

Chapter 3

재생요법에 의한 골연하 결손의 처치와 그 경과

Intrabony Defect Treatment through Regenerative Therapy and its Progress

1. Flap curettage에 의한 골연하 결손의 처치

Intrabony defect treatment through the flap curettage

1) 재생요법의 기본이 되는 처치

치주조직의 재생은 예전부터 임상의 및 치주병 연구자의 주된 관심사였다. Karring 등(1980)에 의하여 조직재생유도법(GTR: guided tissue regeneration)의 생물학적 개념이 소개된 이후 Nyman 등(1982)을 시초로 한 여러 연구에 의하여 GTR이 널리 활용되게 되었다. 특히 깊은 골연하 결손에 대하여 높은 예지성이 실증됨으로써(Cortellini 등: 1996abc, 1999ab; Cortellini & Tonetti: 2000, 2004, 2005), 깊은 골연하 결손에 대해서는 재생요법을 제1선택으로 하는 것이 일반적이 되었다.

필자는 flap curettage, 골이식, GTR, 그리고 최근에는 enamel matrix derivative(Hammarström: 1997; Heijl 등: 1997)를 다수 시행하고 있는데 충분하게 치은연하의 염증을 조절하는 것이 모든 재생요법에 있어 성공의 전제라는 것을 임상경험으로부터 재인식하고 있다. 치주조직 재생요법의 모든 기본은 flap curettage라고 할 수가 있다(Sato: 1992, 1997). 골이식, GTR 및 enamel matrix derivative는 새로운 재료에 주목이 되고 있는데 모두가 flap curettage의 토대 위에 있다는 것을 인식할 필요가 있다. 스케일링 및 root curettage에 의한 치근면의 청소와 골결손 내부의 연조직을 제거하는 철저한 제거(debridement) 없이 골결손부에 자가골을 이식하거나 barrier 막을 설치, 또는 엠도게인을 도포하여도 재생이 되지 않거나 재생요법 그 자체가 유해한 결과를 초래한다. 치주조직 재생요법은 골이식이 “flap curettage with bone graft”, GTR이 “flap curettage with barrier membrane”, 그리고 enamel matrix derivative가 “flap curettage with EMD”라고 부르는 것처럼 각 flap curettage에 따라 다르게 표현된다(그림 2-4-1). 재생외과의 성패는 적절한 flap design과 마찬가지로 충분한 제거를 시행하기 위한 정확한 큐렛 조작 능력에 의존한다.

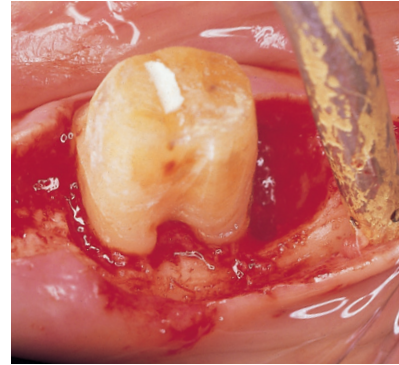
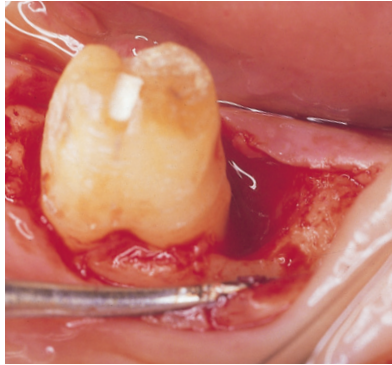
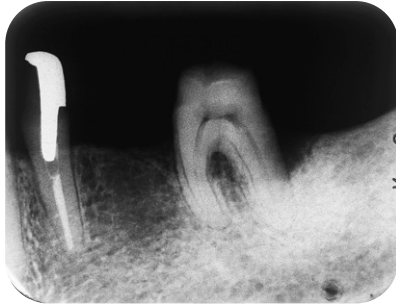
골연하 결손은 flap curettage 후에 높은 레벨의 plaque control이 유지되면 2벽 및 3벽성 골결손은 골재생에 의하여 개선되는 것으로 보고되어 있다(그림 3-1-1, 3-1-2)(Rosling 등: 1976a; Polson & Heijl: 1978). Polson & Heijl(1978)는 소수의 증례이지만 reentry에 의하여 골재생의 확률이 높다는 것을 보고하였고, Rosling(1976a)은 세밀한 PTC(professional tooth cleaning)를 포함하는 maintenance program이야말로 flap curettage 후의 골재생을 좌우하는 요인이라고 보고하였다(A).

