

성견의 다양한 임플란트 주위 골결손부 모델에서 재생술식의 효과에 대한 평가

임현창¹, 채경준¹, 정의원¹, 송시은¹, 김창성¹, 이용근², 조규성¹, 김종관¹, 최성호¹

¹ 연세대학교 치과대학병원 치주과학교실, 치주조직재생연구소

² 연세대학교 치과대학 치과생체재료학교실

Evaluation of the regenerative procedures in various defects around implant : Canine model

Hyun-Chang Lim¹, Gyung-Jun Chae¹, Ui-Won Jung¹, Si-Eun Song¹, Chang-Sung Kim¹, Yong-Keun Lee², Kyoo-Sung Cho¹, Chong-Kwan Kim¹, Seong-Ho Choi¹

¹ Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University

² Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering, College of Dentistry, Yonsei University

Abstract

1. Healing of gap defect is influenced by the size and morphology of the defect. In case of rough surface implants, used on less than 2mm gap defects, excellent bone regeneration was achieved in both non-submerged type and submerged type without any additional regeneration procedures in dog.
2. Gap width as well as gap depth is an important factor at the site of gap defect, and bone regeneration is limited as the gap gets deeper.
3. Implant surface is a key factor in healing. At the gap defective site, rough surface implants were superior in bone regeneration.
4. Space maintenance at the site of dehiscence defect is also an important factor and the bone housing around defective site is another influence.
5. In the cases of deeper or wider gap defect, the amounts of regeneration were more limited than in other cases, when the same healing periods were set. Bigger defects needed longer period for healing.

On the basis of above mentioned results, defects, which may occur as a result of implant surgery, can be treated effectively, even if our study results are limited.

Keywords : Implant, Regeneration, Gap, Dehiscence, Intrabony defect

* 본 연구는 한국과학재단 MRC프로그램(No. R13-2003-13) 지원으로 수행됨.

I 서 론

1950년대말 Brånemark이 하중을 견딜 수 있을 정도로 충분한 결합력을 보이는 골과 티타늄의 긴밀한 접촉 현상을 발견하였고, 후에 이를 골유착(Osseointegration)이라고 명명하였다¹⁾. 이후 1960년대에 골유착에 기초를 둔 임플란트가 소개되었고²⁾, 임플란트의 모양과 표면 처리 방식에 있어서 혁신을 거듭하며 현재에 이르렀다. 현재 임플란트로 인해 치료 계획 수립에 있어서 획기적인 변화가 되었으며, 수많은 환자가 임플란트를 이용해 치료받고 있다.

치주 질환으로 인한 골의 소실, 장기간 동안 사용된 의치로 인한 치조제 위축, 선천적 치아 결손 등은 임플란트 식립 시 어려움을 주는 요인이다. 이러한 치조제의 결함이나 위축으로 인해 이상적인 혹은 보철적으로 안정적인 위치에 임플란트 식립하기 어려운 경우가 종종 발생한다. 만약 존재하는 골에 맞추어 임플란트를 식립했을 경우 기능적, 심미적으로 적절하지 않은 임플란트 수복이 이루어질 가능성이 높으며, 이상적 위치에 임플란트를 식립하기 위해서는 부가적인 술식을 필요로 하는 경우가 있다.

최근에는 발치 후 즉시법으로 임플란트를 식립하는 경우가 늘어나고 있다. 즉시 임플란트는 통상적인 방법에 비해 전체적인 치료 기간을 단축시켜 줄 수 있으며 잔존 치조제의 수평적, 수직적인 골 흡수를 줄일 수 있는 장점이 있으며 발치와의 치유능 자체가 골유착에 도움을 줄 수 있다고 알려져 있다. 그러나 즉시 임플란트를 시행하였을 경우 임플란트 매식 후 상방에 발생하는 간극이 문제가 되는 경우가 종종 발생한다.

치조골의 결함이 있는 경우나 치조제의 폭이 얇을 경

우 임플란트를 식립한 후 열개나 천공 등이 발생하는 경우가 종종 있다. 특히 상악 전치부의 경우 순측 치조골 벽이 얇고, 발치 후 이 부위의 흡수로 임플란트 매식 후 나사선이 노출되는 경우를 종종 경험하게 된다. 또한 발치 후 치유 양상이 불량하거나 골 흡수가 국소적으로 많이 발생한 부위에 임플란트를 식립하게 되는 경우에 임플란트를 둘러싼 큰 결손부가 만들어질 수 있다.

상기 이유 등으로, 식립된 임플란트 주위로 다양한 형태의 결손부가 만들어질 수 있다. 치조골 결함이 있는 위치에 임플란트를 식립하는 경우 먼저 상실된 치조골을 재생하고 임플란트를 매식하는 방법(staged approach)도 있지만, 모든 경우에 적용될 수 있는 것은 아니며 때로는 식립 후 발생하는 결손부를 처치해야 할 수 있다. 또한 임플란트 매식 후 예측하지 못한 결손부가 발생하는 경우도 종종 있다. 이러한 임플란트 주위의 골 결손부를 처치하기 위하여 다양한 술식과 골이식재, 차단막 등이 개발되었으며, 많은 실험들이 이루어져 왔다. 임플란트의 장기적인 예후와 성공을 위하여 결손부의 처치는 중요한 의미를 가지며, 구체적으로 자연 치유 가능한 결손부의 크기, 결손부의 형태에 따라 치유에 영향을 주는 요인, 예지성있는 결과를 얻을 수 있는 방법, 골이식재나 차단막의 사용, 임플란트의 표면 처리가 결손부 치유에 미치는 영향 등에 대해 인지하고 있는 것이 중요할 것이다.

이번 논문에서는 연세대학교 치과대학 병원 치주과학교실에서 시행한 실험들을 기반으로 치조골에 결함이 있는 부위에 임플란트가 식립되었거나, 혹은 치조제 형태 불량 등의 이유로 임플란트를 식립하고 나서 결손부가 만들어졌을 때 예지성있는 결과를 얻을 수 있는 방법을 고안하고 이를 종합함으로써 결손부 모양에 따른 치료원칙을 확립하기 위함이다.

II 실험재료 및 방법

연세대학교 치주과학교실에서 발표된, 혹은 발표 예

정인 임프란트에 관한 연구 논문 중 간극(Gap defect)과 열개(Dehiscence defect), 3벽성 골내결손부(3-wall intrabony defect)에 관련된 연구 논문³⁻⁹⁾을 기초로 삼아 연구하였다(Table 1).

Table1. Selected studies

Authors	Titles	Defect models
1 Im et al	The Healing of created circumferential gap defect around implants according to defect width, implant surface, defect morphology (Surface & Coating Technology, 2007 accepted & 2008 publishing)	Gap defect
2 Youn et al	Effects of different depths of gap on healing of surgically created coronal defects around implants in dogs ; a pilot study	Gap defect
3 Jung et al	Healing of surgically created circumferential gap around non-submerged type implants in dogs: a histomorphometric study	Gap defect
4 Cho et al	Alveolar bone formation at dental implant dehiscence defects following guided bone regeneration	Dehiscence defect
5 Jung et al	Bone formation at dehiscence defect of SLA & anodizing surface dental implant with implant augmentation materials in dogs (Surface and interface analysis, 2008 Submitted)	Dehiscence defect
6 Kim et al	Histomorphology on Healing of the Chitosan Membrane and β -TCP on Dental Implant Dehiscence Defects in Dogs	Dehiscence defect
7 Jung et al	Evaluation of grafting materials in three-wall intra-bony defects around dental implants in beagle dogs	3-wall intrabony defect

각 모델을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 간극 결손부 (Gap defect)

