 겹으로 충분한 주수하에 절단하고 경조직 연마하여 시편
 을 제작하였다. 제작된 표본에서 발치와와 골결손부의
 재생된 치조골, 임플란트의 골유착 정도, 골개조 양상
 등을 광학 및 형광현미경으로 검경하였다.

회전제거력을 측정한 후 임플란트가 제거된 표본으
 로 탈회표본을 제작하였다. 5% 질산용액을 2일에 한
 번씩 교환하여 탈회하였고 5 μ m 두께의 박편을 제작한
 다음 H-E 염색을 하여 광학현미경으로 검경하였다.

III. 실험 성적

1. 육안적 소견

24개의 임플란트 중 G군과 D+G군에서 각각 1개씩
 cover screw의 완전 노출이 있었고 대조군, G군 및
 D+G군에서 각각 2개씩 그리고 D군에서 3개의 부분
 노출이 있었다. 완전 노출된 것을 제외하고 염증소견
 은 보이지 않았다.

1개의 G군과 2개의 D+G군을 제외한 모두에서 4주
 부터 9주 사이에 GTAM의 노출이 있었고 이들은 발견
 되는 즉시 모두 제거되었다.

치조골상부 연조직을 제거한 후 치조골 상태를 관찰
 하였다. 다른 군에 비하여 D+G군과 G군의 골결손부
 는 비교적 양호한 골재생 상태를 보였으나 완전한 골
 재생은 이루어지지 않고 골결손부가 여전히 존재했다.
 골결손부를 제외한 설측과 근원심측 모두에서 치조골
 의 흡수가 관찰되었다. 임플란트 상단을 치조정과 일
 치되게 매식한 대부분의 경우에서 임플란트 상단 하방
 으로 치조골이 흡수된 상태였고 치조골 하방으로 임플
 란트를 매식한 일부에서만 임플란트가 치조골 내에
 있었다.

흡수된 치조골은 결손부의 재생된 치조골과 D+G군과 G군에서는 완전한 곡선으로 연결되었으나 골재생량이 비교적 적은 대조군과 D군에서는 골흡수가 일어난 인접 치조골과 가파른 곡선으로 연결되어 있었다. cover screw가 완전 노출되었던 임플란트 주위 치조골은 보다 큰 골흡수 양상을 보였고 임플란트 주위로 연조직 이입 양상이 보였다.

2. 광학 현미경적 소견

1) 연마 표본

(1) 대조군

저배율에서 임플란트는 악골내에 수직으로 잘 매식된 소견을 보였다. 발치와 맞 실험적 결손부(협측 치조골)는 대부분 치밀골로 재생되어 있었으며 치밀골은 임플란트의 계면과 구멍내로 성장하여 골유착(osseointegration) 소견을 보였다. 협측 치조골은 설측에 비하여 치조정이 더 낮게 위치하였으며 그 두께도 훨씬 작았다. 악골의 협측 및 설측 경계는 두터운 외주위층판(outer circumferential lamellae)으로 둘러싸여 있었으며 설측 외주위층판이 더 잘 발달되어 있었다(Photo. 1).

고배율에서 비결손부의 치조골은 성숙된 치밀골을 형성하였으며 치밀골과 임플란트의 계면은 섬유성조직의 개재가 없는 골유착 소견을 보였다. 성숙된 치밀골은 골수강과 골 수가 없이 대부분 판상구조로 되어 있었다(Photo. 2).

고배율에서 결손부의 치조골은 비결손부에 비하여 골의 양이 적고 골내 판상구조가 발달되어 있지 않았다. 치조골 외면은 결합조직에 의하여 둘러싸여 있고 결합조직은 치조골 상부의 내면을 따라 연속되어 있었다(Photo. 3).

(2) D군

임플란트는 치조골 내에 잘 식립되어 있었으며 하악 치조골은 중심부를 제외한 대부분이 치밀골로 구성되어 있었다. 설측 치조골은 흡수되어 임플란트의 상부

에 부분적으로 노출되어 있었다. 결손부의 협측 치조골은 설측 치조골에 비하여 더 낮게 위치하고 두께도 작았으나 대조군(Photo. 1)에 비하여 그 정도는 훨씬 작았다(Photo. 4).

비결손부의 형태는 대조군에서와 유사하였다. 결손부에 치유된 골은 대조군에 비하여 발달된 판상소견을 나타내었으며 이식된 탈회동결건조골은 모두 흡수되어 관찰되지 않았다. 임플란트와 치조골 사이는 대부분 간극이 없는 골유착을 보였으며 상부로부터 결합조직이 유입되는 뚜렷한 양상은 없었다(Photo 5).

(3) G군

임플란트는 치밀골 내에 잘 식립되어 있었으며 치조정 부위를 제외한 하악골의 대부분은 외주위층판에 의하여 둘러 싸여 있었다. 협측 치조골은 설측 치조골에 비하여 낮게 위치하고 두께도 작았으나 대조군이나 D군에 비하여 그 정도는 훨씬 작았다(Photo 6).

고배율에서 비결손부 치조골은 성숙된 골소견을 보였으며 치조골과 임플란트는 섬유성 조직의 개재가 없는 뚜렷한 골유착 소견을 보였다(Photo. 7).

(4) D+G군

임플란트 주위골은 모두 치밀골의 형태를 보였으며 치밀골의 외부는 치조정을 포함한 전부분에서 외주위층판에 의하여 둘러싸여 있었다. 협측 치조골은 다른 모든 군에 비하여 잘 재생되어 있었으며 따라서 설측에 비하여 치조골의 두께나 높이에 큰 차이가 없었다. 이식된 탈회동결건조골은 모두 흡수되어 관찰되지 않았다(Photo. 8).

고배율에서 임플란트와 치조골 사이에는 G군에서와 유사하게 섬유성조직의 유입이 없는 골유착 소견을 보였다(Photo. 9).

2) 탈회표본

(1) 대조군

임플란트 주위의 결손부에 재생된 치조골은 골수강이 비교적 넓은 치밀골의 형태를 보였다. 임플란트 제

거 후 임플란트 나선 사이의 홈에는 치밀골로 채워져 있었으나 나선부는 골수조직과 접촉되어 있었다 (Photo. 10).

(2) D군

임플란트는 대부분 치밀골과 접하고 있었으며 일부 골수조직이 닿아 있었다(Photo. 11).

(3) G군

임플란트와의 계면은 모두 치밀골과 접하고 있었으며 치밀골은 대조군에 비하여 골수량이 비교적 적었다 (Photo. 12).

(4) D+G군

임플란트와의 계면은 모두 치밀골과 접하고 있었으며 치밀골은 대조군에 비하여 골수량이 비교적 적었다 (Photo. 13).

3. 형광현미경적 소견

(1) 대조군

인위적 골결손부에 재생된 골에는 tetracycline hydrochloride에 의한 황색 형광과 calcein에 의한 녹색 형광 및 alizarin red에 의한 적색 형광이 모두 관찰되었다. 적색 및 녹색 형광이 대부분이었으며 특히 골원 주위에 강한 형광을 보여 활발한 골개조 (remodelling) 가 일어나고 있음을 시사하였다 (Photo. 14).

(2) D군

대조군과 유사한 형광 소견을 나타내었으나 적색 형광이 비교적 적었으며 이는 대조군에 비하여 골개조가 덜 진행됨을 시사하였다(Photo. 15).

(3) G군

대조군과 유사한 형광 소견을 나타내었으며 비교적 적색 형광이 많이 관찰되었으며 골개조가 진행되고 있음을 알 수 있었다(Photo. 16).

(4) D+G군

대조군과 유사한 형광 소견을 보였고 임플란트 계면 주위에 적색 형광이 주로 관찰되었으며 임플란트 주위 골의 개조가 활발히 일어남을 시사하였다(Photo. 17).

4. 재생된 치조골 고경에 대한 계측소견

협측의 골결손부는 대조군을 비롯한 대부분의 경우에서 골재생에 의한 골증가가 있었으며 D+G군이 평균 3.17mm의 골재생량을 보였고 다음으로 G군 2.74mm, D군 1.72mm 그리고 대조군 1.38mm 순이었다(Table 1, Fig. 2). Duncan's multiple range test 결과 대조군 및 D군은 G군 및 D+G군과 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$)(Table 1).

D+G군과 G군에서 GTAM에 염증이 생기고 이로 인해 cover screw가 완전히 노출된 경우는 각각 0.7mm와 0.5mm로 현저히 낮은 골재생량을 보였는데 통계에서 제외시켰다.

Table 1. Duncan's multiple range test for bone gain(unit : mm)

Group	N	Initial	Final	Bone gain	SD	Duncan's grouping
Control	5	4.58	3.20	1.38	0.65	A
D	6	4.38	2.67	1.72	0.63	A
D+G	6	4.55	1.38	3.17	0.31	B
G	5	4.52	1.78	2.74	0.48	B

Means with the same letter are not significantly different. Significantly different at $P < 0.01$.