또한 Rosling 등(1976b)은 다수의 골연하 결손을 가지고 있고 진행된 치주질환으로 이환된 환자에게 다른 종류의 치주외과술식을 시행하고, 밀도 높은 maintenance program 후의 치료결과를 비교하였다. 가장 현저한 골재생은 flap curettage를 시행하고 골절제를 시행하지 않은 채 치은판막으로 창면을 완전하게 피복한 경우에 얻어진다는 것을 보고하였다(B).

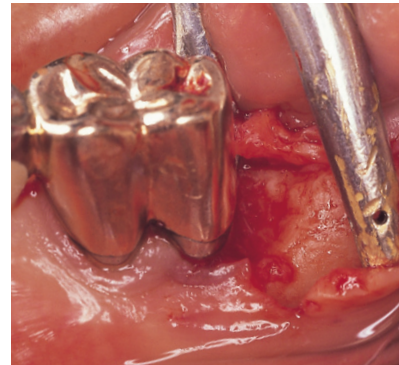
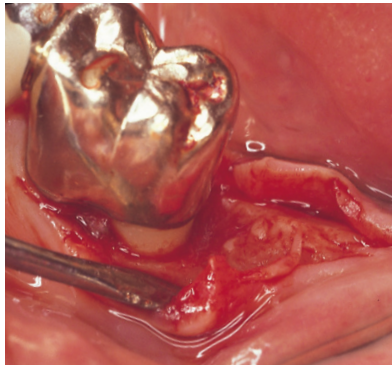
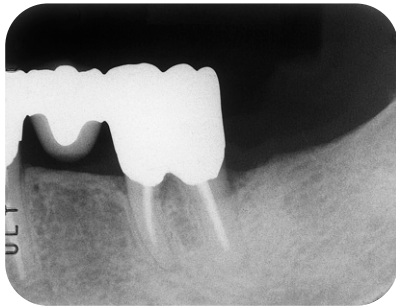
Rosling 등(1976ab)과 Polson & Heijl(1978)의 결과는 외과적으로 골연하 결손부를 제거한 후에 최적의 plaque control이 유지된 경우에 모든 골연하 결손부에 골재생이 일어난다고 보고하고 있다. Laurell 등(1998)은 골연하 결손에 대한 flap 수술에 대하여 15가지 임상연구(305부)를 정리하였고, 골연하 결손(3~5mm)은 결손의 깊이에 관계없이 1~2mm의 attachment level 획득과 골침가가 확인된다고 보고하고 있다(표 3-1-1). 마찬가지로 Lang (2000)은 골연하 결손을 flap 수술(access flap surgery)로 치료한 28개의 연구(847 부위)에서 평균 1.78mm에 해당되는 임상적 attachment level의 획득이 얻어졌다고 보고하였다. 또한 방사선 사진에 의한 평가에서는 15개의 연구(523 부위)에서 평균 1.55mm의 골재생이 얻어졌다고 설명하고 있다.

이상과 같이 골연하 결손부의 flap curettage 후에 거의 2mm에 가까운 attachment level의 획득과 평균 1.5mm의 골재생을 기대할 수가 있다. 그러나 여기에서 주의하지 않으면 안 되는 것은 flap curettage 후의 치유에는 골결손 형태가 크게 영향을 미치고 있다는 사실이다(그림 3-1-3). 또한

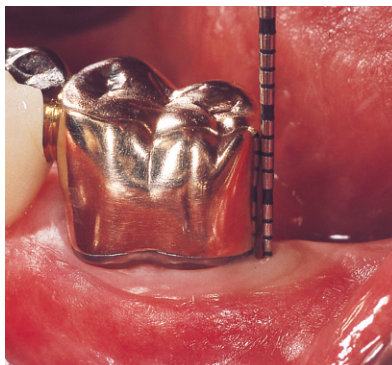
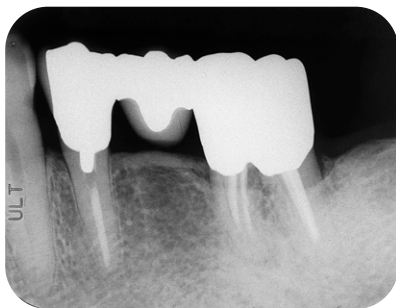
그림 3-1-1. Flap curettage에 의한 골재생.



49세, 남성. 초진으로부터 6개월(1985. 4). 16 원심에 수직성 골결손을 수반하는 9mm의 골연하 포켓, 설측에 II도의 근분기부 병변, 결손폭이 큰 골연하 결손(방사선 사진상의 골결손 각도 radiographic defect angle 약 40°)이 보인다. 치은판막 박리 후 16의 원심에 폭이 넓고 깊은 3벽성 골결손이 확인된다. 설측은 근분기부의 수평적 포켓을 제거하기 위해서 근분기부의 치질을 삭제하였다(odontoplasty)(설측은 거울에 비친 상).