Table 2. Protocols of Gap defect models

	Implant	Gap size	Healing period
Im et al	turned surface rough surface(RBM) width : 2.0mm	width : 1.0mm width : 1.5mm	8 weeks
Youn et al	rough surface(RBM)	width : 1.5mm, depth : 2.5mm width : 1.5mm, depth : 5.0mm	8/12 weeks
Jung et al	rough surface(RBM)	width : 1.0mm width : 1.5mm width : 2.0mm	8 weeks

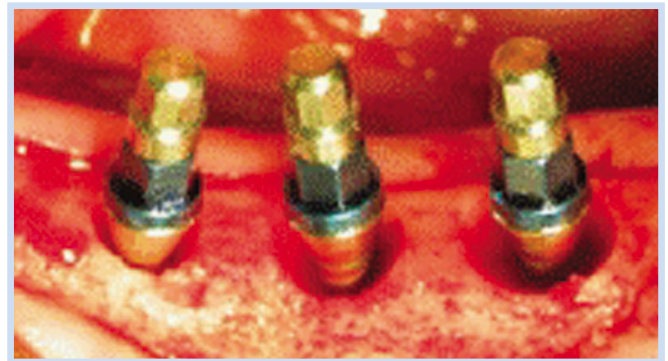
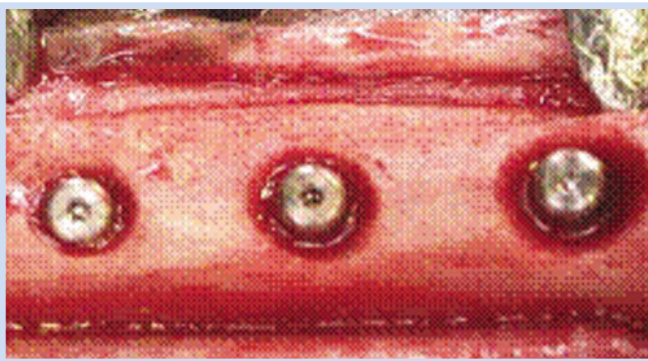


Figure 1. Clinical photograph of gap defect model

2. 열개 결손부 (Dehiscence defect)

Table 3. Protocols of Dehiscence defect models

	Implant	Membrane	Bone graft material	Dehiscence defect size	Healing period
Cho et al	TPS surface HA coating	ePTFE	Xenograft	3 x 5mm	12weeks
Jung et al	SLA surface Anodizing surface	PTFE PLGA	β -TCP + H.A	3 x 5mm	8weeks
Kim et al	TPS surface	Chitosan nonwoven membrane	β -TCP β -TCP + Autograft	3 x 4mm	12weeks

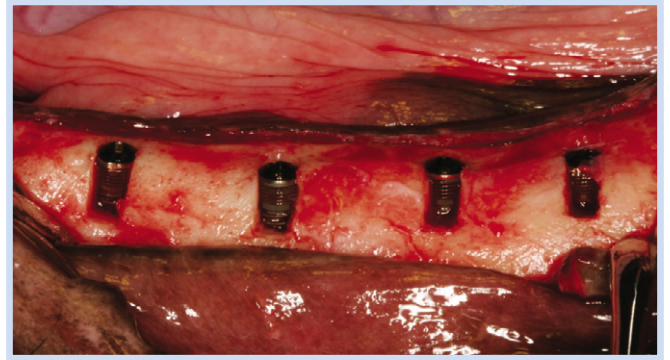
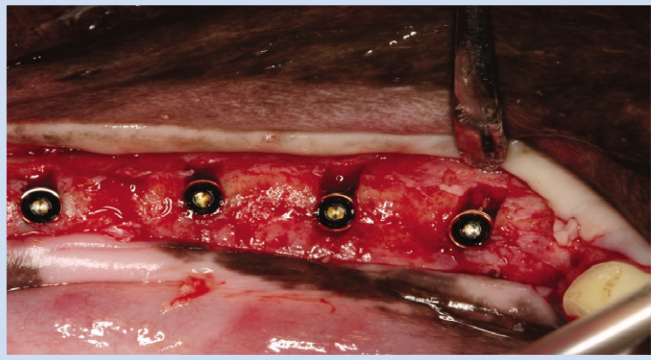


Figure 2. Clinical photograph of gap defect model

3. 큰 골내 결손부

Table 4. Protocol of 3-wall intrabony defect model

	Implant	membrane	Bone graft material	Defect size	Healing period
Jung et al	SLA surface	no use	Xenograft (putty type) β -TCP Calcium phosphate glass	3mm x 3mm x 5mm	8weeks

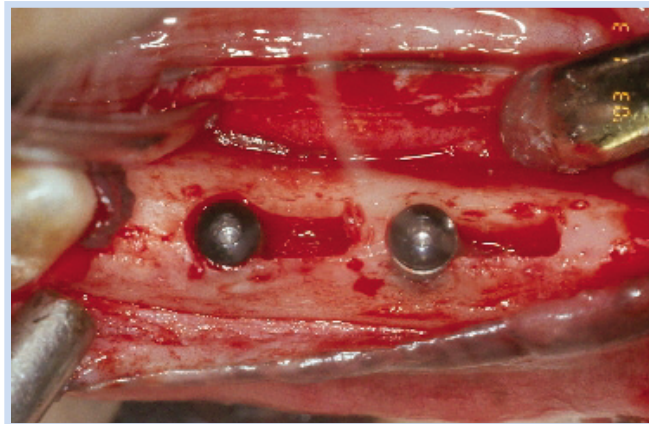


Figure 3. Clinical photograph of gap defect model

III 결과 및 고찰

1. 간극 결손부 (Gap defect)

Schulte 등에 의해 즉시 임프란트가 소개된 이래¹⁰⁾, 많은 임상가들과 연구자들은 발치와에 즉시법으로 임프란트를 식립하는 것에 대한 임상적 효용성에 대해 연구해왔다¹¹⁻¹³⁾. 즉시 임프란트는 통상적인 방법에 비해 짧은 수복 기간을 가지며, 발치 후 발생하는 골흡수를 방지할 수 있다고 알려져 있다. 그러나 즉시 임프란트 시 발치와의 상방 직경이 임프란트의 직경보다 크기 때문에 간극 결손부가 발생하게 되는데 많은 방법들이 이러한 간극 결손부를 해소하기 위해 소개되었으며 연구되어 왔다. 흡수성/비흡수성 차단막의 사용, 자가골 이식, Hydroxyapatite나 DFDBA(Dimineralized freeze-dried bone allograft)이식, 상기 방법들의 혼합 등이 그것이다^{12, 14, 15)}.

간극에 관한 여러 실험이 있었는데 일반적으로 초기 간극이 클수록 골-임프란트의 접촉의 최정점은 근단층에 위치하고, 골-임프란트 접촉율이 낮았으며, 간극이 어떠한 한계 이상의 크기일 경우 골유착이 일어나지 않았다고 보고하고 있다¹⁶⁻¹⁹⁾. 그러나 그 한계에 있어서 논문마다 통일되어 있지는 않다. 또한 이러한 간극의 해소를 위한 방법에 있어서 흡수성이나 비흡수성의 차단막, 골이식재의 사용이 그렇지 않은 것보다 임상적, 조직학적으로 우수한 결과를 보였다는 논문도 있지만^{12, 14)}, 다른 논문에서는 간극 결손부에서 차단막의 사용 유무 등이 재생된 골양에 있어서 차이를 발생시키지 못했다는 결과도 소개되고 있다^{20, 21)}. 위의 결과들을 토대로 하여 볼 때, 현재까지 자연 치유 가능한 간극 결손부의 임계 크기는 결정되지 않은 것으로 판단되며, 간극 결손부의 치유에 관하여도 아직 논란이 있는 것으로 보인다 (Table 5). 만약 간극 결손부의 자연 치유 가능한 임계 크기가 결정이 된다면 치료 과정은 보다 단순화될 수 있으며 보다 예지성있는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