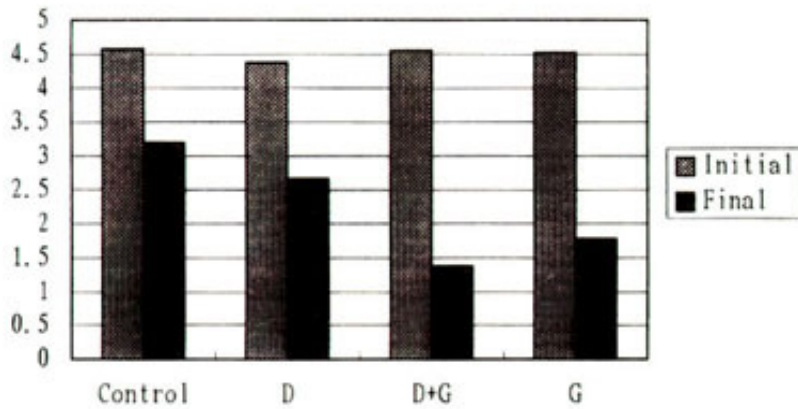


Fig. 2. Amount of mean bone defect(mm)

6. 회전제거력 측정에 대한 소견

회전력 측정기에 의한 임플란트 각각의 측정치는 Table 6과 같다. 각 군은 현미경 관찰용과 GTAM의 염증으로 치조골 흡수가 컸던 것을 제외한 나머지를

그 대상으로 삼았다. G군 3.15kgcm, D+G군 3.05kgcm, 대조군 1.67kgcm 그리고 D군이 1.30kgcm 순이었으나 통계적 유의성이 없었다(Table 2, Fig.3).

Table 2. Analysis of removal torques(unit : kgcm)

Group	N	Mean	S D	Durcan's grouping
Control	3	1.67	0.64	A
D	2	1.30	0.71	A
D+G	4	3.06	1.45	A
G	2	3.15	0.64	A

Means with the same letter are not significantly different.
Significantly different at P<0.01.

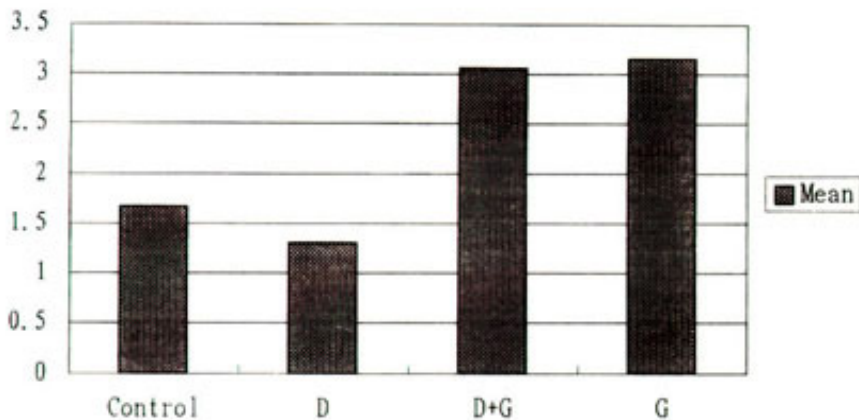


Fig. 3. Mean removal torque(kgcm)

IV. 총괄 및 고찰

성공적 골유착을 위해서는 임플란트 매식시의 정확한 기술 외에도 치유기간 동안 임플란트에 대한 하중이 없어야 하며^(2, 3) 임플란트 주위에 양호한 골조직이 지지되어야 한다^(10, 36). 이들은 모두 임플란트의 초기 고정과 염증방지를 위해 필요하다.

그러나 이런 통상적 원칙들에 이의를 제기하는 새로운 시도들이 계속되어 왔는데 초기 하중을 주는 경우에 있어서 골유착이 방해되지 않는다는 보고⁽³⁷⁾가 있고 오히려 골유착이 촉진된다는 보고^(38, 39)도 있다. 또한 불량한 골질이나 골량을 갖는 악골에서의 임플란트 매식도 활발한 연구가 계속되어 왔는데 그 중 결결손이 있는 경우 여러 이식재들을 이용한 치료술식들이 개발되고 사용되어 왔다. 그 중에서도 골유도능이 뛰어나며 합성 이식재들에 비해 임상적 생물학적으로 우수하고 자가골의 공급 한계를 보완할 수 있는 동종골이나 이종골이식이 많이 이용되고 있다. 그 중 탈회동결전 조골은 1965년 Urist⁽⁴⁰⁾가 탈회된 골기질 내에 있는 어떤 성분에 의해 골형성이 유도되고 그 유도인자의 중요성분이 단백질이며 기질과 세포사이의 상호작용에 의해 골유도가 결정된다고 증명한 이래 발전되어 온 동종 또는 이종골 이식재이다⁽⁴¹⁾. 이들 동종 또는 이종골은 항원성이 있어서 특별한 처리를 하지 않으면 강력한 거부반응을 나타내는데 여러 실험 결과 냉동건조법이 단백질 변성으로 줄이면서 상온보존이 가능하여 널리 이용되고 있다⁽²⁷⁾. 또한 항원성을 낮추기 위해 탈회 처리를 병행하는데 탈회골은 비탈회골에 비해 신생골 형성능력이 뛰어나다^(42, 43). 이런 탈회과정은 골형성 단백질을 제거하지 않는 것으로 알려져 있고 탈회하지 않은 골은 이 단백을 보유하고는 있으나 골내 무기질이 이 단백질의 작용을 억제하여 신생골 형성능력이 떨어지는 것으로 알려졌다⁽⁴²⁾.

또한 골결손부의 치치에 가장 많이 이용하는 것 중의 하나로 GTAM이 있다. 1979년 Nyman과 Karring⁽⁴⁴⁾이 치근막을 구성하는 서로 다른 두 종류 세포의 치유능력을 확인하려는 실험의 결과로써 처음 개발한 이래 원하는 세포의 증식을 도모하고 원하지

않는 세포의 증식을 차단하는 수단으로 이용되어왔다⁽⁴⁵⁾. 실제 임상에서 처음 사용한 것은 Millipore filter(type GS; Millipore SA, Molsheim, France, pore size=0.22 μ m)였는데 현재는 ePTFE(expanded polytetrafluorethylene)으로 구성된 막을 대부분 사용하고 있다⁽⁴⁵⁾. 이 막은 섬유에 의해 서로 연결된 Teflon[®] 결절들이 여러 층으로 겹쳐진 구조를 갖는데 이러한 미세구조가 세포의 부착을 허용하나 막을 통과하지는 못하게 한다⁽⁴⁶⁾. 반면 영양물질 등 유동성 있는 물질이 통과할 것이라는 가정은 있는데 이것이 필수 조건이 아니라는 것을 Schmid 등은 동물실험에서 입증하였고⁽⁴⁶⁾ rubber dam을 차단막으로 이용한 경우에서도 양호한 결과들이 보고되었다^(47, 48).

Mellonig 등^(31, 49)은 지난 20년 동안 여러 연구와 임상경험 등을 종합하여 GTAM을 사용한 창상치유의 개념을 정리하였는데 임플란트나 골면을 그 상부의 연조직과 분리하여 공간을 제공해 주고 이 공간에서 골내막 세포(endosseous cells) 등이 세포분열하여 증식하게 하며 이 물리적 차단막이 혈병(blood clot)을 보호하는 제2의 판막(flap)이 되며 혈병의 미세동요(micromovement)를 막아 간엽세포가 섬유아세포로 분화하는 것을 방지한다고 하였다.

GTAM은 결손이나 창상부위의 위치, 형태에 따라 그 크기나 모양을 선택해서 쓰는데 임플란트에는 특별히 고안된 타원형 모양의 제품을 많이 쓴다. 이것의 가운데 부위는 견고하면서 세포이입을 방지하는 기능을 갖고 있는데 세균에 감염되지 않고 일정한 공간을 지탱할 수 있게 되어 있으며 결손부위를 덮는 역할을 한다. 바깥부위는 연조직과 접합하는데 용이하고 유연성이 있으면서 세포이입을 방지하는 기능을 갖고 있는데 그러기 위해서 결손부위 밖으로 3-4mm정도 연장되어야 한다⁽⁵⁰⁾. 또한 Nevins와 Novaes^(49, 51)는 임플란트 하방으로 2-3mm를 덮어야 하고 인접치아는 1mm 떨어져야 한다고 하였다. 이 술식의 성공을 위해서는 공간을 일정하게 유지해 주어야 하고 작은 동요도 허용치 않아야 한다⁽⁵²⁾. 따라서 miniscrew로 고정⁽⁵³⁾시키거나 titanium으로 가화된 막이 현재는 이용되고 있고^(54, 55) 본 실험에서처럼 임플란트의 cover screw로 고

정시키거나⁽⁵⁶⁾ 점막골막판막에 봉합하여 고정⁽⁵⁷⁾시키기도 한다.

발치직후 매식 임플란트는 골질이나 골량의 관점에서 여러 복합적인 문제점을 가지고 있다. 임플란트와 발치와 상부의 치조골이 접촉하지 않기 때문에 초기 안정성이 적고⁽⁵⁸⁾ 그 공간으로 연조직이 입되어 골유착을 방해할 수 있으며 순측이나 설측 피질판의 천공 가능성이 있고 발치시 치조골의 피질판이 파괴될 수 있다⁽⁵⁹⁾. Egks 발치와의 염증조직이나 골유착을 방해하는 치근막이 존재할 수 있다⁽⁶⁰⁾. 이런 문제점들을 해결하기 위해 발치직후 매식 임플란트는 여러 외과적 처치와 함께 이식재나 GTAM의 사용이 고려되어야 한다⁽¹⁸⁾. 육아조직이나 치근막 같은 연조직은 완전 제거되어야 하며^(6, 11, 18) 이를 위해 크루렛이나 큰 round bur를 사용할 수 있다⁽¹¹⁾.