초진으로부터 7년 3개월. Flap curettage를 한지 6년 8개월(1992. 1). 골결손부 대부분에 골이 재생된 양호한 골개조상이 보인다. 넓고 깊은 3벽성 골결손부의 골재생이 뚜렷하다. 치은판막을 박리시키고 잔존된 얇은 골결손을 골정형으로 제거하였다(설측은 거울에 비친 상).



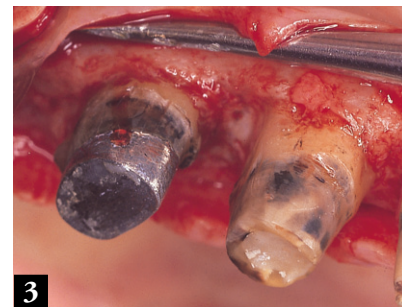
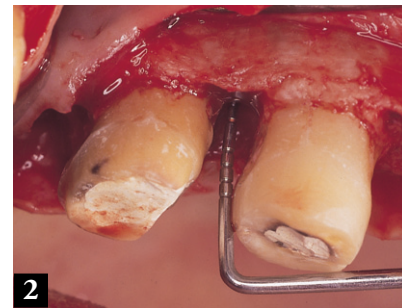
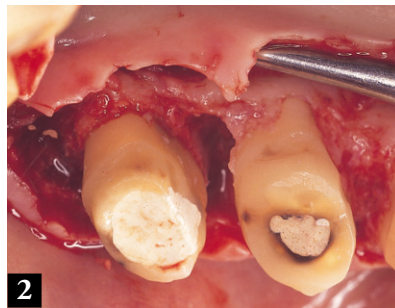
초진으로부터 21년 5개월. 최종 보철물을 장착한 후 20년 3개월(2006. 3). 치조골정의 레벨은 유지되고 있으며, probing 수치는 2mm 이내를 유지하고 있고, probing 시의 출혈은 보이지 않는다. 보철물 주위의 치은퇴축도 없고, 치은변연은 안정된 상태를 장기간에 걸쳐 유지하고 있다(설측은 거울에 비친 상).

그림 3-1-2. Flap curettage에 의한 2벽성 골결손의 골재생.



1 48세, 여성. 초진 시(1990. 8). 765의 치아 정출이 현저하다.

2 초진으로부터 3개월. 적절한 교합평면을 회복하기 위해서 교합면을 삭제하고 있다. 61PPD: 근심 5mm, 원심 7mm. 치간부의 골결손상은 방사선 사진상에서는 명확하지 않다. 치은판막을 박리시킨 후 61원심의 치간부에 깊고 넓은 2벽성 골연하 결손이 보인다. 치근면에 대한 root curettage와 골결손부에 잔존된 연조직을 철저히 제거하고, 골수강을 노출시킨다. 봉합 시에는 intrabony technique(Prichard: 1957, 1977)을 이용하고 있다.



3 술후 1년(1991. 11). 깊고 넓은 2벽성의 골 crater는 협설측의 두꺼운 골벽에 감추어져 방사선 사진에서는 확인이 불가능하다. 술후에 골재생이 얻어진 것도 방사선 사진을 통해서 판정이 어렵다. 술후 1년 1개월의 reentry시(1991. 12). 넓고 깊은 2벽성 골결손은 골재생에 의하여 완전하게 사라져 있다. 협측과 설측의 골벽이 존재하는 2벽성의 깊은 crater상(狀) 골결손에서는 flap curettage 후에 골재생이 얻어지기가 쉽다.

4 방사선 사진은 초진으로부터 2년 4개월(1992. 12). 구강내는 최종 보철물 장착 시(1992. 10).

5 초진으로부터 14년 7개월(2005. 3). 치주조직은 양호한 상태를 유지하고 있고, 61원심의 치간부에서 연속된 치조경선이 보인다. 치수과사에 의하여 61의 구개근 주위 및 61주위에 방사선 투과상이 확인되었으므로 치내요법 치료를 시행하였다(2003. 12). 61의 크라운은 재제작. 치간부 골점의 레벨은 유지되어 치근막의 확대도 보이지 않는다. 71의 치경부에 근면우식이 확인된다(구개측은 거울에 비친상).