Table 5. Critical gap width

	Callson et al (1998)	Caudill & Meffert (1991)	Knox et al (1991)	Akimoto et al (1999)	Botticelli et al (2003)
Animal	rabbit	dog	dog	dog	dog
Healing period	6~12weeks	9weeks	8weeks	12weeks	4months
Implant surface	smooth surface	smooth surface	HA /non-HA coating	smooth surface	SLA
Critical gap width	0.35mm		within 1mm	0.5mm	more than 1mm

대부분의 간극에 관한 실험들에 있어서 그 모델은 평행하게 제작된 드릴(paralleled step drill)을 이용하여 형성되었는데, 실제로 간극은 치아의 형태를 따라 상방이 더 넓은 원추형으로 만들어지게 된다. Im 등은 자연 발치와와 유사한 형태의 결손부를 만들기 위하여 원추형 드릴(tapered step drill)을 사용하여 1mm,

1.5mm, 2mm 크기의 결손부 모델을 형성하여, 8주 후 실험동물을 희생하여 조직학적, 조직계측학적 관찰을 시행하였다³⁾. 이 실험에서는 평행하게 형성된 간극 결손부와 원추형으로 형성된 간극 결손부를 비교하였으며, 각각의 결손부에 turned surface의 임프란트와 rough surface의 임프란트가 식립되었을 때의 결과를 비교하

였다. 이 실험에서 간극이 자연치와 유사한 원추형일 경우 평행하게 간극이 형성된 것에 비하여 골형성양과 골-임프란트 접촉에 있어서 더 우수한 결과를 보여주었는데(Table 6, 7), 이것은 간극 결손부 하부의 모양이 치유에 있어서 중요한 요인임을 말해주며 임상에서 만날 수 있는 간극은 평행하게 외과적으로 형성된 간극에 비해 치유에 있어 유리한 상황임을 암시한다. Botticelli

등에 의하면 간극에서의 골치유는 간극을 이루고 있는 골 벽으로부터 이루어지기 시작하며(distance osteogenesis), 골-임프란트 접촉은 간극의 근단부부터 형성되기 시작한다고 했다²²⁾. 평행하게 형성된 결손부 모델에 비해 원추형 결손부는 간극의 근단부로 갈수록 골벽과 임프란트가 가까워지므로 골형성과 골-임프란트 접촉에 유리한 환경인 것이다.

Table 6. Distance(mm) from the implant margin to the most coronal part level of contact between bone and implant

	paralleled defect			tapered defect		
	1mm	1.5mm	2mm	1mm	1.5mm	2mm
turned surface	3.05	3.52	3.99	0.28	1.5	2.05
rough surface	0.65	1.75	2.04	0	0	0.95

Table 7. Bone to implant contact percentage (BIC %) in the coronal 5mm of the implant

	paralleled defect			tapered defect		
	1mm	1.5mm	2mm	1mm	1.5mm	2mm
turned surface	8.9	5.2	2.6	34.2	28.7	10.5
rough surface	28.7	25.2	10.7	42.7	41.5	27.4

Im 등의 실험에서 2mm의 간극이 1mm의 간극에 비해 골형성양이나 골-임프란트 접촉이 부족하였고 다소 깊고 넓은 썬기 모양의 결합부를 남겼지만, 간극 결손부의 형태가 원추형이며 rough surface의 임프란트를 사용했을 경우 더 양호한 결과를 보였고(Figure 4), 이것은 임상적으로 무시할만한 정도로 보였다(Table 6, 7)³⁾. Botticelli 등에 의하면 4개월의 치유 기간 뒤에 간극 결손부를 형성하여 임프란트를 매식한 군은 통법에 의해 임프란트를 매식한 군 간과 골양에 있어서는 차이가 없었지만 골질에 있어서는 간극 결손부에서 미성숙한 골이 많았다고 하였다.²²⁾ 이는 Im 등의 실험 결과와 같은

맥락으로 보이며, 치유 기간을 8주보다 길게 설정하였을 경우 더 양호한 치유 양상을 얻을 수 있었을 것이다. 따라서 2mm내의 원추형 간극에서 rough surface의 임프란트를 식립했을 때 부가적인 재생 술식을 시행하지 않아도 예지성있는 치료 결과를 예상할 수 있을 것이다.

골-임프란트 접촉이 간극의 근단 측에서 시작되므로 간극의 크기뿐만 아니라 깊이도 간극의 치유에 중요한 요소로 고려되어야 한다. Youn 등은 1.5mm크기의 간극을 형성하고 그 깊이를 2.5mm, 5.0mm로 달리하여 실험을 진행하였다⁴⁾. 8주와 12주에 실험동물을 희생하여 조직계측학적 관찰을 시행하였는데 2.5mm 깊이의

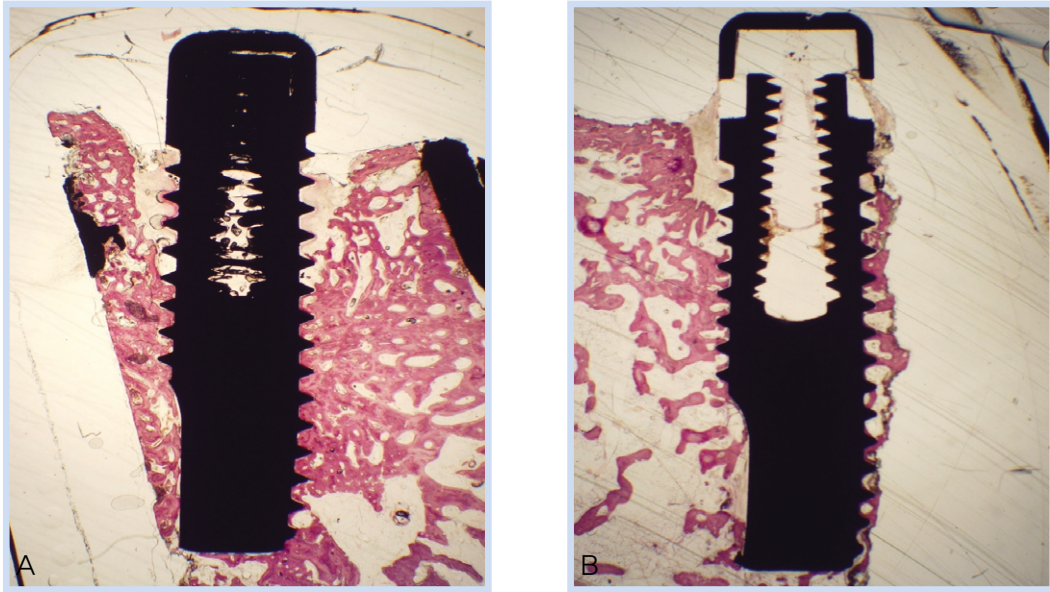


Figure 4. Comparison between the defect with turned surface implant(A) and the defect with rough surface implant(B)