임플란트 상부의 위치도 통상적 임플란트와 차이가 있는데 Lazzara⁽¹¹⁾는 골개조와 cover screw까지의 골재생을 위해, Wilson jr⁽⁶¹⁾는 뒤에 장착할 보철물의 심미성 때문에 치조골 2mm 하방에 매식하여야 한다고 했으며 Werbitt과 Goldberg⁽⁶²⁾는 골개조와 골흡수 보상, 보철물의 적절한 emergency profile을 위해 3mm하방을 주장했고, Barzlay⁽¹⁸⁾, Gelb⁽⁶³⁾는 도재관하연이 치은연하에 있게 인접치 백아법랑경계에서 3-4mm하방에 위치할 것을 주장했다. Yukna⁽⁶⁰⁾와 Becker⁽⁶⁴⁾는 치조골 상부와 같은 높이이거나 약간 하방에 위치해야 한다고 했고 Gher 등⁽⁶⁵⁾은 ITI 임플란트 사용시 치조골 상부와 같은 높이로 매식해야 치조골 상부의 흡수로 ITI의 plasma sprayed portion이 치조골 상부에 접하게 된다고 하였다. 이와 같이 발치후 즉시 매식하는 임플란트가 그 장점으로 치조골 흡수를 방지한다고 하였지만 결과적으로 흡수정도를 낮출 수는 있었어도 골흡수를 완전히 막지는 못하였다. 본 실험에서도 탈회동결건조골, GTAM등의 사용에도 불구하고 치조골과 임플란트 상단이 같은 높이에 위치되게 매식한 대부분의 근원심과 설측 치조골이 임플란트 하방으로 흡수되어 있었다. 따라서 Barzlay 등⁽⁶⁾은 아예 치조골의 수정을 제시했는데 골화가 끝난 치조골의 상태가 되게 할 것을 주장했고 Tollman과

Keller⁽⁵⁸⁾는 상부 피질골의 완전제거를 제시하며 그 이유로 임플란트 상부가 모두 골과 닿을 수 있고 제거하지 않더라도 결국 피질골은 소실될 것이며 치조골은 낮춤으로써 하부의 피질골에 임플란트가 닿을 수 있어 안정성에 도움을 준다고 하였다. Ettinger 등⁽⁵⁹⁾은 치조골 상부의 협설측 너비가 4mm되게 사제해야 점막골막판막의 완전한 봉합이 이루어진다고 하였다. 반면 Gher 등⁽⁶⁵⁾은 발치시 외상을 적게해서 치조골 상부의 골을 그대로 유지시키고 국소혈액공급이 원활하게 해야 한다고 주장하여 상반된 의견을 제시했다. 본 실험에서는 골흡수와 결손부위의 골증대 정도를 비교하려는 목적에 부합되게 하기 위해 발치시 치조골 손상을 최소한으로 하였으며 임플란트 상단이 협측 치조골 상단과 일치되게 하여 각 실험 군을 규격하시켰고 이는 Parr 등⁽¹⁹⁾이 성견에서 시행했던 실험을 참고로 하였다. 골결손부는 협측 치조골에 형성하였는데 발치시 외상을 더 많이 받고 설측에 비해 두께가 더 얇아 골결손이 생길 가능성이 많기 때문이었다⁽⁶⁵⁾.

임플란트의 위치는 발치와의 한 중앙에 매식하여야 가장 이상적인 위치가 되나 초기 안정에 문제가 되어⁽⁶⁵⁾ Yukna⁽⁶⁰⁾, Wilson⁽⁶¹⁾, Gher 등⁽⁶⁵⁾이 시행했던 것처럼 설측에 닿게 매식하면 보다 두꺼운 설측 치조골에 의해 안정성이 높고 근원심에서도 같이 임플란트 사이의 간격이 좁아지며 협측에 커진 공간이나 결손부는 골이식에 의해 해결할 수 있다고 하였다.

골결손이 있는 발치직후 매식 임플란트에 대한 처치는 발치직후 매식 임플란트에서 발생할 수 있는 여러 문제점들과 골결손부 처치에 따르는 문제점들을 함께 고려해야 할 보다 복잡한 상황이라 할 수 있겠다. 임플란트와 발치와 사이에 존재하는 공간으로의 연조직 이입을 방지하면서 골결손부의 골재생을 도모하고 골조직 상부에서 얻을 수 없는 임플란트의 초기 고정을 골조직 하부에서 얻을 수 있어야 한다. 이를 위해 임플란트 발치와를 지나 그 하부의 골까지 매식되어야 하는데⁽¹¹⁾ Barzlay 등⁽⁶⁾은 2-3mm 더 연장되어야 한다고 했고 Ettinger 등⁽⁵⁹⁾은 최소한 임플란트 하부 1/3이 골에 닿아야 한다고 했으며 Gher 등⁽⁶⁵⁾은 임플란트 하부 1/2이상이 골과 직접 닿아야 하는데 이는 발치와가 하

부쪽으로 점점 가늘어지기 때문에 발치와의 치근단 부위를 지나 2-4mm 연장되면 가능하다고 하였다.

골결손부에 대한 처치는 GTAM과 동종골 이식재를 이용한 여러 연구들이 계속되어 오고 있는데 발치직후 매식 임플란트에 있어서 이 둘을 함께 비교한 연구는 별로 없었다. Simion 등⁽³⁴⁾은 GTAM과 자가골이식이 가장 좋은 결과를 보였다고 발표하였는데 보다 치밀하면서 많은 양의 골증가가 있었고 GTAM과 탈회동결건조골을 사용한 경우는 불규칙한 골생성 양상과 석회화 양상을 나타냈으며 골증가는 GTAM에 의해 생긴 공간만큼 이루어졌는데 GTAM만 사용한 경우에 비해 보다 골증가가 많은 것은 탈회동결건조골이 GTAM을 지지하여 공간을 유지해 주었기 때문이라고 설명하였다. Rominger⁽⁶⁶⁾도 공간유지기능을 중시하여 설명하였고 탈회동결건조골만을 사용한 곳에서는 이들의 흡수와 전이가 발견되었다고 하였다. 또한 Uyeda 등⁽⁶⁷⁾도 심한 치주질환 환자에서 치근이개부의 골결손과 임플란트 열개(dehiscence)의 치료시 GTAM과탈회동결건조골의 병행사용이 좋은 결과를 보였다고 보고하였고 Anderegg 등⁽⁶⁸⁾도 치근이개부에서 차단막만을 사용한 경우 50%의 결손부 감소를 보였는데 비해 탈회동결건조골과 병행사용시 85%의 결손부 감소가 있었음을 보고했다.

반면 Becker 등^(35, 36)은 성견을 이용한 실험에서 GTAM과 함께 탈회동결건조골을 사용하는 것은 불필요하다고 하였는데 그 이유도 동물 실험에 동종이 아닌 인간의 탈회동결건조골을 내의골형성단백(bone morphogenic protein)에 한계가 있으며 매식체로 쓰이는 titanium이 혈액 공급을 막아 골재생력이 상실되었기 때문이라고 하였다. Landsberg 등⁽⁵⁰⁾도 탈회동결건조골의 골유도기능과 GTAM하의 공간유지기능에 대해 의문을 제시했고 Mellonig와 Triplett⁽³¹⁾은 자연적으로 공간이 형성된 경우나 충분한 발치와 벽이 있는 발치직후 매식 임플란트에서 GTAM만 필요하고 탈회동결건조골은 불필요하다고 하였다.

본 연구에서는 GTAM과 탈회동결건조골을 병행해서 쓴 경우가 3.17mm의 골증가를 보였고 GTAM만 쓴 경우는 2.74mm의 골증가를 보였으나 통계학적 유

의한 차이는 없었다. 그러나 이들이 D군이나 대조군과는 모두 유의한 차이를 보여 GTAM의 사요이 탈회동결건조골이 병행 사용 여부와 상관없이 보다 좋은 골재생을 보이는 것으로 판단되고 이는 Becker 등⁽⁵⁶⁾이 최근에 행했던 실험 결과와 일치하였다. 다만 Becker 등⁽⁵⁶⁾은 탈회동결건조골이 12주 후에도 흡수되지 않고 남아 있었다고 하였으며 그 이유로 파골세포는 석회화된 골만을 흡수하는 것으로 일반적으로 받아들여지고 있는데 탈회동결건조골의 재석회화가 12주에서 불완전하였기 때문이라고 설명하였다. 또한 이런 탈회동결건조골은 생명력이 업속 숙주골을 약화시키며 골유도능도 전혀 없었다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 12주 후에 탈회동결건조골이 거의 흡수되어 있었고 대조군에 비하여 조직학적으로 양호한 골재생 소견을 보여 상이한 결과가 나왔으며 통계학적 유의성은 없지만 D+G군이 G군 보다 더 많은 평균치의 골재생량을 보여 탈회동결건조골이 골재생을 방해한다는 주장과 일치하지 않았다. 더구나 류 등⁽⁶⁹⁾에 의하여 백서의 대조군에 이식한 동종의 탈회동결건조골이 8주 후에 거의 골로 대체되어 골유도능이 있음이 입증되었다. 따라서 Becker 등⁽⁵⁶⁾의 탈회동결건조골 효능에 대한 불신은 자신들이 지적한 것과 같은 문제점으로부터 비롯되었을 것이라는 추측을 낳게 하며 이 부분은 앞으로 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