표 3-1-1. Open flap debridement에 의한 골연하 결손의 치료 후에 알게 된 임상 결과(15의 연구, 305개 부위)

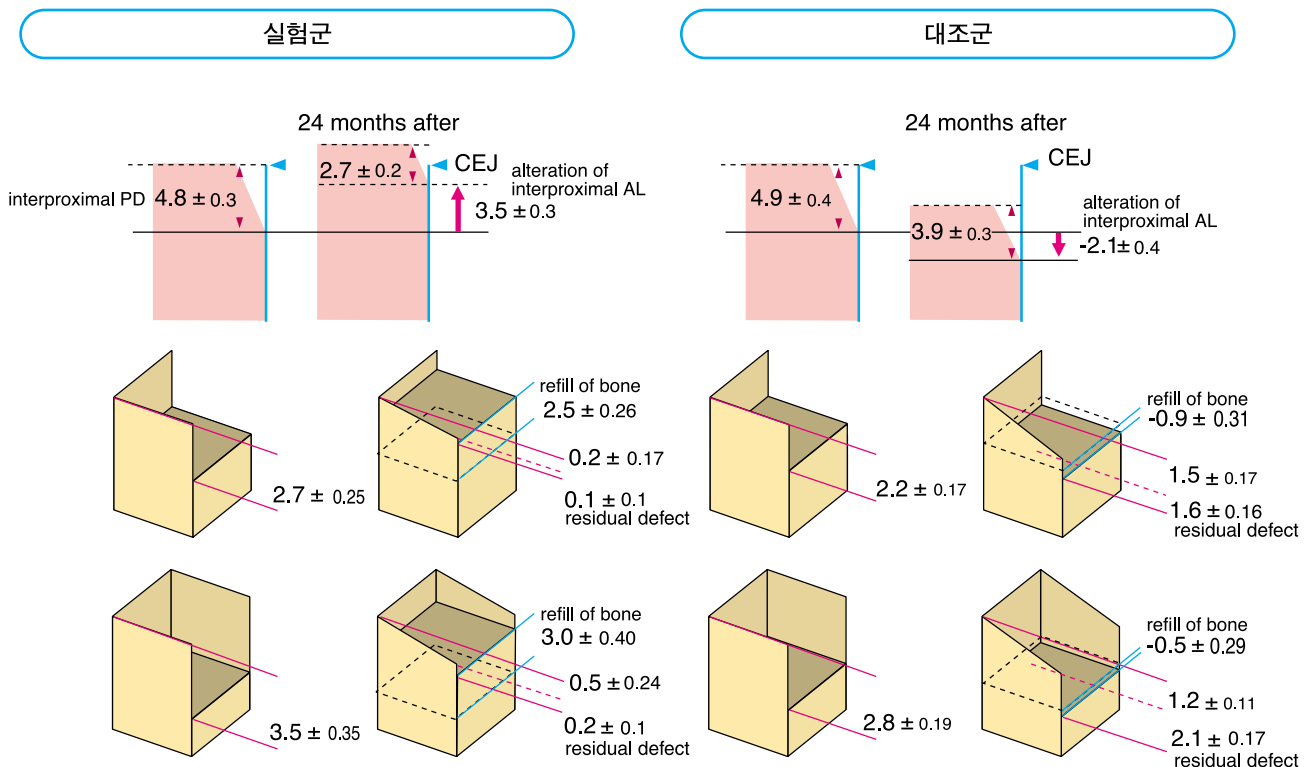
Author	Treatment	N (defects)	PD(initial)	PD(residual)	Defect Depth	CAL Gain	Bone Gain
Polson & Heijl 1978	Open flap	15	-	-	4.0±1.6	-	3.1±1.3
Renvert & Egelberg 1981	Open flap	19	7.5±1.5	4.7±1.4	4.2±1.5	1.2±0.9	0.9±1.2
	Open flap+CA	26	7.7±2.0	4.3±1.7	5.2±2.0	2.1±2.3	1.5±1.3
Froum et al. 1982	Open flap	31	7.4±1.9	4.1±1.7	3.7±1.6	1.4±1.0	1.2±1.0
Renvert et al. 1985b	Open flap	25	6.8±1.1	4.1±0.6	4.1±1.6	1.3±0.8	0.7±0.9
Renvert et al. 1985a	Open flap+CA	28	6.1±0.8	4.2±0.8	3.1±0.9	1.1±1.0	0.8±0.9
Durwin et al. 1985	Open flap+CA	14	8.0±1.6	5.4±1.5	6.9±1.1	1.1±0.9	1.2±1.2
Mellonig et al. 1984	Open flap	15	6.5±1.3	3.7±1.2	3.3±1.2	1.5±1.9	1.3±1.2
Meffert et al. 1985	Open flap	12	-	-	4.3±1.3	-	0.9±0.8
Yukna et al. 1985	Open flap	42	6.3±0.2	3.5±0.3	3.4±0.2	1.3±0.2	0.8±0.2
Borghetti et al. 1993	Open flap	9	5.2±1.5	3.8±1.1	2.6±0.7	0.9±1.3	0.8±1.2
Mattson et al. 1995	Open flap	9	6.4±1.4	4.5±1.7	4.1±1.3	0.4±2.0	1.1±1.0
Cortellini et al. 1995c	Open flap	15	8.3±2.0	3.7±1.3	5.3±1.8	2.5±0.8	not given
Cortellini et al. 1996b	Open flap	12	8.5±2.0	4.2±0.9	6.7±1.1	2.3±0.8	not given
Masters et al. 1996	Open flap	15	7.0±1.3	3.5±1.0	3.9±0.9	2.4±1.8	1.3±1.8
Kim et al. 1996	Open flap	18	7.2±1.2	3.9±0.9	5.8±1.8	2.0±1.7	0.5±2.0
Total		305	7.0±0.9	4.0±0.5	4.3±1.2	1.5±0.6	1.1±0.7

