

# 골유착성 인공치근 매식술과 관련된 탈회시킨 동종골 분말을 사용한 골재생유도술\*

단국대학교 치과대학  
임장준<sup>\*1</sup>, 김경옥<sup>\*2</sup>

## I. 서론

골유착성 인공치근 매식술은 술전에 진단된 약 6mm의 최소 넓이를 갖는 치조골내로 치근 형태의 매식체를 삽입하여 치근 매식체가 주위 치조골과 직접 유착되게 한 후, 그 상부에 구강연조직을 관통하는 구조물을 위치시키고, 마지막으로 치관부를 수복하는 술식으로서, 처음의 두단계는 외과적 치료에 해당하고, 마지막 단계는 보철적 치료에 해당한다. 그간의 임상 연구는 골유착성 치근 매식체가 고정성과 가철성 보철물을 성공적으로 유지해 줄 수 있고, 주위의 지지조직은 오랜 시간동안 건강한 임상적 상태를 유지할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 그러나 골의 양이 불충분하여 매식체 표면이 노출되며 단단한 주위 골조직에 의한 지지도 및 안정성이 상실됨으로 말미암아 임상적 성공을 낮추게 될 것이다. 골유착형 인공치근 매식술과 관련된 치조골의 결손부는 몇가지로 나눌 수 있다.

- 1) 인공치근 매식체 상부 주위 치조골의 골 결손부(crestal defect).
- 2) 인공치근 매식체 상부의 치조골 열개부(dehiscence)

- 3) 매식체를 즉시 매식하기 위한 신선발치와내골 결손부(fresh extraction site).
- 4) 인공치근 매식체 하부 치조골의 순측, 협측 천공부(fenestration).
- 5) 상악동거상술후 형성된 점막하 골결손부(subantal lift graft)
- 6) 인공치근 매식체를 식립하기 위한 치근단 혹은 그 주위의 낭종성 결손부(cyst-cavity).
- 7) 기타 골 결손부

이러한 골 결손부는 인공치근을 외과적으로 매식하는 도중에 발생되거나, 인공치관이 수복된 후 기능이 되면서 치조골의 과도한 교합력과 관련된 역학적인 요소나 미생물에 의한 염증 요소에 의하여 발생된다.

여러가지 형태의 골 결손부위에 대한 처치법으로 전통적으로 자가골이 이식되었으며, 그밖에도 단순 동결건조시킨 동종골이나 동결건조와 탈회 처리한 동종골, 혹은 치밀하거나 다공성인 수산화인회석, tricalcium phosphate와 같은 이물성형물질들이 충전되고 있다. 이렇게 골 결손부위를 채워준다 하더라도 그 예후는 사용된 재료의 성상이나 환자의 국소적, 전신적 상태에 따라 다양하게 나타날 수 있다. 즉 충전시켰던 재료들이 전부 흡수되어 없어지는 경우, 일부는 흡수되고 일부는 결손부위에 남아 있는 경우, 충전 상태는 불활성의 상태로 유지되지만 뼈로서의 제반 역할을 못하는 경우, 충전된 상태를 유지하며 어느 정도 기능을 하고 있으나 완전히 뼈로 재생되지는 않은 경우, 완벽하게

\*본 연재는 구강악안면외과학회 94'추계학술심포지움에서 발표되었음.

<sup>1</sup>구강악안면외과학교실 부교수,

<sup>2</sup>구강악안면외과학교실 주임교수

충전된 상태를 유지하며 궁극적으로 숙주의 뼈로 재생되어 있는 경우 등이다. 따라서 임상가들은 각각의 증례 및 환자의 상태에 따라 완벽한 골재생을 시키기에 가장 적절한 재료와 외과적 술식을 선택하여 그 예후가 최상이 되도록 노력해야 한다.