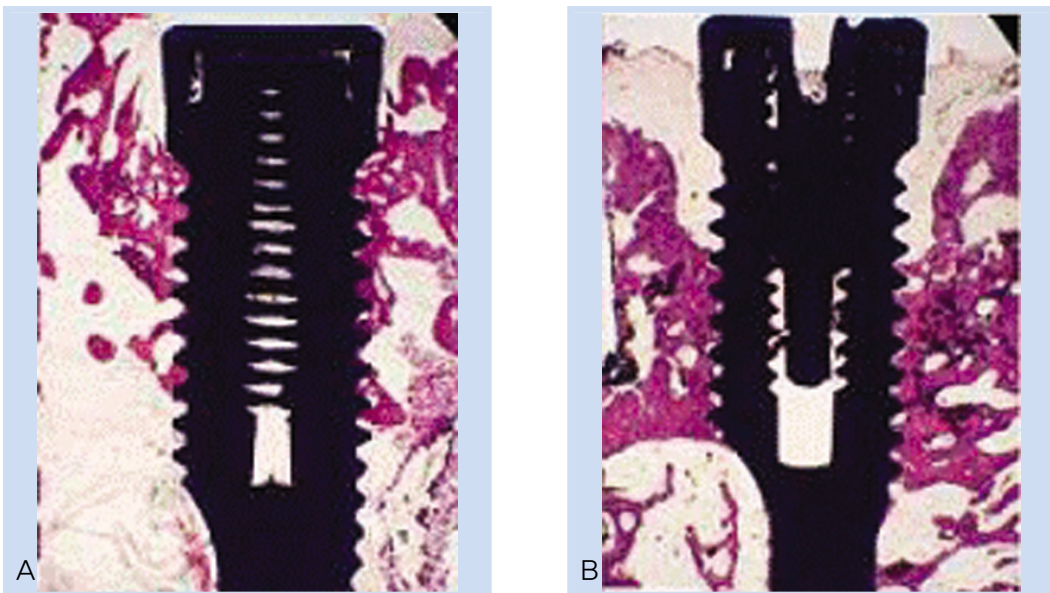


Figure 5. Comparison between the Gap defect with 2.5mm depth(A) and the Gap defect with 5mm depth(B)

간극은 12주 짜 골이식재나 차단막의 도움없이 최상방 나사선까지 골재생이 이루어졌지만, 5.0mm깊이의 간극은 12주의 치유기간 후 최상방 나사선으로부터 골-임프란트 접촉의 최정점까지의 거리가 평균 2.52mm였다 (Figure 5). 이 것은 간극의 깊이 또한 즉시 임프란트

식립시 반드시 고려해야 할 중요한 요소임을 의미하며, 만약 간극의 깊이가 클 경우 치유기간을 길게하거나 골이식재나 차단막의 도움, 골재생에 유리한 임프란트 표면의 개발이 필요하다는 것을 의미한다.

보통 전치부 즉시 임플란트는 수술 당일 임시 치아를 착용시켜주는 경우가 많은데 이 경우 1회법에 의해 임플란트가 식립되어진다. 그러나 간극 모델의 많은 실험들이 Submerged type의 임플란트로 실험이 진행되었다. Jung 등은 원추형의 1mm, 1.5mm, 2mm 크기의 간극에 Non-submerged type의 임플란트를 식립하고 간극의 치유를 관찰하였다⁵⁾. 16주 후 각 군을 비교해보았을 때 간극이 클수록 골-임플란트의 접촉이나 골밀도는

감소하는 경향을 보였으나 그 차이는 무시할만한 정도였다(Table 8, 9, Figure 6). 이것은 Non-submerged type의 임플란트 매식시 2mm이내의 간극은 부가적인 재생 술식이 필요없다는 것을 의미한다. Botticelli 등은 self-contained defect에서 submerged type/non-submerged type에 관계없이 골재생양과 골유착정도는 비슷하다고 하였으며²³⁾, 이것은 Im 등과 Jung 등이 비슷한 결론을 도출한 것을 뒷받침하여 준다.

Table 8. Bone regeneration in Gap defect with Non-submerged type implant

	1mm	1.5mm	2mm
Distance(mm) from the most coronal part of osseointegration to the rough surface border	2.14±1.1	2.07±0.86	2.49±0.71
Distance(mm) from the most coronal part of osseointegration to the level of the alveolar crest	1.73±0.24	2.26±1.11	2.56±1.01

Table 9. Bone to implant contact(%) & Bone density(%) in Gap defect with Non-submerged type implant

	1mm		1.5mm		2mm	
	coronal	apical	coronal	apical	coronal	apical
Bone density(%)	48.56±37.17	43.32±34.15	48.02±26.61	47.19±6.74	40.39±13.66	58.41±28.18
Bone-implant contact(%)	48.43±30.74	48.66±19.42	49.03±19.19	41.89±7.87	43.14±24.69	43.73±26.81

위의 실험들을 종합하여 볼 때, 2mm 내의 간극은 rough surface의 임플란트를 식립했을 때 Submerged type이나 Non-submerged type에 관계없이 부가적인 재생술식이 필요 없을 것으로 보이나 만약 간극의 깊이가 깊고 넓다면 부가적인 재생 술식이나 긴 치유 기간을 설정, 골재생에 유리한 임플란트 표면의 선택 등 골치유를 증진할 수 있는 방법의 고려가 필요할 것으로 사료된다.

2. 열개 결손부 (Dehiscence defect)

열개 결손은 임플란트 식립 중 흔히 만나게 되는 문제들 중 하나이며 주로 치조제의 폭이 얇거나 위축이 있을 경우 발생하게 된다. 특히 상악 전방부의 경우 열개 결손의 발생 빈도가 높는데 이는 상악 전방부의 협측 피질골이 매우 얇으며 주로 다발골(bundle bone)로 이루어져 있어서 발치 후 구개측 골에 비해 빠르게 흡수되기 때문이다^{24, 25)}.

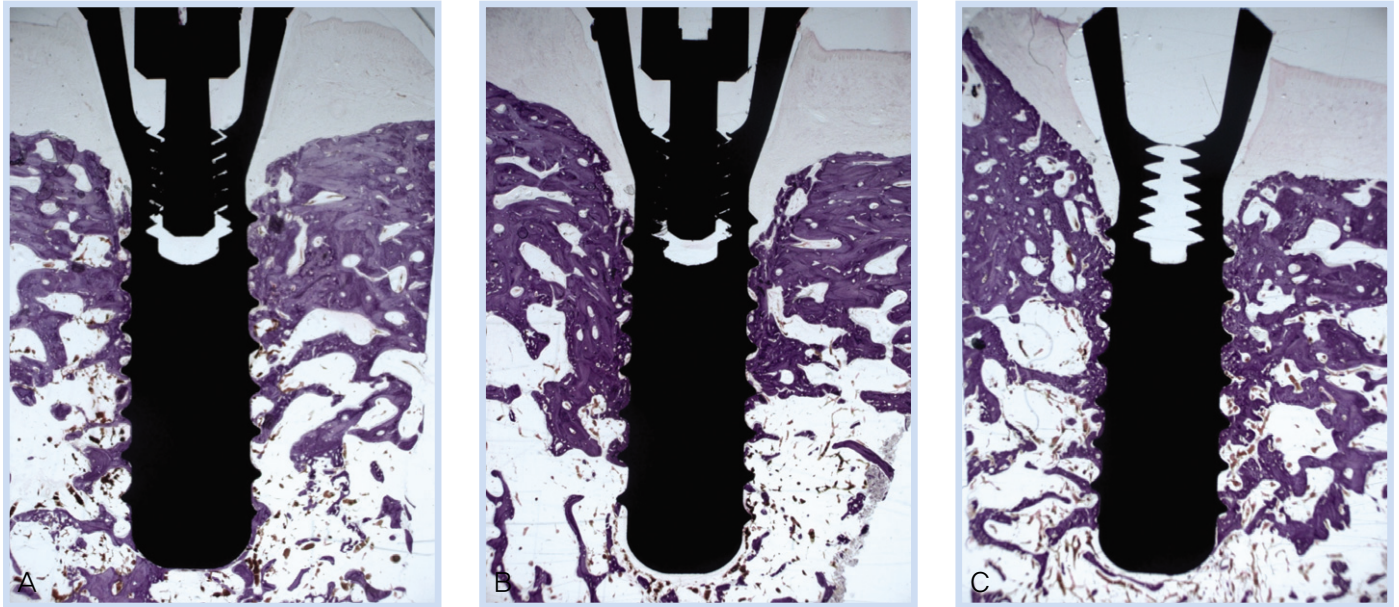


Figure 6. Histologic view of the 1.0mm(A) & 1.5mm(B) & 2.0mm(C) Gap defect with Non-submerged type implant

Dahlin 등은 흥미로운 보고를 하였는데, 열개와 천공 결손부를 가진 임플란트를 3년간 추적 조사한 결과 2년간 누적 생존율이 상악에서는 85%, 하악에서는 95%였으나 3년간 누적 생존율은 상악에서 76%, 하악에서 83%였다고 하였다²⁶⁾. 이로 보아 열개 결손부는 임플란트의 잠정적인 실패인자가 될 수 있음을 암시한다고 볼 수 있다. 따라서 열개 결손부가 발생하였을 때 결손부를 평가하고 어떻게 처치하는 가는 치료의 예지성에 있어서 중요한 요소이다. 또한 열개 결손부의 치유가 불량할 경우 잠정적인 변연골 흡수와 치은 퇴축의 위험이 있으므로, 열개 결손부의 처치는 심미적인 부위에 임플란트를 매식할 때 중요한 고려사항이라 할 수 있다.