CAL : clinical attachment level·CPD·Fprobing depth

Rosling 등(1976a)

Flap 수술* 후 실험적으로 2주에 1회씩 PTC를 포함하여 maintenance program을 시행하는 그룹과 대조군으로써 12개월에 1회의 maintenance를 시행하는 그룹을 비교하였다. 2년 후에 실험군에서 보인 2벽성(64개 부위), 3벽성(60개 부위)의 모든 골연하 결손부위가 방사선 사진 평가에서 골로 완전하게 덮였고, 대조군에서는 102개 부위중에 4개 부위에만 골재생이 일어났다고 보고하였다(A).

*Rosling 등(1976a)의 논문에서는 modified Widman flap surgery로 기록되어 있다.



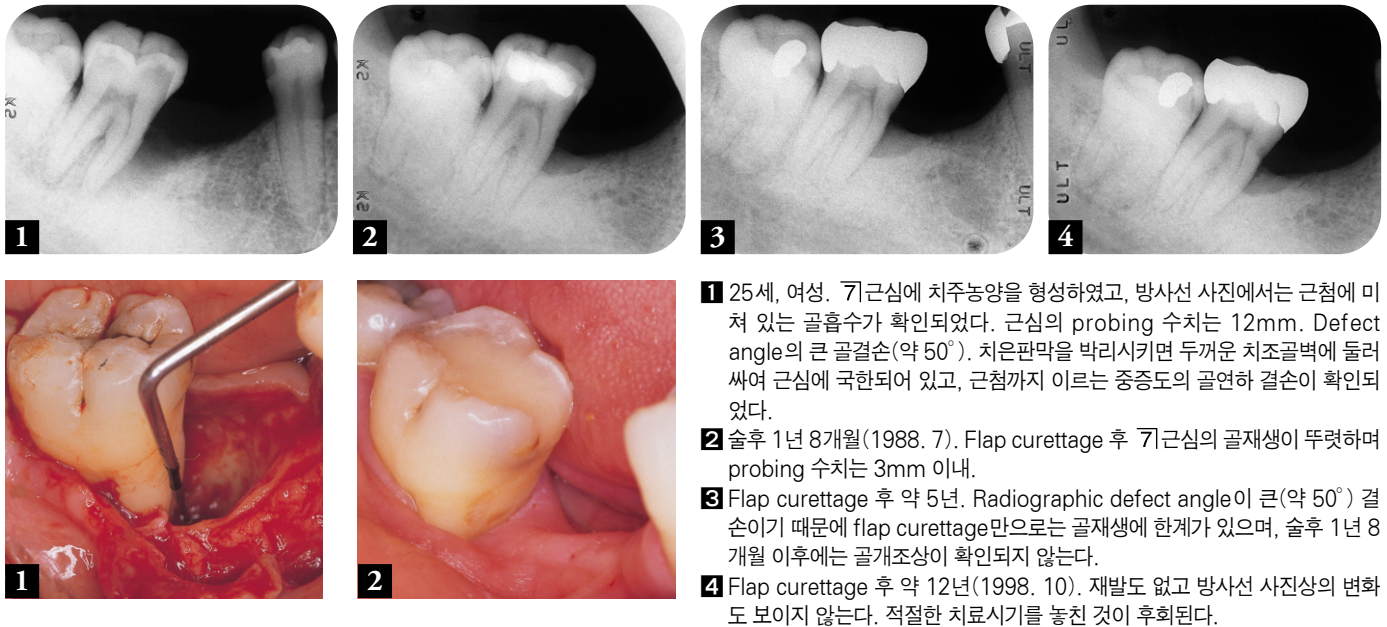
A 외과수술, 2벽성과 3벽성 골연하 결손의 골재생.