GTAM을 이용한 술식의 경우 주의 여건이나 술자에 따라 결과가 다양하게 나타날 수 있다. 그 중의 하나는 차단막을 유지시켜 주어야 할 기간에 대한 문제이다. 일반적으로 그 보존기간은 임플란트 2차 수술시까지 유지해 주는 게 좋으나 조기노출되는 경우 감염방지를 위해 제거해주는게 좋다. 그러나 최소 4-6주 정도는 유지해 주어야 하고 중심부위만의 노출시는 제거하지 않고 구강위생 상태를 양호하게 유지하면서 보존할 수 있다⁽³¹⁾. 막의 조기제거가 골재생에 미치는 영향에 대해서는 여러 보고들이 있는데 Nowzari와 Slots⁽⁷⁰⁾에 의하면 막의 노출이 없는 경우 1mm 이하의 결손부만 남는 골증가가 있었으며 노출된 경우는 대부분이 염증 소견을 보였는데 평균 3.2mm의 골결손부가 존재했다고 하였고 Becker^(35, 64)도 조기제거시 더 낮은 골형

성을 보이고 노출된 연조직은 염증소견을 보인다고 하였고 Landsberg 등⁽⁵⁰⁾은 32개의 막 중에서 15개를 조기에 제거했는데 그중 4개만이 완전한 골재생을 보였고 8개는 불완전한 골재생, 2개는 골소실을 보였으며 1개는 동요도가 심해 실패했다고 하였다. Gher 등⁽⁶⁵⁾은 11개중 6개가 2주만에 노출되어서 6주에서 16주까지 그대로 유지시킨 후 2mm의 골재생을 보인 반면 노출이 안된 5개는 5.5mm의 골재생을 보였다고 하였다. 더구나 Simion 등⁽³⁴⁾은 조직학적 검사에서 조기제거시 골형성의 어떤 증후도 없었다고 하였다.

그러나 Rominger 등⁽⁶⁶⁾은 막이 노출되어 4-6주에 제거하였는데 최종결과에는 영향이 없었다고 하였고 Becker 등⁽³³⁾도 성견을이용한 실험에서 그 상관관계를 밝히지 못하였고 Novaes⁽⁵¹⁾는 심지어 점막골막판막으로 차단막을 완전히 피개하지 않은 경우에서도 좋은 결과를 보였다고 하였다. Ettinger 등⁽⁵⁹⁾, Buser 등⁽⁷¹⁾, Nevius와 Nellonig⁽⁵¹⁾, Lazarra⁽¹¹⁾도 같은 결과를 보고했고 Dahlin 등⁽⁷²⁾은 막의 조기노출이 결과에 영향을 끼치지 않는다 하더라도 막의 제거가 또 다른 외과적 손상이며 골형성이 진행되는 곳의 연조직 상태를 바꾸기 때문에 가능하면 노출시키지 않는 게 좋다고 하였고 Mellonig와 Triplett⁽³¹⁾은 조기제거가 전체적 성공에 큰 영향을 끼치지 않는다 하더라도 빈번한 관찰과 주의가 요망된다고 하였으며 Nowzari와 solts⁽⁷⁰⁾은 Porphyromonas gingivalis와 Porphyromonas micros가 막 노출시 염증을 일으키는 원인균이므로 시술 전 chlorhexidine으로 이들 균을 제거해 주면 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 G군 한 개와 D+G군 두 개를 제외한 나머지 모두를 4주에서 9주 사이에 제거했고 식염수와 chlorhexidine으로 세척과 소독을 한 후 연조직을 봉합하고 ampicillin을 하루 50mg/kg씩 3일간 근육주사하였다. 대부분의 막을 제거했기 때문에 통·方 비교는 할 수 없었지만 골재생이 끝난 후 막의 제거는 골소실이 초래될 주위 연조직의 염증, 막 제거시의 외상 등만 방지해 줄 수 있다면 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 보이며 앞으로 이 부분에 대해서는 좀 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

골재생의 성공에 대한 조건으로 양적인 관점에서 결손부의 골증가 외에 생성된 골의 밀도와 같은 질적인 면을 점검해 볼 필요가 있다 하겠다. 이것은 임플란트에 가해지는 힘을 어느정도 지탱할 수 있는냐의 문제이며 이러한 생역학적 강도는 물론 임플란트 디자인과 골유착 정도에 달려 있다⁽⁷³⁾. 임플란트 표면이 연마된 것보다는 거친 것이 더 높은 회전제거력을 가지고⁽⁷⁴⁾titanium 보다는 HA로 피개된 것이, 순수 titanium 보다는 titanium 합금이 더 높은 회전제거력을 가지며⁽⁷⁵⁾임플란트 지름과 길이를 비교했을 때 같은 면적을 갖는 경우 길이가 긴 쪽이 지름이 넓은 쪽에 비해 더 큰 회전제거력을 갖는다⁽⁷⁶⁾는 보고들이 있었다.

본 연구는 골결손부가 있었던 동일한 임플란트에서 재생된 골과 임플란트와의 생역학적 관계를 규명해 보고자 거의 결손부의 크기와 같은 임플란트 상부 5mm만을 실험대상으로 하였다. 재생된 골의 양이 각기 다르므로 순수한 골질만의 측정은 아니고 협면의 재생된 골량과질, 설면과 근원심면의 골흡수 정도 그리고 임플란트의 연조직 이입정도에 의해 영향을 받았다고 할 수 있다. G군, D+G군, 대조군, D군 순이었으나 실험대상이 적고 표준편차가 커서 통계적 유의성이 없었다. 전반적으로 GTAM을 써서 골재생량이 많았던 G군과 D+G군이 D군이나 대조군에 비해 더 크게 나타났다. Duncan's multiple range test결과 어떤 통계적 추론도 할 수 없었고 단지 나타난 결과만을 발표하는데 의의를 갖고자 하면 앞으로 더 많은 시편을 이용한 지속적인 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

발치직후에 임플란트를 매식하는 경우 치조골 결손이 존재하거나 발치시 외상으로 치조골 손상이 초래될 수 있다. 본 연구는 치조골 결손부가 있는 발치와에 임플란트 매식시 골결손부에 탈회동결건조골과 GTAM을 각각, 혹은 이 둘을 병행사용하는 경우, 이에 따른 골재생 능력을 비교해 보고자 시행하였다.

성견의 하악 좌우 제2,3,4소구치를 발치한 후 발치와의 협측 치조골에 너비 3.3mm, 깊이 4mm의 인위적 결손부를 형성하였고 발치와에 지름 3.8mm, 길이 10mm인 Steri-Oss제품이 나사형 순수 titanium 임플란트를 매식하고 각각에 탈회동결건조골을 이식한 것을 D군, GTAM을 사용한 것을 G군, 이 둘을 병행사용한 것을 D+G군으로 하고 대조군을 포함하여 총 네 개의 군으로 분류하였다.

임플란트를 매식하고 12주 경과 후에 실험 동물을 희생하여 육안적 관찰을 하였고 탈회 및 비탈회 표본을 제작하여 광학 현미경적 관찰을 하였다. 또한 매식 후 처음 2주 동안은 매일, 그리고 4주째 및 희생 1주일 전에는 각각 1회씩 형광약제를 투여하여 신생골의 형성 정도와 골개조 양상을 형광현미경으로 관찰하였으며, 임플란트 주위 골결손부의 재생된 치조골 고경을 측정하여 골증가 정도를 비교하였고 회전제거력 (removal torque)을 측정하여 골밀도 및 골유착력을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 골재생량은 D+G군, G군, D군, 대조군 순이었으며 D+G군 및 G군은 D군 및 대조군과 통계학적 유의한 차이가 있었다($P < 0.01$).
2. 대조군의 골결손부에 재생된 골은 판상구조가 발달되어 있지 않고 임플란트와의 계면에 결합 조직이 이입되어 있었으나 다른 군들에서는 성숙된 치밀골과 골유착 소견을 보였다.
3. 회전제거력은 모든 군에서 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

이상의 결과로 비추어 볼 때 골결손이 있는 발치직후 매식 임플란트도 성공적 골유착을 얻을 수 있으며

보다 나은 골재생을 위해서는 GTAM과 탈회동결건조골의 병행사용뿐 아니라 GTAM만의 사용도 좋은 결과를 보일 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark P-I : A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10 : 387, 1981.
2. Branemark P-I : Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 50 : 399, 1983.
3. Albrektsson T, Branemark P-I, Hansson H-A, Lindström J : Osseointegrated titanium implants : Requirements for ensuring a long-lasting, directed bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 52 : 155, 1981.
4. Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T : Tissue-integrated protheses : Osseointegration in clinical dentistry. Chicago. Quintessence 221, 1985.
5. Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P, Eriksson AR : The long-term efficacy of currently used dental implants : A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1 : 11, 1986.
6. Barzilay I, Graser GN, Kranpour B, Natiella JR : Immediate implantation of a pure titanium implant into an extraction socket : Report of a pilot procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6 : 277, 1991.
7. Öhrnell LO, Hirsch JM, Ericsson I, branemark P-I : Single-tooth rehabilitation using osseointegration. A modified surgical and prosthodontic approach. *Quintessence Int* 19 : 871, 1988.
8. Laney WR : Selecting edentulous patients for