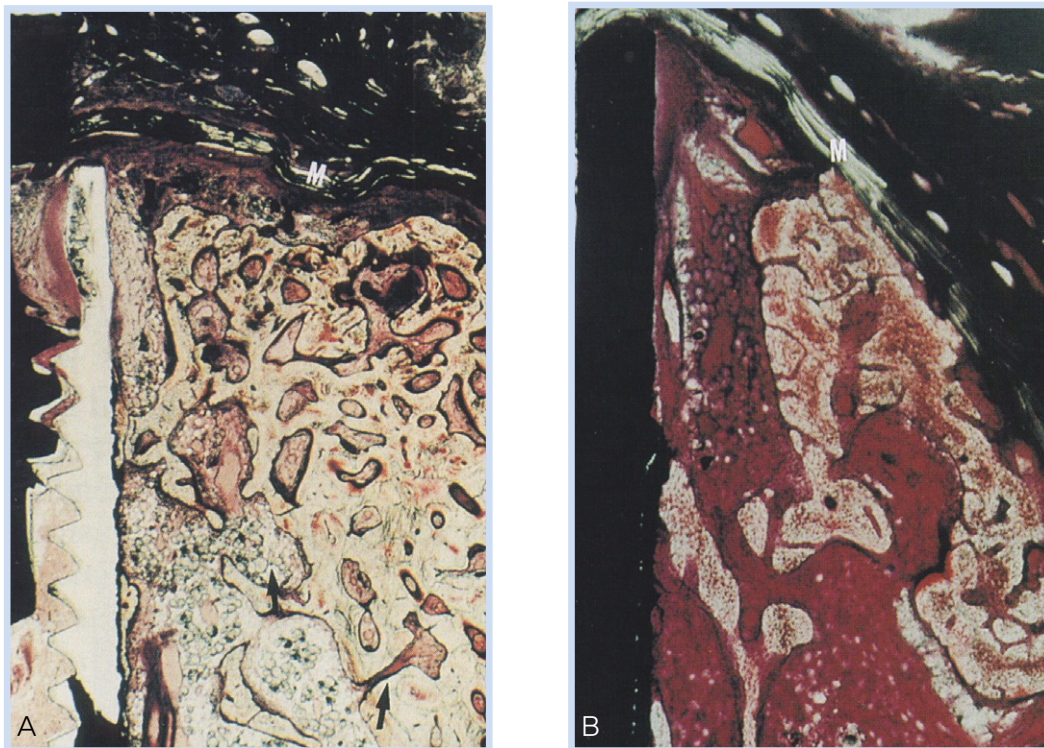
열개 결손부의 처치에 대한 많은 연구가 있는데 Hammerle 등은 탈단백우골과 차단막의 사용으로 6개월 간의 치유 기간 후 우수한 결과를 얻었다고 보고한 바 있으며²⁷⁾, Jovanovic 등은 열개 결손부가 만들어진 11개의 임플란트에서 차단막을 덮개 나사(cover screw)로 고정하고 4 ½~6개월의 치유기간을 두었을 때 2차 수술시에 100%의 골형성을 관찰할 수 있었다고 보고한

바 있다²⁸⁾. 이밖에도 다양한 종류의 차단막과 골이식재, 골시멘트를 이용하여 열개 결손부를 처치할 수 있다는 실험들이 있다.

Cho 등은 이종골과 비흡수성 차단막을 3×5mm(폭×높이) 크기의 열개 결손부에 적용하였으며, 이것을 이종골, 차단막을 단독으로 적용한 군과 비교하였다⁶⁾. 12주의 치유기간 후 조직학적 관찰을 시행하였는데, 이종골과 차단막을 함께 적용한 군이 골형성양이 가장 많았고 차단막만을 사용한 군이 그 다음이었으며 골이식만을 시행한 군에서의 골형성이 다른 군에 비해 적었다. 이것은 골이식재 단독으로는 골재생에 필요한 시간 동안 공간 유지에 문제가 있다는 것을 보여준다. 또한 차단막만을 사용한 군과 차단막과 골이식재를 함께 사용한 군을 비교해 보았을 때 골이식재를 함께 사용한 군이 골형성양이 더 많았으나 골재생밀도에 있어서는 떨어지는 것으로 계속되었다. 이것은 골이식재로 인해 골 양의 증가를 꾀할 수 있지만, 골이식재 입자의 흡수속도가 느릴 경우 골재생이 방해받을 수 있다는 것을 암시해 준다 (Table 10, Figure 7).

Table 10. Comparison of various regenerative procedure in dehiscence defect

	Defect height (mm)	Bone regeneration height (mm)	Defect fill (%)	Osseointegration (%)	Bone regeneration area (mm ²)	Bone regeneration density (%)
control	5.3±0.2	1.5±0.5	29±11	85±15	0.9±0.5	89±2
xenograft	5.3±0.6	2.7±1.4	50±27	87±36	2.3±0.7	85±19
membrane	5.0±0.3	4.0±0.5	81±10	49±17	2.7±0.4	91±7
xenograft+membrane	5.2±0.2	4.3±0.2	84±6	67±4	4.2±1.0	75±6

**Figure 7.** Comparison between the defect with bone graft material + barrier membrane(A) and barrier membrane only(B)

Jung 등은 합성골과 비흡수성, 흡수성 차단막을 함께 적용하고 8주의 치유기간 후 조직학적 관찰을 했을 때, 차단막만을 사용한 것에 비하여 골재생이 우수했다고 보고했다⁷⁾. 조직 시편을 보았을 때 차단막만을 사용한 군은 차단막 하부에 결체 조직의 성장이 두드러지게 관찰되었지만, 골이식재를 함께 사용한 군은 결체 조직의 성장이 최소화되었으며 차단막 하부까지 근접하여 골재

생이 있음이 관찰되었다(Figure 8). 이렇게 골 이식재와 차단막을 함께 사용했을 때 골재생양이 크다는 것은 Cho 등의 실험 결과와 맥락을 같이 한다. 차단막만을 결손부에 적용했을 때, 임시 의치의 착용이나 입술이나 협점막의 움직임 등으로 인한 압력으로 차단막의 안정성이 위협받기 쉬우나, 골이식재가 함께 사용되었을 경우에는 이러한 위협성을 최소화할 수 있을 것이다.