Rosling(1976a)의 데이터를 기준으로 작성

Steffensen & Weber(1989)는 치주치료 후에 일어나는 방사선 사진상의 치조골 투영상 변화와 술전의 골결손 각도(defect angles)에 대한 상관관계를 조사하여, 술전의 골결손 각도가 술후의 방사선 사진 변화와 상관관계가 있다는 것을 설명하고 있다(○).

이 각도가 작은 골결손 즉, 결손폭이 좁은 골연하 결손은 flap curettage 후에 가장 바람직한 치유를 보인다(그림 2-4-3). Cortellini & Tonetti(1999)는 GTR에 의한 재생요법에서도 이 각도가 25° 이하인 좁은 골결손에서는 37° 이상의 넓은 골결손보다 치료 후에 평균 1.5mm 많은 attachment level의 획득이 얻어졌다는 똑같은 결과를 보고하였으며, 방사선 사진상에서 치관측 입구가 좁은 골연하 결손은 치료 후에 양호한 결과가 얻어진다고 결론을 지었다(Klein 등: 2001; Eickholz 등: 2004).

그림 3-1-3. 각도가 큰 골결손에 대한 flap curettage 후에 알 수 있는 골재생의 한계.

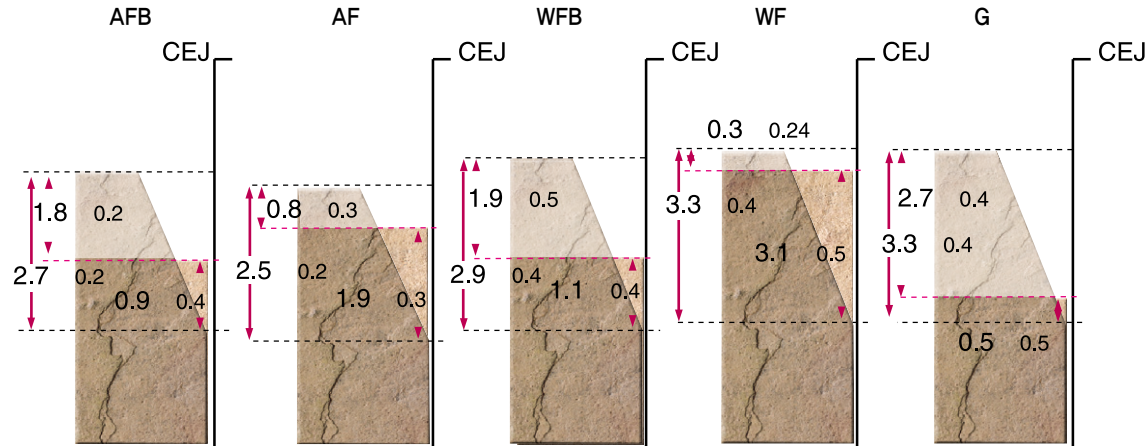


- 1** 25세, 여성. 기근심에 치주농양을 형성하였고, 방사선 사진에서는 근첨에 미처 있는 골흡수가 확인되었다. 근심의 probing 수치는 12mm. Defect angle의 큰 골결손(약 50°). 치은판막을 박리시키면 두꺼운 치조골벽에 둘러싸여 근심에 국한되어 있고, 근첨까지 이르는 중증도의 골연하 결손이 확인되었다.
- 2** 술후 1년 8개월(1988. 7). Flap curettage 후 기근심의 골재생이 뚜렷하며 probing 수치는 3mm 이내.
- 3** Flap curettage 후 약 5년. Radiographic defect angle이 큰(약 50°) 결손이기 때문에 flap curettage만으로는 골재생에 한계가 있으며, 술후 1년 8개월 이후에는 골개조상이 확인되지 않는다.
- 4** Flap curettage 후 약 12년(1998. 10). 재발도 없고 방사선 사진상의 변화도 보이지 않는다. 적절한 치료시기를 놓친 것이 후회된다.

Rosling 등(1976b)

다수의 골연하 결손을 가지고 있는 진행된 치주질환으로 이환된 50명의 환자에게 다섯 가지 다른 종류의 치주외과술식을 시행하고, 먼저 시행했던 실험과 똑같은 밀도 높은 maintenance program 후의 치료결과를 비교하였다.