## II. 동종 탈회골 분말의 치유기전 및 임상적 이용

자가골은 이식골 표면에 살아있는 조골세포의 직접적인 골 형성(osteogenesis)과 골 형성 단백질(bone morphogenetic protein)의 골유도작용(osteinduction) 등에 의한 능동적인 골 형성, 그리고 골전도 작용(osteochondduction, creeping substitution)에 의한 수동적인 골 형성이 되고, 면역거부 반응이 없으므로 골 재형성시 가장 좋은 재료이다. 자가골을 이식하기 위해서는 채취시 외과적인 전문기술이 필요하고, 대부분의 경우 전신마취를 요하게 된다. 따라서 많은 시설과 비용을 요하게 되며, 공여부의 병적 상태가 야기되는 것은 이 기술의 피할 수 없는 단점이다. 이러한 단점들을 피하기 위해 자가골의 대치 재료로서 동종골을 사용하기 위한 많은 실험 및 임상 보고들이 있다. Gross 등은 구강내 치주결손부가 있는 27명의 35부위에 20명에는 냉동시킨 동종골을 사용하고, 3명에는 자가골을, 4명에게는 이종골을 사용하여 매우 만족스러운 경우가 11례, 비교적 만족스러운 경우가 11례라고 보고하였고, Kroemer는 30부위의 골결손부중 27부위에는 동종골을, 2부위에는 자가골을, 1부에는 혼합하여 채운 결과 23 부위에서 치주낭의 깊이가 3mm이하의 결과를 얻었다고 보고하였다. Schallhorn과 Hiatt는 자가 장골, 동종 장골, 그리고 구강내 악골에서 얻은 자가골들을 사용한 후의 예후를 관찰하고 자가 장골의 예후가 가장 좋았으나 다른 두가지의 예후도 비슷하였다고 보고하였다. 이상에서 사용되었던 냉동하거나 동결건조시킨 동종골은 수동적인 골전도 작용만이 나타나며, 이식골내에 살아있는 조골세포에 의한 신생골 형성이나

골형성 단백질에 의한 골유도작용과 같은 능동적인 골 재형성은 기대하기가 어렵다.

능동적인 골 형성을 할 수 있는 재료는 자가골 이외에도 골유도작용(osteinduction)을 할 수 있는 탈회시킨 동종골이 알려져 있다. Urist는 탈회골을 비골격성 조직내에 매식한 결과 신생골이 유도되었다고 보고하였고, Reddi와 Huggins는 백서에서 탈회골에 의해 연골성 골화가 유도되는 일련의 현상에 대해 보고하였으며, Hosney와 Sharawy는 탈회골의 저장 온도는 신생골 형성에 별 영향을 주지 않는다는 보고를 하였다. 이 재료는 조직은행에서 공급이 되므로 시술시 전신마취가 필요없다. 인공치아를 시술받고자 하는 환자들은 일반 보철 환자가 대부분으로 일반적으로 복잡하고 어려운 시술을 회피한다. 따라서 동결건조 및 탈회시킨 동종골은 인공치근 매식체 주위의 부족한 골을 재생시키고자 하는 경우, 자가골을 대치할 수 있는 가장 좋은 재료라고 볼 수 있다.

단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실에서는 주임교수 김경옥 등의 지도하에 탈회시킨 동종골의 치유기전을 알아보기 위하여 단국대학교 부설 생체재료연구소에서 85마이크론 이상 1000마이크론 이하의 크기로 다양하게 제작한 동결건조 및 0.5N HCl을 이용하여 탈회시킨 백서, 가토, 성견의 동종골 분말들을 사용한 일련의 동물실험들을 시행하였다. 그 결과 유도된 조골세포 및 조연골세포에 의한 신생 미성숙 교직골의 형성은 7일군에서부터, 골내 혈관화는 3일군에서부터 관찰되었고, 이식골편 주위의 골흡수상은 2주일군에서부터 관찰되었으며, 4주일에서 이미 판상의 층판골로 성숙되는 부위들이 관찰되어, 제조된 탈회골 분말의 조기 혈관화와 골유도작용에 의한 신생골 형성 및 성숙골로의 이행 현상을 확인할 수 있었다(사진 1, 사진 2, 사진 3).