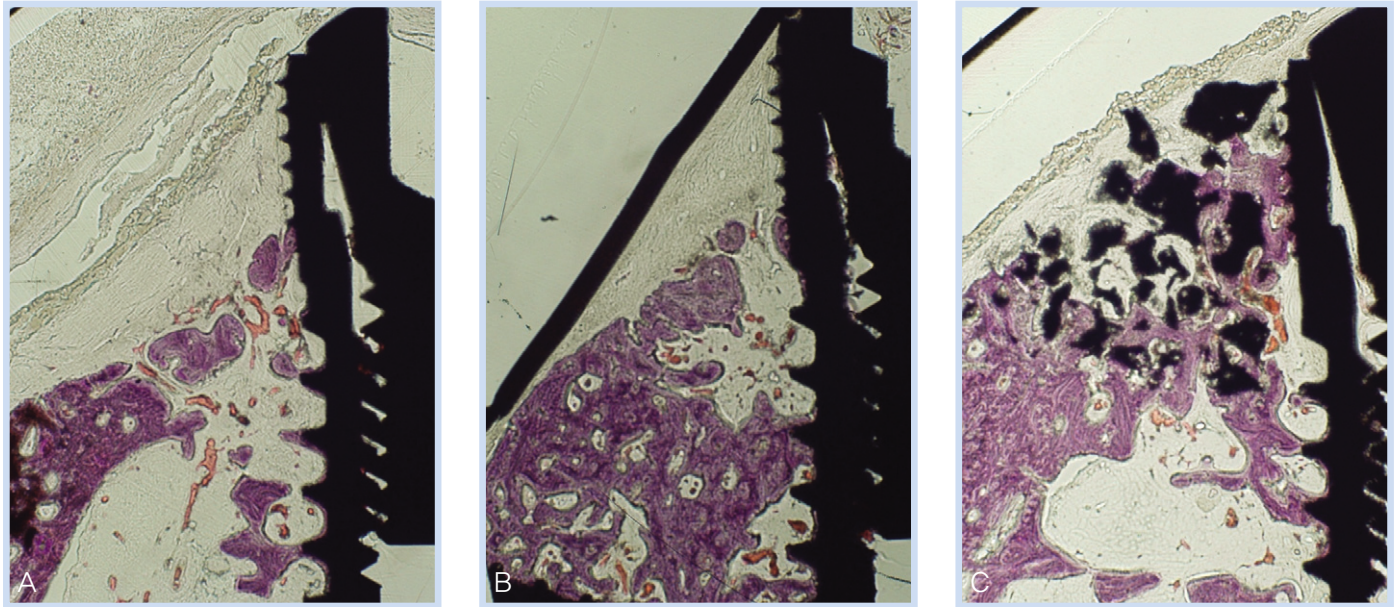


Figure 8. Comparison among the defect with resorbable membrane(A) and the defect with non-resorbable membrane(B) and the defect with bone graft material + barrier membrane(C)

열개 결손부의 재생에 있어서 차단막 자체의 견고성도 중요한 요소이다. Kim 등은 3mm×4mm (폭×높이) 크기의 열개 결손부에 흡수성의 키토산 차단막을, 다양한 골이식재와 함께 혹은 단독으로 적용하고 12주의 치유기간 후 조직학적 관찰을 시행하였다²⁸. 관찰 결과 모든 실험군에서, 결손부에서의 직접적인 골-임프란트 접촉이 관찰되지 않았으며, 신생골의 형성은 거의 없거나 매우 적었다(Figure 9). 이것은 열개 결손부에 적용된 키토산 차단막이 공간을 유지하기에 충분한 견고성을 가지지 못했으며, 외부 압력에 매우 취약한 재생 초기의 골이 차단막의 붕괴로 인해 손상을 받았기 때문으로 보인다. 결손부 처치에 보통 ePTFE 차단막과 같은 비흡수성 차단막이 많이 사용되어져 왔으며, ePTFE 차단막은 뛰어난 세포 차단능과 공간유지능을 보여주었다. 최근에는 흡수성 콜라겐 차단막 등을 이용하여 열개 결손부를 비롯한 다양한 결손부에서 성공적인 골재생을 유도했다는 실험들이 있으며^{29, 30}, 흡수성 차단막이 조직이 충분히 재생될 동안 분해를 최소화하며 공간을 유지할

수 있음을 보여주었다³⁰. 열개 결손부에 차단막을 적용할 때 차단막 자체의 견고성 또한 중요한 고려 사항이다.

열개 결손부의 외형도 결손부 재생에 영향을 주는 요소이다. 실험 모델을 분석하여 보았을 때, Jung 등의 실험에서 형성된 결손부 모델은 결손부가 골벽(bone housing)에 싸여진, 2벽성 골결손부와 같은 형태였다.(Figure 10) 만약 임프란트 후 형성된 열개가 이러한 형태를 띠고 있다면 재생에 좀더 유리한 상황이 될 것이다. 열개 결손부 주위로 골벽이 많다면 그만큼 혈행 공급이 우수해지고, 골이식재가 안정되게 위치될 수 있으며 차단막의 고정이 유리하므로, 골벽이 없는 결손부에 비해 골재생에 유리한 환경이 된다. 열개 결손부의 형태도 치유에 있어 중요한 영향 인자인 것이다.

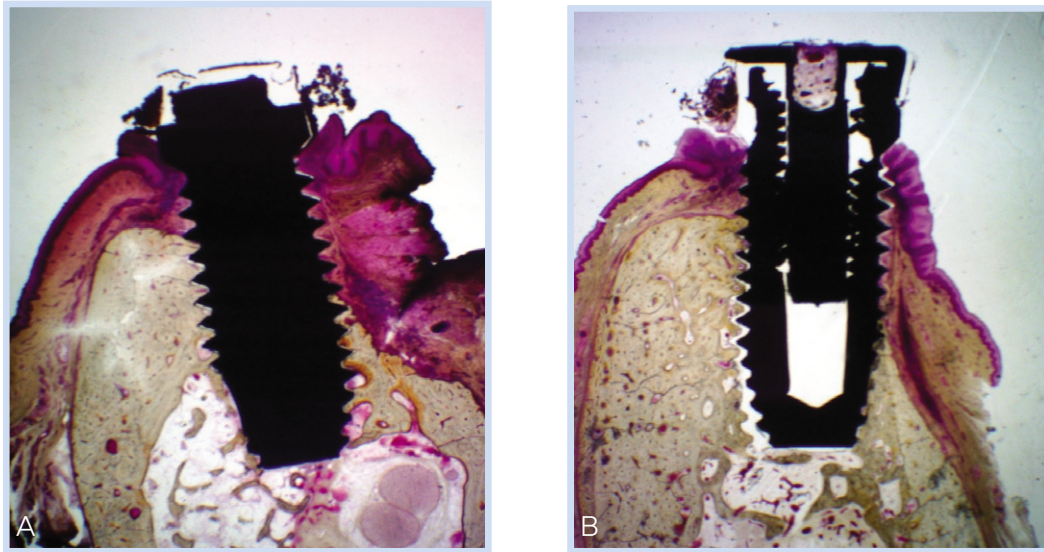


Figure 9. Comparison between the defect with Chitosan barrier membrane only(A) and the defect with Chitosan barrier membrane + Bone graft material(B)

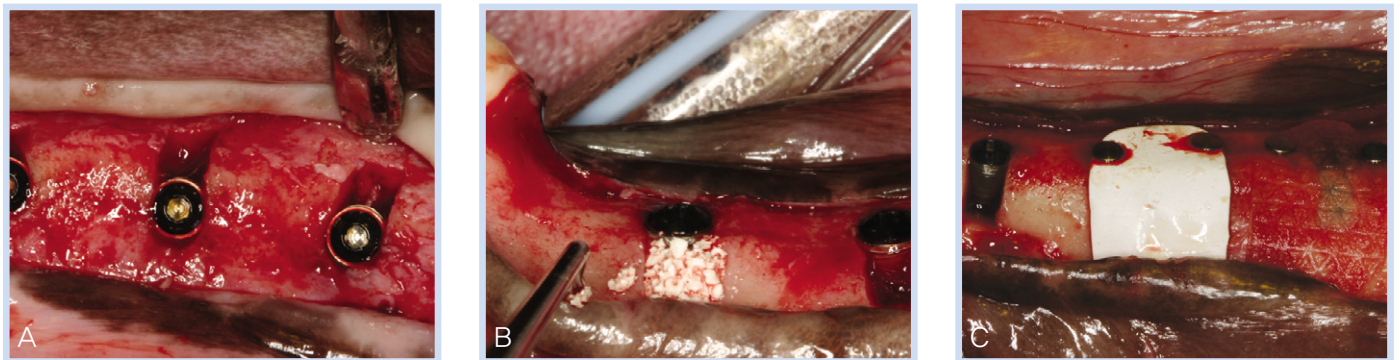


Figure 10. Application of bone graft material & membrane coverage over dehiscence defect (See the bone housing around dehiscence defect)

위의 실험들을 종합하여 보았을 때 열개 결손부에 골 이식재와 차단막을 함께 사용했을 때 치유에 유리한 환경이 조성되는 것으로 보인다. 또한 사용되는 차단막이 더 견고할수록, 결손부를 둘러싼 골벽이 많을수록 재생이 유리해진다.