이 연구에서 술후의 밀도 높은 maintenance가 지속되면 다섯 종류의 외과술식은 치주조직을 치유시키지만 지지조직의 재생에 관해서는 각기 아래와 같이 다른 결과를 초래하였다. 특히, 골연하 결손 내부의 가장 큰 골재생은 골절제를 하지 않고 치은판막으로 창면이 완전하게 피복된 경우에 얻어졌다. 즉, 가장 보존적인 외과적 술식인 modified Widman flap surgery without bone resection을 이용한 경우에 임상적인 attachment level의 획득이 많았고, 골결손 내부에 대한 골재생이 최대로 얻어졌으며, 골연하 결손의 가장 바람직한 치료결과임을 보여주었다(B).



- AFB : apically repositioned flap operation including elimination of bony defects
- AF : apically repositioned flap operation including curettage of bony defects but without removal of bone
- WFB : modified Widman flap technique including elimination of bony defects
- WF : modified Widman flap technique including curettage of bony defects but without removal of bone
- G : gingivectomy including curettage of bony defects but without removal of bone

Rosling(1976b)의 데이터를 기준으로 작성

B 다섯 가지 다른 치료법에 의해 치료 후에 보이는 골연하 결손부의 골침가와 변연 치조골정의 변화 (50명의 환자-각 치료 그룹당 10명씩의 환자).

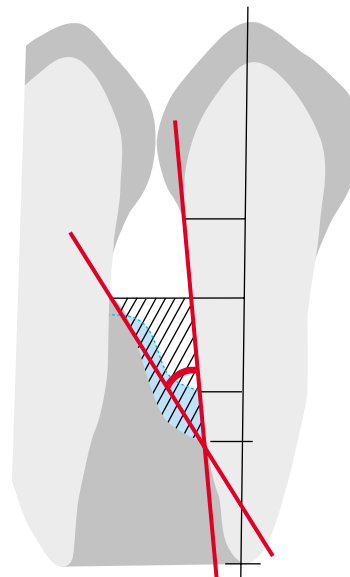
Steffensen & Weber(1989)

치주치료 후에 발생하는 방사선 사진상의 치조골 투영상 변화와 술전의 defect angles의 상관관계를 조사하였다(C). 외과수술 직전의 방사선 사진과 술후 15~18개월의 방사선 사진을 비교하였고, 술전의 defect angle은 치료 후의 치조골 방사선 사진의 변화와 상관되어 있다는 것이 명확해졌다. Defect angle이 45°보다도 작은 골결손에서는 평균 1.22mm의 골증가가 보였고, defect angle이 큰 결손(45~90°)인 경우에는 거의 변화가 없었으며, 90° 이상의 defect angle을 가진 골결손에서는 술후 약간의 치조골 레벨이 상실되었다. 또한 근분기부를 수반하지 않는 치근 표면의 골결손은 근분기부가 관련된 골결손에 비하여 치유의 변화가 보다 양호하였다. Defect angle이 45°보다 작은 골결손에서는 술전 골결손의 31.3%에 해당되는 부분(개조상)이 방사선 사진에 나타났다. 외과수술 후 15~18개월이 지났을 때 촬영한 방사선 사진상에서는 명확한 골침가상이 상하악의 소구치에서 관찰된 것에 비하여 상악 대구치에서는 명확한 변화가 확인되지 않았다.

* Steffensen & Weber(1989)의 논문에서는 modified Widman flap surgery with no osseous recontouring로 표현되어 있다.

C Defect angle

방사선 사진상의 골결손 각도(defect angle)란 것은 방사선 사진상에서 근면과 수직성 골결손의 골벽이 형성하는 각도를 말한다.