- tissue-integrated prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1 : 129, 1986.
9. Johansson C, Albrektsson T : Integration of screw implants in the rabbit : A 1 year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2 : 69, 1987.
 10. Schulman LB : Surgical considerations in implant dentistry. *J Dent Educ* 52 : 712,
 11. Lazzara RJ : Immediate implant placement into extraction sites : Surgical and restorative advantages. *Int J Periodont Rest Dent* 9 : 333, 1989.
 12. Atwood DA : Reduction of residual ridges : A major oral disease entity. *J Periodont Rest Dent* 26 : 266, 1971.
 13. Atwood DA : Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometrics roentgenograms. *J Prosthet Dent* 13 : 810, 1963.
 14. Atwood DA, Coy WA : clinical, cephalometrics, and densitometric study of reduction of residual ridges. *J Prosthet Dent* 25 : 280, 1971.
 15. Petrokovski J, Massler M : Residual ridge remodeling after tooth extraction in monkeys. *J Prosthet Dent* 26 : 119, 1971.
 16. Moss ML : A functional cranial analysis of centric relatio. *Dent Clin North Am* 19 : 431, 1975.
 17. Densissen HW, de Groot K : Immediate dental root implants from synthetic dense calcium hydroxyapatite. *J Prosthet Dent* 42 : 551, 1979.
 18. Barzilay I : Immediate implants : Their current status. *Int J Proshodont* 6 : 169, 1993.
 19. Parr GR, Stefilk DE, Sisk AL : Histomophometric and histologic observations of bone healing around immediate implants in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8 : 534, 1993.
 20. Jarcho M : Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics. *Clin Orthop* 156 : 259, 1981.
 21. Nagahara K, Isogai M, Shibata K, Meenaghan MA : Osteogenesis of hydroxyapatite and tricalcium phosphate used as a bone substitute. *Int J Oral Maxilloac Implants* 7 : 7s, 1992.
 22. Souyris F, Pellequer C, Payrot C, Servera C : coral, a new biomedical mterial. *J Maxfac Surg* 13 : 64, 1985.
 23. Guillemin G, Patat JL : The use of coral as a bone graft substitute. *J Biomed Mat Res* 21 : 557, 1987.
 24. Froum SJ, Kushner L, Scopp IW, Stahl SS : Human clinical and histologic responses to durapatite implants in intraosseous lesions, case reports. *J Periodontol* 53 : 719, 1982.
 25. Kent JN, Quinn JH, Zide MF, Guerra LR, Boyne PJ : Alveolar ridge augumentation using non-resorbable hydroxyl apatite with or without autogenous cancellous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 41 : 629, 1983.
 26. Schliephake H, Nukam FW, Scheller H, Bothe KJ : Local ridge augmentation using bone grafts and osseointegrated implants in the rehabilitation of partial edentulism : Preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9 : 557, 1994.
 27. Urist MR : Surface decalcified allogenic bone implants. *Clin Orthop* 140 : 208, 1979.
 28. van de Putte KA, Urist MR : Osteogenesis in the interior of intramuscular implants of decalcified bone matrix. *Clin Orthop* 42 : 257, 1966.
 29. Magnusson I, Stenberg WV, Batich C, Egelberg J : connective tissue repair in circumferential periodontal defects in dogs following use of a biodegradable membrane. *J Clin Periodontol* 17 : 243, 1990.
 30. Ighaut J, Aukhil I, Simpson DM, Johnston MC : Progenitor cell kinetics during guided tissue regeneration in experimental periodontal wounds. *J Periodont Res* 23 : 107, 1988.
 31. Mellong JT, Triplett RG : Guided tissue regeneration and endosseous dental implants. *Int*

- J Periodont Rest Dent 13 : 109, 1993.
32. Becker W, Lekholm U, Dahlin C, Becker BE, dnath K : The effect of clinical loading on bone regenerated by GTAM barriers : A study in dogs. Int J Oral Maxillofac Implants 9 : 305, 1994.
 33. Becker W, Becker BE, Handelsman M, Ochsenein C, albrektsson T : Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets : A study in dogs. J Periodontol 62 : 703, 1991.
 34. Simion M, Dahlin C, Trisi P, Piatelli A : Qualitative and quantitative comparative study on different filling materials used in bone tissue regeneration : A controlled clinical study. Int J Periodont Rest Dent 14 : 199, 1994.
 35. Becker W, Lynch SE, Lekholm U, Becker BE, Caffesse R, Donath K, Sanchez R : A comparison of three methods for promoting bone formation around implant placed into immediate extraction sockets : ePTFE membrane alone, or with either PDGF and IGF-1, or EFDB. J Periodontol 63 : 929, 1992.
 36. Anneroth G, Hedstr m KG, Kjellman O, K ndell P-A, Nordenram A : Endosseus titanium implants in extrqaction sockets. Int J Oral Surg 14 : 50, 1985.
 37. Babbush CA : Titanium plasma splay screw implant system for reconstruction of the edentulous mandible. Dent Clin North Am 30 : 177, 1986.
 38. Ducheyne P, de Meester P, Aernoudt E, Martens M, Mulier JC : Influence of a functional dynamic loading on boe ingrowth into surface proes of orthopedic implants. J Biomed Mater Res 11 : 811, 1977.
 39. Block MS, Finger ZM, Fontenot MG, Kent JN : Loaded hydroxyl apatite coated and grit-blasted titanium implants in dogs. Int J Oral Maxillofac Implants 4 : 219, 1989.
 40. Urist MR : Bone : Formation by autoinduction. Science 150 : 893, 1965.
 41. Koskinen EVS, Ryöppy SA, Lindholm TS : Osteoinduction and osteogenesis in implants of allogenic bone matrix. Clin Orthop 87 : 116, 1972.
 42. 김 영조, 엄 인웅, 이 동근, 김 수남 : 냉동건조 탈회골편의 치유과정에 관한 조직학적 연구. 대한구강악안면외과학회지 19 : 79, 1993.
 43. Isaksson S, Alberius P : Comparison of reenerative capacity elicited by demineralized bone matrix of different embryonic origin. Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery 20 : 73, 1992.
 44. Nyman S, Karring T : Regeneration of surgically removed buccal alveolar bone in dogs. J Periodont Res 14 : 86, 1979.
 45. Nyman S, Lindhe, J, Karring T, Rylander H : New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. J Clin Periodontal 9 : 290, 1982b.
 46. Schmin J, Hämmerle CHF, Olah AJ, Lang NP : Membrane permeability is unnecessary for guided generation of new bone. Clin Oral Implant Res 5 : 125, 1994.
 47. Salama H, Rigotti F, Gianserra R, Seibert J : The utilization of rubber dam as a barrier membrane for the simultaneous treatment of multiple periodontal defects by the biologic principle of guided tissue regeneration : Case reports. Int J Periodont Rest Dent 14 : 17, 1994.
 48. Cortellini P, Prato GP : Guided tissue regeneration with a rubber dam : A five-case report. Int J periodont Rest Dent 14 : 9, 1994.
 49. Nevins M, Melloning JT : Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implants : A combination of allograft and the Gore-Tex membrane. Int J Periodont Rest Dent 12 : 97, 1992.
 50. Landsberg CJ, Grosskopf A, Weinreb M : Clinical

- and biologic observations of DFDB allografts in augmentation procedures around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9 : 506, 1994.
51. Novaes AB Jr, Novaes AB : IMZ implants placed into extraction sockets in association with membrane therapy (Gengiflex) and porous hydroxyapatite : A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7 : 536, 1992.
 52. Selvig K, Nilveus R, Fitzmorris L, Kersten B, Khorsandi SS : Scanning electron microscopic observation of cell population and bacterial contamination of membranes used for guided periodontal tissue regeneration in humans. *J Periodontol* 61 : 515, 1990.
 53. Nevins M, Mellonig JT : The advantages of localized ridge augmentation prior to implant placement : A staged event. *Int J Periodont Rest Dent* 14 : 97, 1994.
 54. Simion M, Trisi P, Piattelli A : Vertical ridge augmentation using a membrane technique associated with osseointegrated implants. *Int J Periodont Rest Dent* 14 : 497, 1994.
 55. Jovanovic SA, Schenk RK, Orsini M, Kenny EB : Supracrestal bone formation around dental implants : An experimental dog study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10 : 23, 1995.
 56. Becker W, Schenk R, Higuchi K, Lekholm U, Becker BE : Variations in bone regeneration adjacent to implants augmented with barrier freeze-dried bone or autologous grafts : A study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10 : 143, 1995.
 57. Palmer RM, Floyl PD, Palmer PJ, Smith BJ, Johansson CB, Albrektsson T : Healing of implant dehiscence defects with and without expanded polytetrafluoroethylene membranes : A controlled clinical and histological study. *Clin Oral Implants Res* 5 : 98, 1994.
 58. Tolman DE, Keller EE : Endosseous implant placement immediately following dental extraction and alveoloplasty : Preliminary report with 6-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6 : 24, 1991.
 59. Ettinger RL, Spivey JD, Han DH, Koobusch GF : Measurement of the interface between bone and immediate endosseous implants : A pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8 : 420, 1993.
 60. Yukna RA : Clinical comparison of hydroxyapatite-coated titanium dental implants placed in fresh extraction sockets and healed sites. *J Periodontol* 62 : 468, 1991.
 61. Wilso Jr TG : Guided tissue regeneration around dental implants in immediate and recent extraction sites : Initial observation. *Int J Periodont Rest Dent* 12 : 185, 1992.
 62. Werbitt MJ, Goldberg PV : The immediate implant : Bone preservation and bone regeneration. *Int J Periodont Rest Dent* 12 : 207, 1992.
 63. Gelb DA : Immediate implant surgery : Three-year retrospective evaluation of 50 consecutive cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8 : 388, 1993.
 64. Becker W, Dahlin C, Becker BE, Lekholm U, van Steenberghe D, Higuchi K, Kultje C : The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets : A prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9 : 31, 1994.
 65. Gher ME, Quintero G, Sandifer JB, Tabacco M, Richardson AC : Combined dental implant and guided tissue regeneration therapy in humans. *Int J Periodont Rest Dent* 14 : 333, 1994.
 66. Rominger JW, Triplett RG : The use of guided tissue regeneration to improve implant osseointegration. *J Oral Maxillofac Surg* 52 : 106,