인공치근 매식체 주위의 골 결손부는 대부분 그 양이 작다. 결손부가 작은 공간이므로 큰 덩어리의 형태는 사용할 수가 없으므로 분말형의 골이식 재료들을 채워줌으로 소기의 성과를 얻고 있다. Glowacki 등은 분말의 크기가 작을수

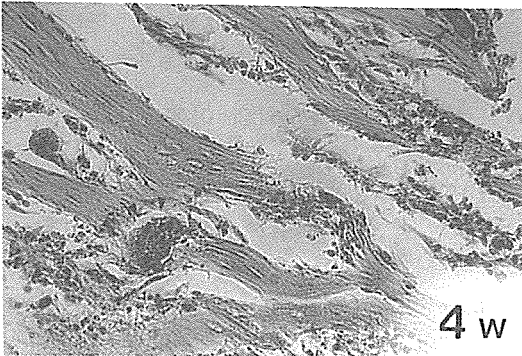


사진 1. 가토의 근육내에 동결건조 및 탈회시킨 동종 꿀 분말을 매식하고 4주가 경과한 후의 조직 소견. 골수의 형성과 함께 파골세포로 여겨지는 다핵세포(화살표)가 관찰된다.

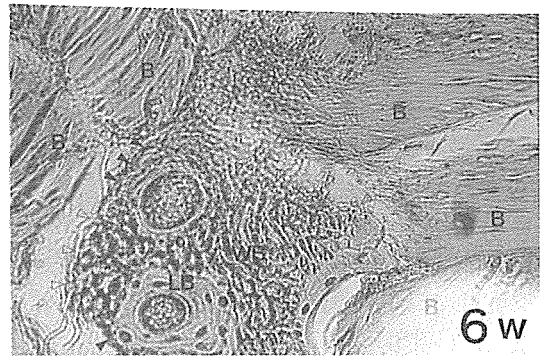


사진 2. 가토의 근육내에 농결건소 및 탈회시킨 동종 꿀 분말(DBP)을 매식하고 6주가 경과한 후의 조직소견. 초기에 형성된 교직골(woven bone)이 층판골(laminated bone, 화살표)로 성숙되는 것이 관찰된다.

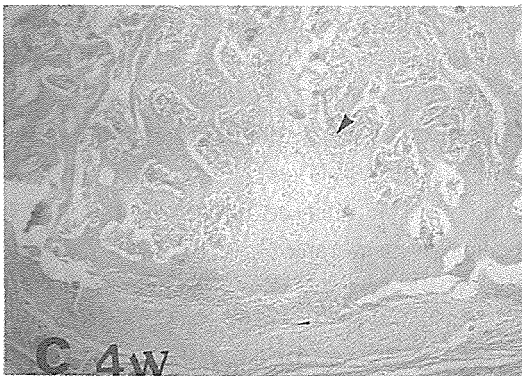


사진 3. 가토의 약골내에 DBP를 매식하고 4주가 경과한 후의 조직소견. 연골(화살표)의 형성과 그 주위의 신생 골조직들이 관찰된다.

록 골 형성에 유리하다는 보고하였으며, Zaner와 Yukna는 치주 골결손부에 골이식재료를 충전할 경우 300 내지 500마이크론 범위가 좋을 것으로 보고하였다. 한편 Fucini 등은 임상적으로 250-500 마이크론의 골분말을 채운 경우가 850-1000 마이크론의 분말을 채운 경우보다 다소 골이 많이 채워졌지만 통계적으로 유의성이 있는 양은 아니었다고 보고하였다.

### III. 인간의 동종 저장골의 안전한 사용

역사적으로 동종골의 이용을 위한 근대적인 골 저장술은 2차대전을 거쳐 한국전쟁 도중에 실질적으로 발전하게 되었다. 빈번하게 발생하는 전상 환자의 골 재건시 자가골은 미처 수료를 충족할 수 없었고, 따라서 심각한 질병이 없이 막 사망한 다른 사람의 뼈를 이용하게 되어 미해군에 최초로 조직은행이 설립되었다. 필연적으로 신선도와 면역학적 거부현상의 문제가 대두되었으며, 여러가지 화학약물에 의한 처리, 끓이기 등의 시도와 함께 동결 처리가 가장 무난하다는 결론에 도달하게 되었다. 그러나 냉동골을 수술장까지 수송하는데는 한계가 있었으며 무언가 다른 저장법의 필요성이 증대되었다. 이 즈음 식품이나 약품을 동결건조 처리하여 저장하는 기술이 개발되었으며, 이 기술은 자연스럽게 조직은행에서 뼈를 저장하는데 응용하게 되었다.