3. 큰 골내 결손부

(Large intrabony defect)

발치 후 충분한 치유기간을 부여하지 않았을 때, 혹은

드물게 충분한 치유기간 뒤에도, 골형성이 불량할 경우를 만날 수 있다. 이러한 부위에 임플란트 매식이 계획되어 있다면, 매식 후 예상되는 임플란트를 둘러싼, 혹은 임플란트의 일부 면이 포함된 결손부를 처치해주어야 한다. 결손부 처치가 이루어지지 않을 경우, 결손부의 골재생이 불량할 수 있고, 상피의 하방 증식으로 골유착에 불리한 환경이 될 수 있다.

Jung 등은 임플란트 주위로 형성된 3mm×3mm×5mm (협설측×상하방×근원심측) 크기의 3벽성 골내

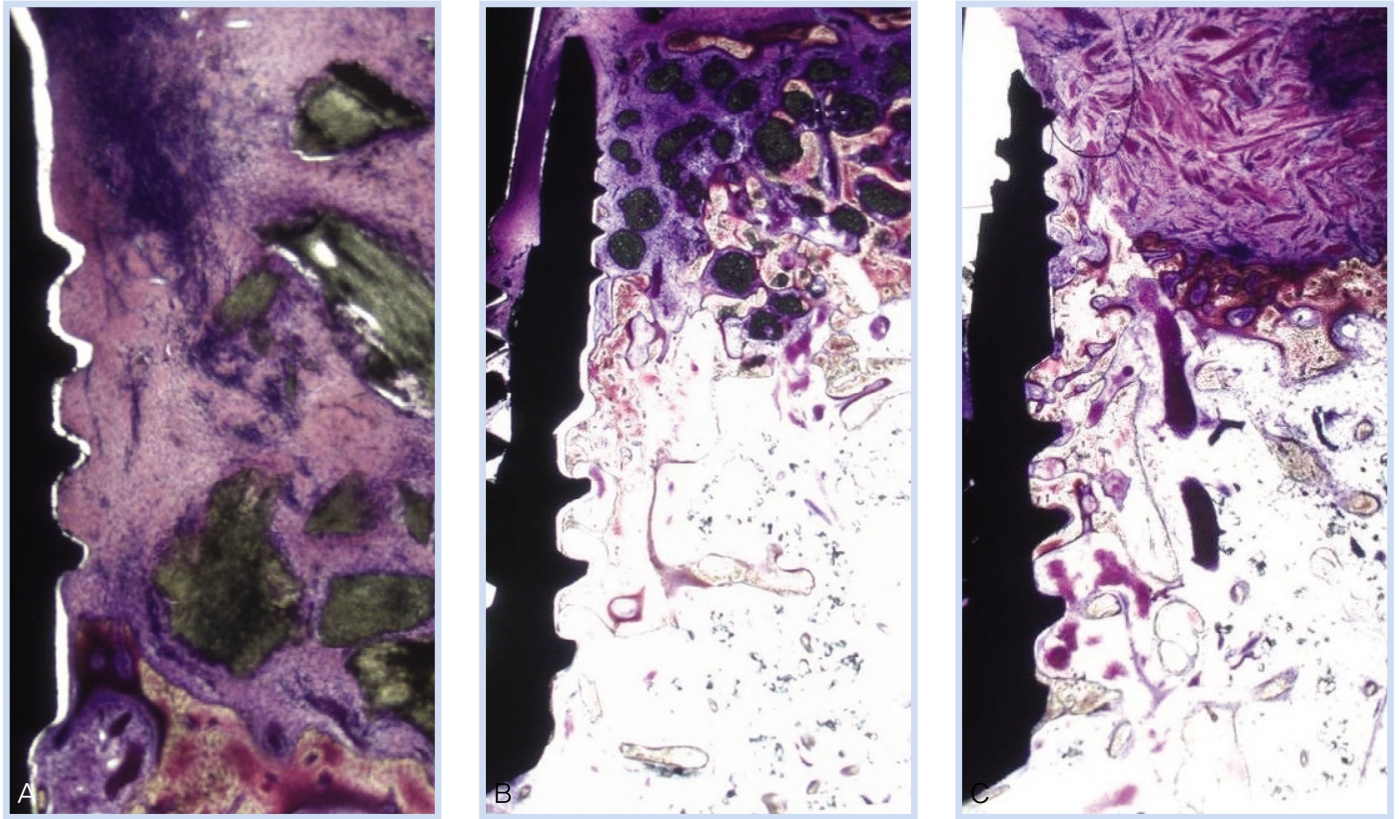


Figure 11. Application of various bone graft materials to 3-wall intrabony defect (Histologic view) Calcium phosphate glass(A), β -TCP(B), xenogeneic DBM putty(C)

결손부에 Calcium phosphate glass와 β -TCP, xenogeneic DBM putty를 이식하고 8주의 치유기간 후 조직학적인 관찰을 시행하였다⁹⁾. Calcium phosphate glass와 xenogeneic DBM putty를 이식한 군은 β -TCP를 이식한 군에 비해 신생골의 형성이 매우 제한적이었고, 세 군 모두에서 신생골과 임플란트 사이에 직접적인 골-임플란트 접촉의 증거는 발견되지 않았다(Figure 11). 상기처럼 큰 결손부에서는 재생의 잠재력이 떨어진다는 것이다.

이 연구는 8주로 치유기간을 설정하였는데 이 시간이 신생골 형성과 골-임플란트 접촉 형성에 충분치 못했을 가능성이 있다. Schenk 등은 차단막을 이용해 골유도 재생술을 시행하였을 때 골형성은 발치와와 비슷한 막성 골 형성의 형태를 띠며, 큰 결손부에서의 골 성숙 과

정은 명백하게 4개월 이상이 걸린다고 하였다. 또한 임플란트와 인접한 결손부에 있어서 골유착에 적합한 정도의 완전한 골 재생은 6개월 이상의 치유기간이 필요하다고 하였다³¹⁾. Lang 등은 Gore-Tex 차단막을 이용한 실험에서 3~5개월 사이에 막을 제거한 경우 골재생량은 0~60%였으나, 6~8개월이 경과한 후에 막을 제거했을 때의 골재생량은 90~100%였다고 하였다³²⁾. 이는 골재생에는 충분한 치유기간이 부여되어야 함을 의미하며 특히 큰 결손부의 경우 이 원칙이 철저히 적용되어야 할 것이다.