- 1994.
67. Uyeda GT, Vernino AR, Brand JW : Combination tretment using decalcified freeze-dried bone allograft with guided tissue regeneration in human periodontal defects : Two case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 14 : 355, 1994.
 68. Anderegg CR, Martin SJ, Gray JL, Mellonig JT, Gher ME : Clinical evaluation of the use of decalcified freeze-dried bone allograft with guided tissue regeneration in the treatment of molar furction invasions. *J Periodontol* 62 : 264, 1991.
 69. 류 선열, 신 형철, 김 선현, 김 백운 : 연골성 및 막성 탈회골기질과 탈회상아질기질에 의한 골유도 과정에 대한 연구. *대한구강악안면외과학회지* 21(2) : 156, 1995.
 70. Nowzari H, Solts J : Microbiologic and clinical study of polytetrafluoroethylene membranes for guided bone regeneration around implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10 : 67, 1995.
 71. Buser D, Brangger U, Lang NP, Nyman S : Regeneration and enlargemetn of Jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin oral Impl Res* 1 : 22, 1990.
 72. Dahlin C, Lekholm U, Becker W, Becker B, Higuchi K, Callens A, van steenberghe D : Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral implants using the guided tissue regeneration technique : A prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10 : 312, 1995.
 73. Kraut RA, J, McCullen A : Biomechanical analysis of osseointegration of IMZ implants in goat mandibles and maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6 : 187, 1991.
 74. Carlsson L, R stlund T, Albrektsson B, Albrektsson T : Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 3 : 21, 1988.
 75. Carr AB, Larsen PE, Papazoglou E, McGlumphy E : Reverse torque failure of Screw-shaped implants in baboons : Baseline data for abutment torque application. *Int J Oral Maxillofac Implants* 10 : 167, 1995.
 76. Block MS, Delgado A, Fontenot MG : The effect of diameter and length of hydroxyapatite-coated dental implants on ultimate pullout force in dog alveolar bone. *J Oral Maxillofac Surg* 48 : 174, 1990.

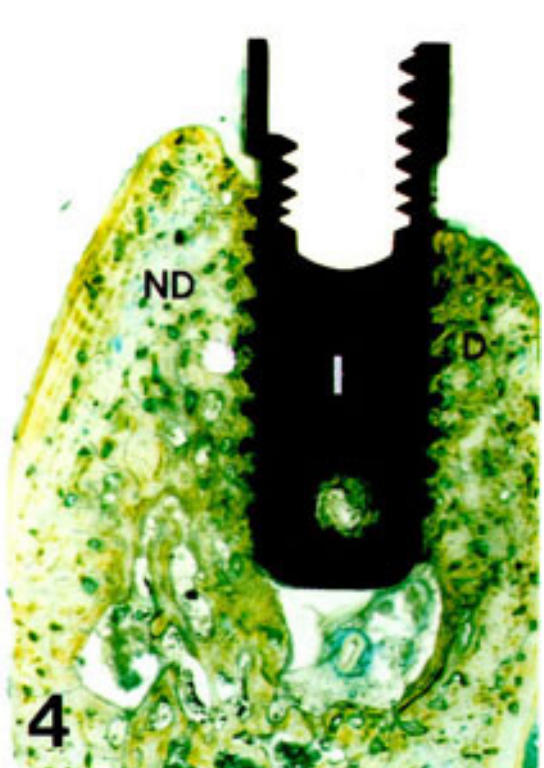
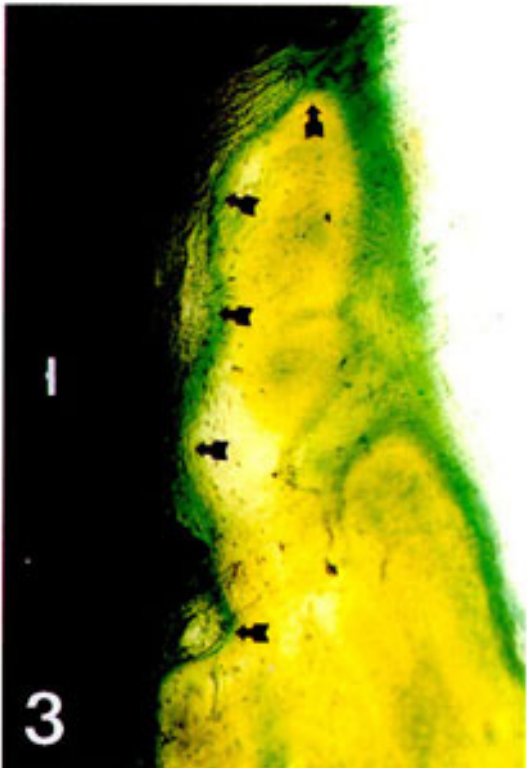
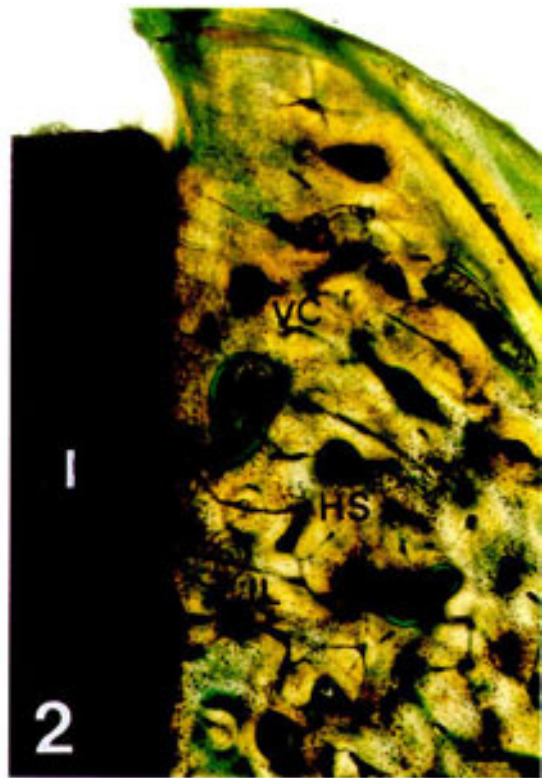
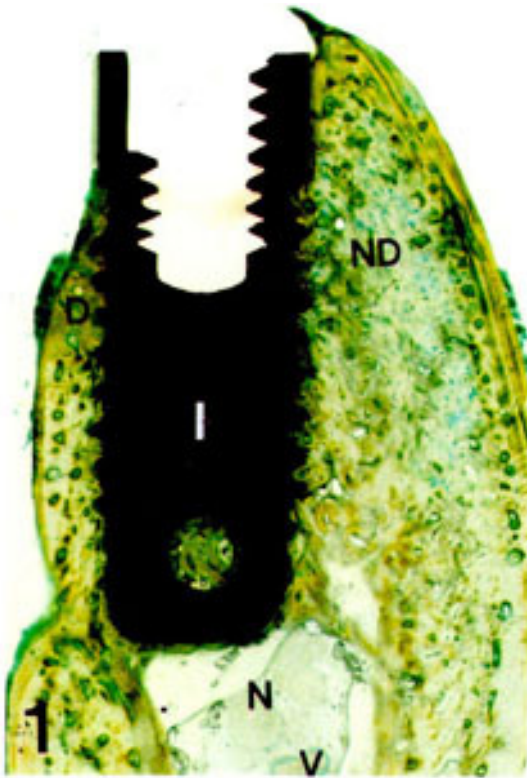
Explanation of figures