미해군 조직은행에서는 냉동 건조와 진공포장을 하기 전에 호기성 및 혐기성 세균배양을 하고, 실험 이식하기 바로 전에 멸균유무를 검사하는 방법을 시행하고 있다. 무균상태에서 조직을 채취하여도 기증자의 혈액이나, 채취된 조직들에 대하여 세균 검사를 하여 멸균여부를

확신하여야 한다. 오염되었다고 생각되는 경우에는 Ethylene Oxide 가스 소독이나 방사선 조사를 실시하여야 하고 화학소독제의 경우 잔여 독성에 대한 분석도 실시하여야 한다. Tomford는 골은행에 보존된 동종골 이식할 경우 약 6.9%의 감염율을 보인다고 하였고, 동종골 이식이 자가골 이식보다 약 2배의 감염율을 보인다고 하였다. 그러나 이식 후의 감염이 세균에 의한 것인지, 또는 동종골 자체에 대한 것인지에 대한 확인 작업도 필요하다.

후천성 면역 결핍증(AIDS)이 바이러스에 의해 전염된다고 알려진 이래 미국조직은행협회(AATB)에서는 모든 조직 기증자에 대해 본 질병에 대한 바이러스 검사를 시행하게 규정을 정하였다. 그러나 이 질병의 진단을 위해 검사되는 항체가 형성되기까지는 6개월 가량이 걸리기 때문에 실제 감염이 되었는 데도 검사시에는 음성인 기증자들이 생기게 되었다. 이 문제는 너무나도 심각하였기 때문에 조직은행을 통한 동종골의 이용에 결정적인 타격을 가하게 되었다.

Simons 등은 사망 당시 인간 면역결핍 바이러스1형(Human Immunodeficiency Virus Type 1) 음성이었던 총상환자가 1985년에 기증한 장기들과 조직들이 사용된 환자들을 추적하였던 바, 신장, 심장, 간 등의 신선한 장기를 이식 받은 환자들과, 골수가 제거되지 않은 냉동골을 이식 받은 환자들은 모두 후천성면역결핍증후군에 전염되었으나, 같은 환자가 기증한 골수를 제거한 냉동골, 동결건조 처리한 골, 동결건조 처리한 피부나 대퇴근막같은 연조직, 방사선 조사 및 동결건조 처리한 뇌막, 신선한 각막을 이식 받은 환자들은 전혀 후천성면역결핍증후군에 전염되지 않은 사실을 추적하여 보고하였다. 이것으로 미루어 조직 저장 및 처리시 혈액이 깨끗이 제거되는 경우는 바이러스 감염의 위험이 없을 것으로 추정 사료하였다. 한편 Prewett 등은 면역결핍 바이러스에 감염된 뼈를 탈회시킴으로써 바이러스를 비활성화시킬 수 있다고 보고한 바 있다. 따라서 기증된 인간골의 동결건조 및 탈회 처리가 완벽하게 시행된다면 후천

성면역결핍증후군에 감염될 가능성은 없다고 추정 사료된다.

#### IV. 골재생유도 차단막의 이용

골재생유도술은 조직에서 각각의 세포 요소들이 매식체 주위의 결손부로 이동하는 속도가 다양하다는 가설에 이론적 기초를 둔다. 이때 체액 이동이 가능한 미세한 구멍이 뚫어진 차단막이 섬유성 조직의 침입을 막아주는 데 사용되고 있는 바, 신생 혈병은 상부 조직들의 압력으로부터 차단막에 의하여 보호되고 섬유아세포나 기타 연조직성 세포들이 골 결손부로 들어가는 것이 차단된다. 그후 천천히 이동하는 골 형성 잠재력을 가진 세포들이 골 결손부를 채우게 되어 신생골을 형성하는 것이다. 이것은 원래 Boyne 등이 악골의 재건을 위하여 자가골 입자들을 금속망으로 된 형판 안에 이식할 경우 이식재의 충전을 용이하게 하고 입자들이 금속망 사이로 빠져나가지 않도록 cellulose acetate 막이나 millipore filter막과 같은 차단막(occlusive membrane)을 사용한 증례들과 같은 이론에 근거한다고도 볼 수 있다. 이 방법은 그 후 치주결손부를 치료하기 위한 조직재생유도술(Guided Tissue Regeneration)에 응용되어 치주조직이 진행성으로 소실된 치아들의 부착조직(attachment apparatus)들을 성공적으로 재생시키기 위해 시도되었고, 골 융합이 실패된 매식체나 매식체 주위의 치조골이 열개된 경우, 혹은 그로 인한 연조직의 합병증들의 경우에도 근년에 들어와서 조직재생유도술, 혹은 골재생유도술을 이용한 치료법들이 시도되고 있다.