또한 큰 결손부에서는 골이식재의 재생 효과가 중요한 문제가 된다. β -TCP와 Calcium phosphate glass와 같은 합성 물질이나 xDBM과 같은 이종골 등 결손부에 이식하는 재료에 따라 재생의 잠재력에 차이가 생길

것이며 골이식재의 만기 잔존이나 이물질 반응 등으로 인해 골형성이 방해받으면 안된다. 재생을 극대화할 수 있는 보다 효과적인 골이식재의 개발이 필요한 것이다. 또한 큰 골내 결손부에 BMP등의 성장인자가 적절한 운반체를 통해 적용된다면 골재생이 더 효과적으로 이루어질 수 있을 것이다

임프란트 표면 또한 결손부 재생에 있어서 중요한 고려 사항이다. 일반적으로 smooth surface보다 rough surface의 임프란트가 골유착에 유리하다고 알려져 있으며, rough surface의 종류에 따라서도 골 반응이 각각 다르다. 표면 처리 방식의 개발을 통해 골재생의 극대화를 꾀할 수 있을 것이며, 이를 위해 성장 인자나 단백질의 코팅, 골유도효과를 높여주는 화학적 처리 기술 등이 접목된 제4세대 표면의 개발이 요구된다.

IV 결론

임프란트는 이제 치과 치료에 있어서 빼어 놓을 수 없는 위치를 차지하고 있으며, 다양한 증례에 응용되고 있다. 그러나 임프란트를 발치와나 치조제의 결함이 있는 부위에 매식했을 경우 위에서 언급한 간극 결손부, 열개 결손부, 큰 골내 결손부 등이 발생할 수 있으며, 이 결손부를 얼마나 효과적으로 치치하느냐에 치료의 성패 내지 예지성이 달려 있다. 이에 본과에서 발표된 여러 논문들을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 간극 결손부의 치유는 결손부의 크기와 형태에 영향을 받는다. 성견에서 형성된 2mm 폭 이내의 간극 결손부에서는 rough surface의 임프란트를 사용했을 경우, non-submerged type이나 submerged type의 임프란트에 관계없이, 부가적

인 재생술식 없이도 우수한 골재생을 이룰 수 있다.

2. 간극 결손부에서 간극의 폭 뿐만 아니라 깊이도 중요한 요소이며, 간극의 깊이가 깊을수록 골재생이 제한된다.
3. 임프란트 표면이 결손부의 치유에 중요한 요인이다. 간극 결손부에서 rough surface의 잎플란트가 골재생에 유리한 양상을 보였다.
4. 열개 결손부에서 공간 확보 또한 중요한 요소이며 결손부 주변의 골벽의 영향도 받는다.
5. 간극 결손부가 깊거나 큰 경우, 그렇지 않은 경우에 비해 치유기간을 동일하게 설정했을 때 골 재생 양이 제한적이었으며, 큰 결손부에서는 더 많은 시간의 치유기간을 필요로 한다.

제한된 연구 결과이지만, 위와 같은 결론을 바탕으로 임프란트 매식 시 예상되는 결손부의 발생을 효과적으로 치치할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 또한 앞으로 골재생에 더 효과적인 골이식재와 임프란트 표면의 개발이 필요하며, 직접적으로 골재생을 유도할 수 있는 성장인자와 운반체에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.



참고문헌

1. Zarb GA, Zarb FL. Tissue integrated dental prostheses. Quintessence Int 1985;16:39-42.
2. Branemark PI, Adell R, Breine U, et al. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg 1969;3:81-100.
3. Im SU, Hong JY, Chae GJ, et al. The healing of created circumferential gap defect around implants according to defect width, implant surface, defect morphology. Surface & Coating Technology 2007 accepted & 2008 publishing.
4. Yoon HC, Choi JY, Jung UW, et al. Effects of Different Depths of Gap

- on Healing of Surgically Created Coronal Defects Around Implants in Dogs: A Pilot Study. *J Periodontol* 2008;79:355-361.
5. Jung UW, Kim CS, Choi SH, et al. Healing of surgically created circumferential gap around non-submerged-type implants in dogs: a histomorphometric study. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:171-8.
 6. Cho KS, Choi SH, Han KH, et al. Alveolar bone formation at dental implant dehiscence defects following guided bone regeneration and xenogeneic freeze-dried demineralized bone matrix. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:419-28.
 7. Jung J-Y, Chae G-J, Jung U-W, et al. Bone formation at dehiscence defect of SLA & anodizing surface dental implant with implant augmentation materials in dogs. Surface and interface analysis 2008 Submitted.
 8. Y.S.Kim, T.G.Kim, U.W.Jung, et al. Histomorphology on healing of the chitosan membrane and β -TCP dental implant dehiscence defects in dogs. *Key Engineering Materials* 2006;309-311:255-258.
 9. Jung U-W, Moon H-I, Kim C-S, et al. Evaluation of different grafting materials in three-wall intra-bony defects around dental implants in beagle dogs. *Current Applied Physics* 2005;5:507-511.
 10. Schulte W, Kleineikenscheidt H, Lindner K, Schareyka R. [The Tübingen immediate implant in clinical studies]. *Dtsch Zahnärztl Z* 1978;33:348-59.
 11. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:332-43.
 12. Becker W, Dahlin C, Becker BE, et al. 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* 1994;9:31-40.
 13. Schwartz-Arad D, Grossman Y, Chaushu G. The clinical effectiveness of implants placed immediately into fresh extraction sites of molar teeth. *J Periodontol* 2000;71:839-44.
 14. Hammerle CH, Lang NP. Single stage surgery combining transmucosal implant placement with guided bone regeneration and bioresorbable materials. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:9-18.
 15. Kohal RJ, Mellas P, Hurzeler MB, et al. The effects of guided bone regeneration and grafting on implants placed into immediate extraction sockets. An experimental study in dogs. *J Periodontol* 1998;69:927-37.
 16. Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Implant fixation improved by close fit. Cylindrical implant-bone interface studied in rabbits. *Acta Orthop Scand* 1988;59:272-5.
 17. Knox R, Caudill R, Meffert R. Histologic evaluation of dental endosseous implants placed in surgically created extraction defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11:364-75.
 18. Wilson TG, Jr., Schenk R, Buser D, Cochran D. Implants placed in immediate extraction sites: a report of histologic and histometric analyses of human biopsies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:333-41.
 19. Akimoto K, Becker W, Persson R, et al. Evaluation of titanium implants placed into simulated extraction sockets: a study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:351-60.
 20. Celletti R, Davarpanah M, Etienne D, et al. Guided tissue regeneration around dental implants in immediate extraction sockets: comparison of e-PTFE and a new titanium membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:242-53.
 21. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. The jumping distance revisited: An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:35-42.
 22. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. Appositional bone formation in marginal defects at implants. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:1-9.
 23. Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, Lindhe J. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:448-55.
 24. Araujo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:212-8.
 25. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2005;32:645-52.
 26. Dahlin C, Lekholm U, Becker W, et al. 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* 1995;10:312-8.
 27. Hammerle CH, Chiantella GC, Karring T, Lang NP. The effect of a deproteinized bovine bone mineral on bone regeneration around titanium dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:151-62.
 28. Jovanovic SA, Kenney EB, Carranza FA, Jr., Donath K. The regenerative potential of plaque-induced peri-implant bone defects treated by a submerged membrane technique: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:13-8.
 29. Hurzeler MB, Kohal RJ, Naghshbandi J, et al. Evaluation of a new bioresorbable barrier to facilitate guided bone regeneration around exposed implant threads. An experimental study in the monkey. *Int J*

Oral Maxillofac Surg 1998;27:315-20.

30. Oh TJ, Meraw SJ, Lee EJ, et al. Comparative analysis of collagen membranes for the treatment of implant dehiscence defects. Clin Oral Implants Res 2003;14:80-90.
31. Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible. Int J Oral Maxillofac Implants 1994;9:13-29.
32. Lang NP, Bragger U, Hammerle CH, Sutter F. Immediate transmucosal implants using the principle of guided tissue regeneration. I. Rationale, clinical procedures and 30-month results. Clin Oral Implants Res 1994;5:154-63.

교신저자 : 최성호

우편번호 : 120-752, 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 치과대학 치주과학교실

전자우편 : shchoi726@yuhs.ac