〈 Ground Section : Light microscopic examination 〉

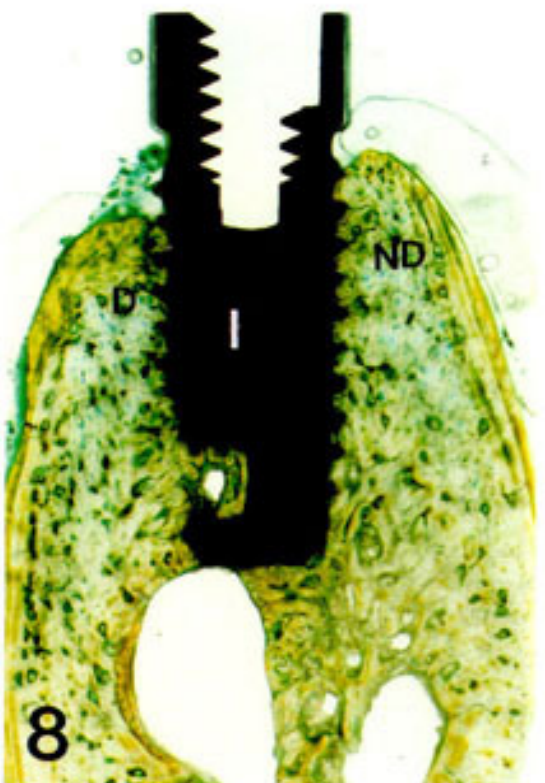
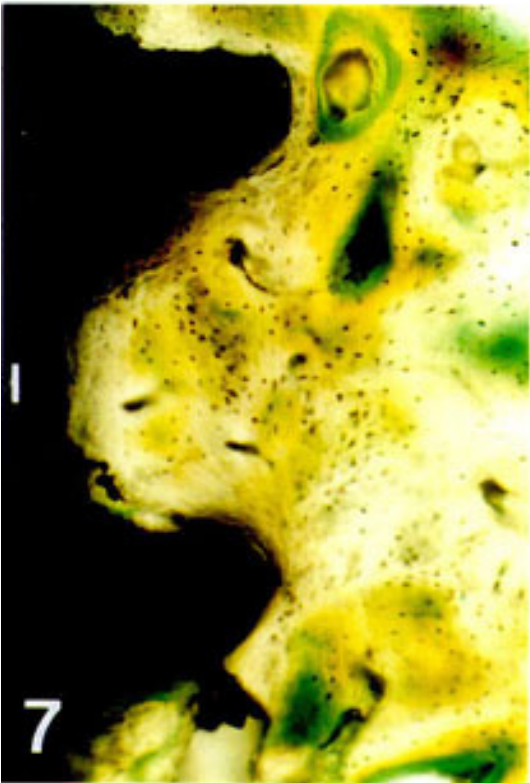
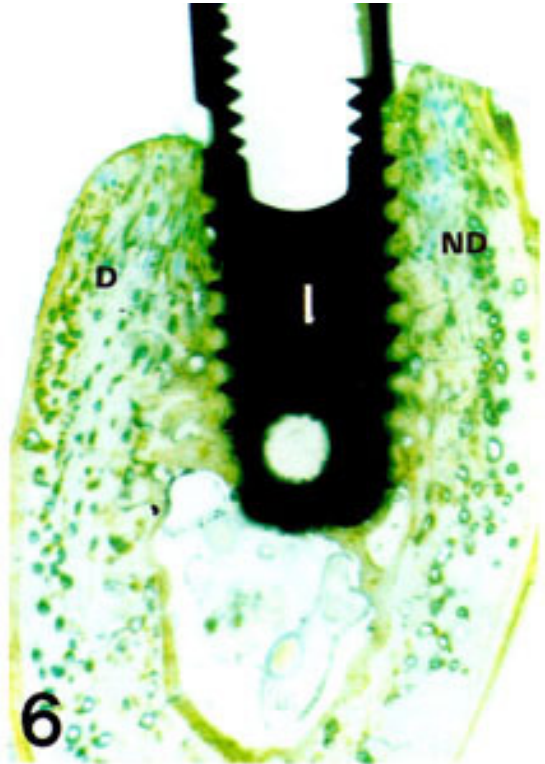
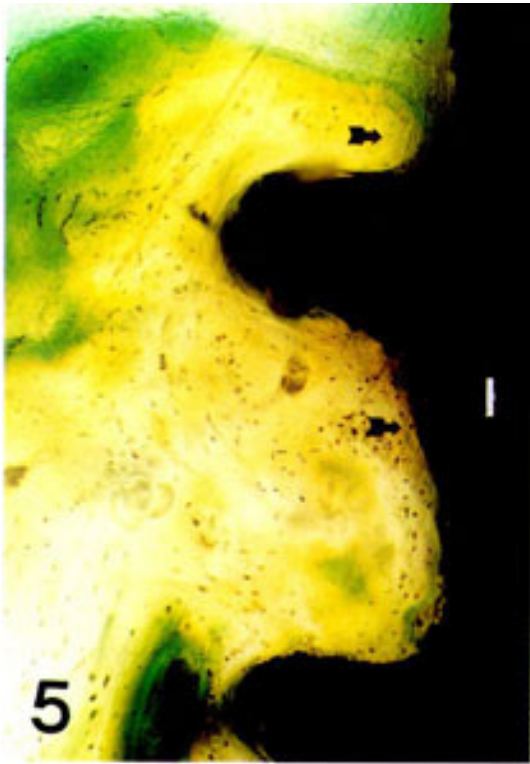
- Photo. 1. The implant(I) is well inserted into alveolar socket. The alveolar socket is completely healed by compact bone mostly. The alveolar crest of artificial defect area(D) is so much resorbed that the crest is thinner and positioned lower than that of non-defect area(ND). In the hole of the implant bony tissue is filled to be osseointegrated. Inferior alveolar nerve(N) and vessel(V) is also seen in the alveolar canal. X8, Villanueva stain, control
- Photo. 2. Higher magnification for the non-defect area in Fig.1. The implant(I) is well osseointegrated to the healed alveolar bone. The bone shows well developed lamellated structure which has many secondary osteon(Haversian system, HS), Volkman's canal(VC) and interstitial lamellae(IL). The endosteum which lines the Haversian canal is stained blue. x70, control
- Photo. 3. Higher magnification of the defect area in Fig. 1. The gap is formed between the implant(I) and the alveolar crest of bone. In the gap the fibrous tissue(arrows) stained blue covers the implant side of the alveolar bone. The crest is thin and does not show well developed lamellar structure. x70, control
- Photo. 4. The implant(I) is well inserted into the alveolar socket, which is healed mature alveolar bone. The defect side of the alveolar crest(D) is thinner than that of non-defect side(ND), but thicker than that of control seen in Fig.1. x8, D group
- Photo. 5. Higher magnification of the defect area shows that the alveolar bone is well osseointegrated to the implant(I) except some localized fibrous tissue area(arrows). x70, D group
- Photo. 6. The implant(I) is well inserted into the completely healed alveolar socket. The alveolar bone of the defect side(D) is thicker than that of control in Fig.1. The bone regenerates through the hole, which helps osseointegration. The difference in height between the defect side and the non-defect side(ND) is relatively more than that in D group. x8, G group
- Photo. 7. Higher magnification of the defect area shows that the alveolar bone is completely osseointegrated to the length of the implant surface(I) without any fibrous intervention. x70, G group

- Photo. 8. The implant(I) is well inserted into the alveolar socket which shows complete regeneration and thick outer circumferential lamellae. The defect side of the bone is so well regenerated that the difference in height in the defect(D) and non-defect(ND) side is less than those is any other group. x8, D+G group
- Photo. 9. Higher magnification of the defect area shows good osseointegration to the implant surface(I). x70, D+G group
- Photo. 10. The alveolar bone has much bone marrow space and the exposed surface which contact the implant surface shows bony processes and marrow fibrous tissues partly. x70, Defect area, control
- Photo. 11. The surface of alveolar bone and it's marrow are seen. A little marrow tissue is exposed to the surface. The EFEB particles are resorbed completely not to be seen. x70, Defect area, D group
- Photo. 12. Most of the surface of the alveolar bone contacts the implant surface without fibrous tissue intervention. x70, Defect area, G group
- Photo. 13. The finding is similar to that of G group. x70, Defect area, D+G group
- Photo. 14. Yellow fluorescence by tetracycline, green by calcein and red by alizalin red are coexist in regenerated alveolar bone. Red and yellow fluorescence prevail in the field, especially around the Haversian system, which means that active remodelling process are taking place. Red fluorescent band and localized green fluorescence also seen near the implant surface(I). X170, Defect area, control
- Photo. 15. Similar fluorescence to the control is seen. Red fluorescence seems to the less than that of control. I : Implant, x170, Defect area, D group
- Photo. 16. Similar fluorescence to the control is seen. Red fluorescence seems to be prevail as in the case of control group. I : Implant, x170, Defect area, G group
- Photo. 17. Similar fluorescence to the control is noted. Red fluorescence is noted around the implant surface(I). X170, Defect area, D+G group