몇가지 동물실험에서 expanded polytetrafluorethylene(e-PTFE, 고어텍스) 막을 이용한 방법은 다양한 형태의 골 결손부의 완전한 골 재생을 나타내는 성공적인 결과가 보고되었고, 이 방법을 환자에게 적용한 결과 비교적 우수한 결과들이 보고되었다. 동물연구에서 골재생유도술의 원리는 매식체 주위의 골 형성을 강화시키고 외골격 연조직세포의 침투를 방지하기 위해 사용되어져 왔다. Dahlin 등은 가토의

대퇴골에 매식된 인공치근 매식체 주위에 형성된 골 열개부에 e-PTFE 막을 적용하여 신생골을 재생시켰다고 보고하였고, Becker 등은 개에서 인공치근 매식체 주위에 형성된 골 열개부에 e-PTFE 막을 적용하여 신생골을 재생시켰다고 보고하였다. 1990년 Jovanovic 등은 매식체 주위의 골이 결손된 35부위에 이 술식을 적용하여 완전히 골이 재생된 경우가 26례, 50% 이상의 골이 재생된 경우가 7례였다고 보고하였고, Becker 등은 이 술식을 발치후 즉시 인공치근 매식시 적용한 경우 18주 후의 골 재생량을 막을 사용하지 않은 대조군과 비교하였고, Lazzara도 피판을 criss-cross 봉합 방법을 이용해 긴장이 없이 봉합하여 e-PTFE 막을 덮는 술식의 소개와 함께 발치후 즉시 매식체를 삽입하는 경우의 여러가지 장점에 대해 보고한 바 있다.

골재생 유도를 위하여 사용되는 차단막은 골이식 재료와 함께 이용함으로써 보다 확실한 결과를 얻을 수 있다. e-PTFE 막은 흡수되지 않아 이차수술에 의해 제거해야 하고 미생물에 감염되는 경우 예후에 심각한 영향을 줄 수 있기 때문에, 흡수성 차단막의 사용 가능성에 대해서도 연구 보고되었다. 임과 김은 탈회골 분말을 매식체 주위의 결손부에 충전시키고 매식체 표면과 골결손부위로 연조직 세포들이 이동하는 것을 방지하기 위한 차단막으로서 탈회시켜 부드러운 흡수가 가능한 얇은 동종 피질골, 동결건조시킨 태퇴근막, 또는 소에서 분리추출한 이종의 교원질막을 사용하여 전체 93부위에 골재생유도술을 시도한 결과 90부위에서 만족할만한 결과를 얻었다(표1-표4). 임과 김은 사용된 차단막 재료들은 흡수되어 없어지므로 조기에 골형성을 유도하기 위하여 매식체 표면과 골결손부에 조골세포들이 저절로 이동되기를 기다리기보다는 능동적으로 골유도작용을 하는 충전재를 채우는 것이 좋을 것이라고 착안하였고, 시술시 동종의 탈회골 분말을 결손부에 매식함으로써 골유도작용에 의해 매식체 주변의 골 결손부에 골을 형성할 수 있는 조골세포들이 조기에 이동될 수 있도록 하였다(사

진4-10).

표 1. 2차수술시 신생골 형성량의 각 증례별 분류

	Complete	Partial (≥50%)	Failed (50%)
Crestal bone defect	33	6	2
Dehiscence	5	-	-
Fenestration	6	-	-
Fresh ext. site	4	1	1
Subantral lift area	7	-	-
Other periimplant defect	23	-	-
Cyst cavity	5	-	-
Total	83	7	3

성공률 : 96.7%

표 2. 시술부위의 해부학적인 분류

Mn.	Ant.	12	49	93
	Post.	37		
Mx.	Ant.	33	44	
	Post.	11		

표 3. 시술된 골이식재료의 분류

DBP	77
DBP+HA	9
자가골+DBP	7

표 4. 시술된 흡수성 차단막의 분류

Laminated bone	2
Collagen membrane	63
Fascia lata	28



사진 4. 상악동 거상술후 골판이 상악동 내로 밀어올려진 모습. 3개의 인공 치근을 즉시 매식하고 DBP와 흡수성 수산화인회석 분말을 채운 후 통합하였다.

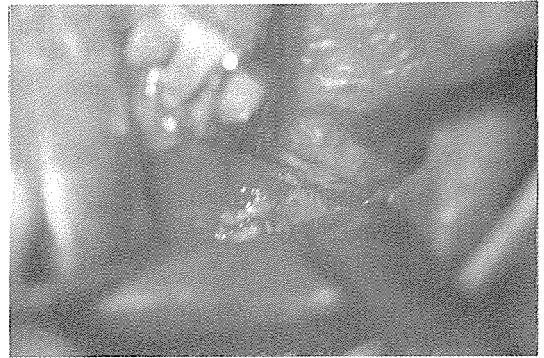


사진 7. 제1소구치 발치하고 2년이 지난 후 발치와에 신경종이 형성되어 있다.



사진 5. 6개월후 2차수술시의 사진. 상악동 거상후 골 결손부위에 신생골 형성이 잘 되었다.



사진 8. 신경종을 완전히 제거한 후 인공치근(HA-coated)을 즉시 매식하였다. 매식체 주위에 광범위한 골결손부가 관찰된다.

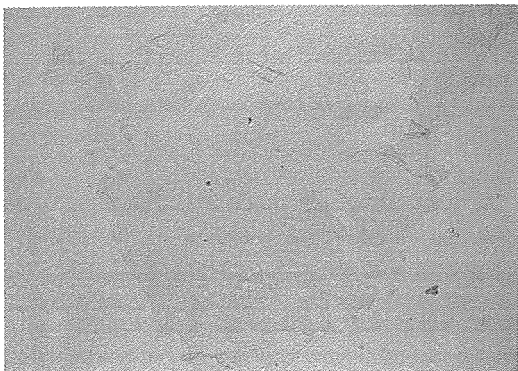


사진 6. 신생골 형성 부위의 조직 소견. 성숙골이 70% 이상 형성되어 있고 골 및 골수 내에 잔존된 수산화인회석 분말이 관찰된다.

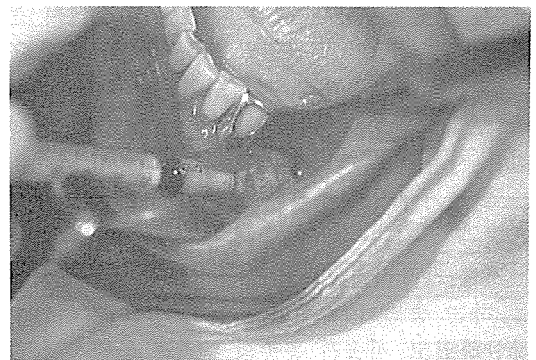


사진 9. 골결손부에 DBP를 채우고 있는 모습.

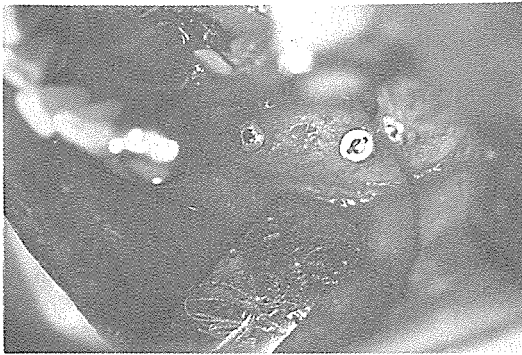


사진 10. 6개월 후 2차수술시의 수술 소견. 매식체 주위 골 결손부에 신생골이 잘 형성되었다.

## V. 요약

골유착성 인공치근을 외과적으로 매식하는 도중이나, 인공치관이 수복된 후 과도한 교합력, 혹은 미생물에 의한 감염 등에 의하여 매식체 주위에 골 결손부가 야기될 수 있다. 이러한 매식체 주위 치조골의 부족은 매식체의 성공 여부에 영향을 미칠 수 있으므로 적절한 방법을 이용하여 부족한 골을 재생시켜야 하는데, 이때 동결건조 및 탈회시킨 동종골 분말의 충전과 함께 차단막을 이용하는 것이 좋다. 차단막으로는 e-PTFE 막이나 흡수가 되는 동종의 대퇴근막 혹은 교원질막을 이용할 수 있다.