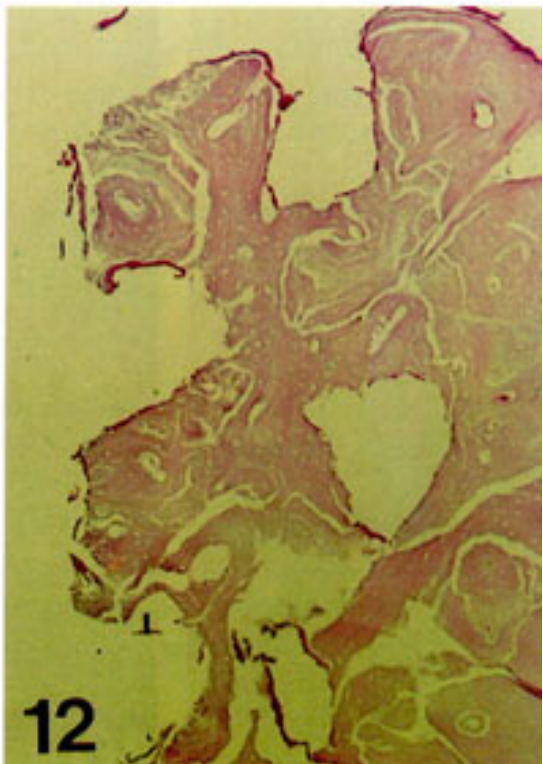
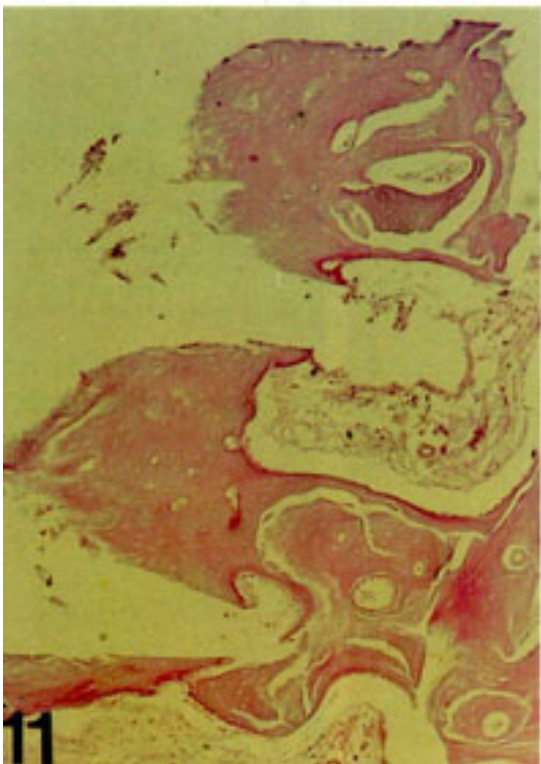
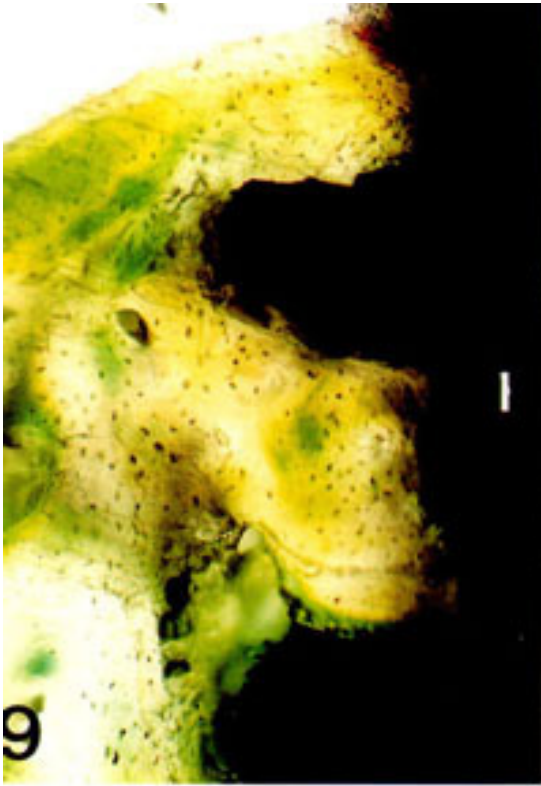
논문사진부도 (1)



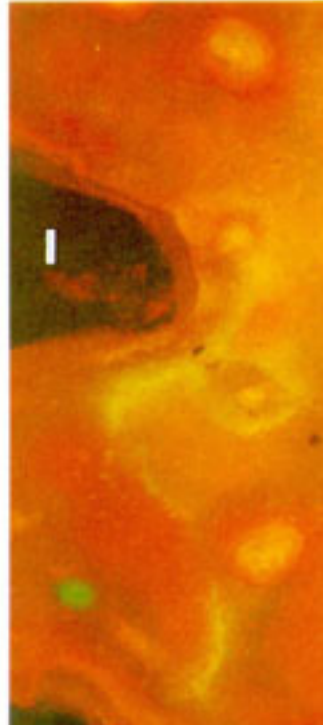
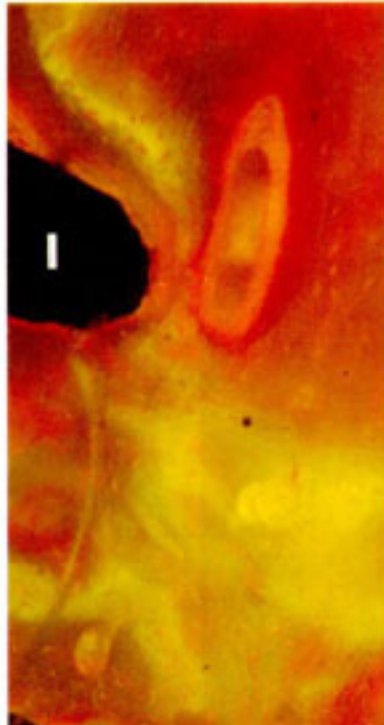
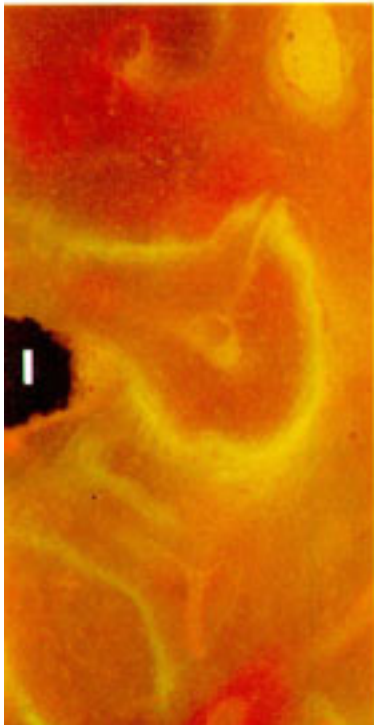
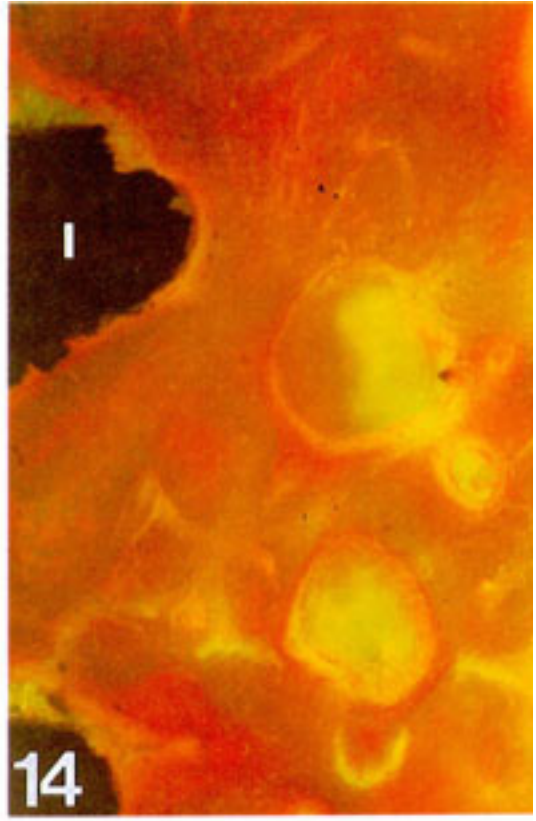
논문사진부도 (2)



논문사진부도 (3)



논문사진부도 (4)



=Abstract=

EFFECT OF DFDB AND GTAM BARRIERS ON BONE REGENERATION AROUND IMMEDIATE IMPLANTS PLACED IN SURGICALLY DEFECTIVE SOCKET

Hyeong-Soo Kim, Hong-So Yang, D. D. S, Ph.D

Dept of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University

Dental implant may be immediately placed in postextraction socket which has alveolar bone defect. The purpose of this study was to compare the bone regeneration and bone quality around defects adjacent to implants that were placed into extraction sockets according to EFEB, GTAM barrier and GTAM barrier with DFDB.

Mandibular P2, P3 and P4 were extracted bilaterally in dogs, and buccal defects were created about 4mm in depth and 3.3mm in width. Screwed pure titanium implants, 3.8mm in diameter and 10mm in length, were placed into the extraction sockets. The experimental groups were divided into four groups : the G group was covered with a GTAM barrier on the defective area, the D+G group was filled with DFEB and covered with a GTAM barrier, the D group was filled with DFDB only and the control group was sutured without any special treatment on the defective area.

The experimental animals were killed after 12 weeks and specimens were prepared for light microscopic evaluation and fluorescent dyes were administered daily for 2 weeks after implantation, and injected on the 4th and 11th week for fluorescent microscopic examination to observe new bone formation and bone remodeling.

The new Bone height of the buccal defect was measured and compared with the another for bone gain and the removal torque for the implant was measured for the comparison of bone density and bone-implant osseointegration.

Results obtained were as follows :

1. Experimental groups showed bone regeneration in order from D+G, G, D group and control. D+G and G group was significantly from D group and control($P<0.01$).
2. In the defective area of control the regenerated alveolar bone showed poorly developed lamellated structure and fibrous tissue intervention into the bone-implant interface but the

others showed well developed lamellated structure and osseointegration.

3. All implant groups showed no significant difference in the removal torque for implant($P>0.05$)

These results suggest that immediate implants placed in defective sockets were successfully osseointegrated and utilizing placed in defective sockets were successfully osseointegrated and utilizing not only the combination of GTAM and DFDB but also only the GTAM was favorable for the predictable regeneration of the defective area.