## REFERENCES

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark P-I: A 15-year study of osseointegrated dental implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 10:87,1981
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, et al.: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 15:39-53,1986
3. Albrektsson T: A multicenter report on osseointegrated oral implants. *J Prosthet Dent*, 60:75-84,1988
4. Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engvall S, Engquist B, Eriksson AR, et al.: Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Novelpharma implants. *J Periodontol*, 59:287-296,1988
5. Becker W, Becker B, Berg L, Prichard J, Caffesse R, et al.: New attachment after treatment with root isolation procedures: Report for treatment with class 3 and class 2 furcations and vertical osseous defects. *Int J Periodont Rest Dent*, 3:2,1988
6. Becker W, Becker BE, Handelsman M, Celletti R, et al.: Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: A pilot study in dogs. *Int Periodont Rest Dent*, 10:93,1990
7. Branemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, et al.: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 11(suppl 16),1977
8. Choi P, Oyen O, Bissada N: Guided tissue regeneration and bone formation around endosseous dental implants. *J Dent Res*, 68:264,1989
9. Cortellini P, Pini Prato G, Baldi C, Clauser C: Guided tissue reegeneration with different materials. *Int J Periodont Rest Dent*, 10:137,1990
10. Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Linde A, et al.: Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 4:19,1989
11. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S: Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg*, 5:672,1989
12. Dahlin C, Gorrilow J, Linde A, Nyman S: Healing of maxillary and mandibular bone defect using a membrane technique. *J Dent Res*, 68:914,1989
13. Gammage DD, Parham JR, Charies M, et al.: Clinical management of failing implants: Four case reports. *J Oral Implant*, 15:24,1989
14. Gottlow J, Nyman S, Lindhe J, Karring R, Wennstrom J: New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration: Case reports. *J Periodontol*, 13:604,1986
15. Hosney M, Sharawy M: Osteoinduction in Rhesus monkeys using demineralized bone powder allografts. *J Oral Maxillofac Surg*, 43:837,1985
16. Jovanovic SA, Spiekermann H, Richter E-J, Koseoglu M: Guided tissue regeneration around titanium dental implant: in "Tissue Integration in Oral, Orthopedic & Maxillofacial Reconstruction", Proceedings of the Second International Congress on Tissue Integration in Oral, Orthopedic, and Maxillofacial Reconstruction,

- 
- 1990, Mayo Medical Center, Quintessence Books, Illinois, p208,1992
17. Lazzara R: Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodont Rest Dent*, 9:333,1989
  18. Newman MG, and Flemming TF : Periodontal considerations of implants and implant-associated microbiota. *J Dent Educ*, 52:737,1988
  19. Nyman S, Lang N, Buser D, Bragger U: Bone regeneration adjacent to titanium dental implant using guided tissue regeneration: A report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 5:9,1990
  20. Nyman S, Lindhe J, Karring T, Rylander H: New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. *J Clin Periodontol*, 9:290,1982
  21. Philip L, Parham JR, Charles M, et al.: Effects of an airpowder abrasive system on plasma-sprayed titanium implant surfaces: An in-vitro evaluation. *J Oral Implant* 15:78,1989
  22. Pontoriero R, Lindhe J, Nyman S, Karring T, et al.: Guided tissue regeneration in degree 2 furcation involved mandibular molars. *J Clin Periodontol*, 15: 247, 1988
  23. Reddi AM, Huggins C: Biomechanical sequences in the transformation of normal fibroblasts in adolescent rats. *Proc Natl Acad Sci USA*, 69:1601,1972
  24. Seibert J, Nyman S: Localized ridge augmentation in dogs incorporating the principle of guided tissue regeneration. *J Periodontol*, 61:157,1990
  25. Simonds RJ, Holmberg SD, Hurwitz RL, et al.: Transmission of human immunodeficiency virus type I from a seronegative organ and tissue donor. *N Engl J Med* 326:726,1992
  26. Urist MR: Bone formation by autoinduction, *Science*, 150:893,1965
  27. Yim CJ: Bone allograft for oral and maxillofacial surgery, *J Korea Biomaterial Research Institute*, 2:142-162, 1992
  28. Zablotsky MH, Meffert RM: Guided tissue regeneration on dehisced HA-coated and titanium endosseous implants. *J Dent Res*, 69:347,1990