Steffensen & Weber(1989)에서 인용

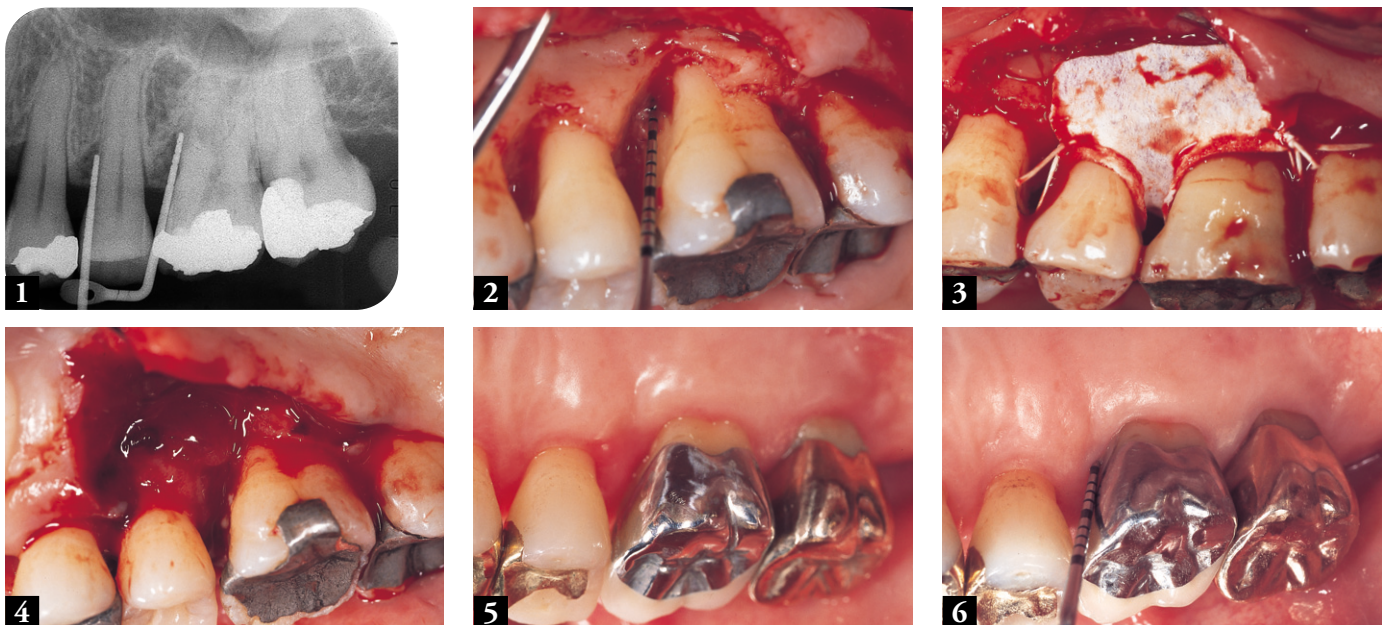
2. 치주조직 재생요법(GTR)의 평가

Evaluation of Guided Tissue Regenerative therapy(GTR)

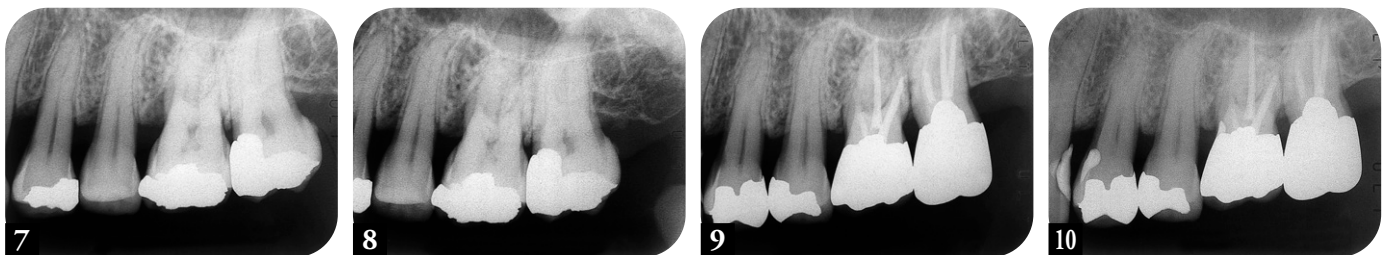
1) GTR에 의한 attachment 획득과 probing 수치의 감소

치주조직 재생요법은 치주염에 의하여 발생된 부착 상실과 골결손을 개선시키는 치료기술이다. 말할 필요도 없는 것이겠지만 재생요법을 적용하기 전에 적절한 치주치료를 끝내 둘 필요가 있다(Karring 등: 2003).

그림 3-2-1. 깊은 골결손과 II도인 근분기부 병변에서의 골재생(flap curettage/골이식/GTR).



- 1** 51세, 여성. 초진(1995. 11)으로부터 8개월 후. **14**, **15**와 **16**의 근심에 수직성 골결손이 확인된다. **16** 근심의 defect angle은 약 40°이며, **16**의 root trunk가 길다.
- 2** **16** 근심에 깊이 5mm의 1벽성 골연하 결손(hemisepta), 근분기부 병변 II도(거울에 비친 상).
- 3** **16** 근심은 골이식 후 interproximal type의 막(W.L.GORE사)을 봉합. **15** 근심은 flap curettage, **14** 근심은 골이식으로 대응.
- 4** 술후 39일. 막을 제거한 후의 신생조직.
- 5** 재생요법 후 3년 5개월(1999. 12). 근분기부의 구강내 노출은 없다.
- 6** 재생요법으로부터 9년 7개월(2006. 3). probing 수치는 3mm이며, probing 시의 출혈은 보이지 않는다.

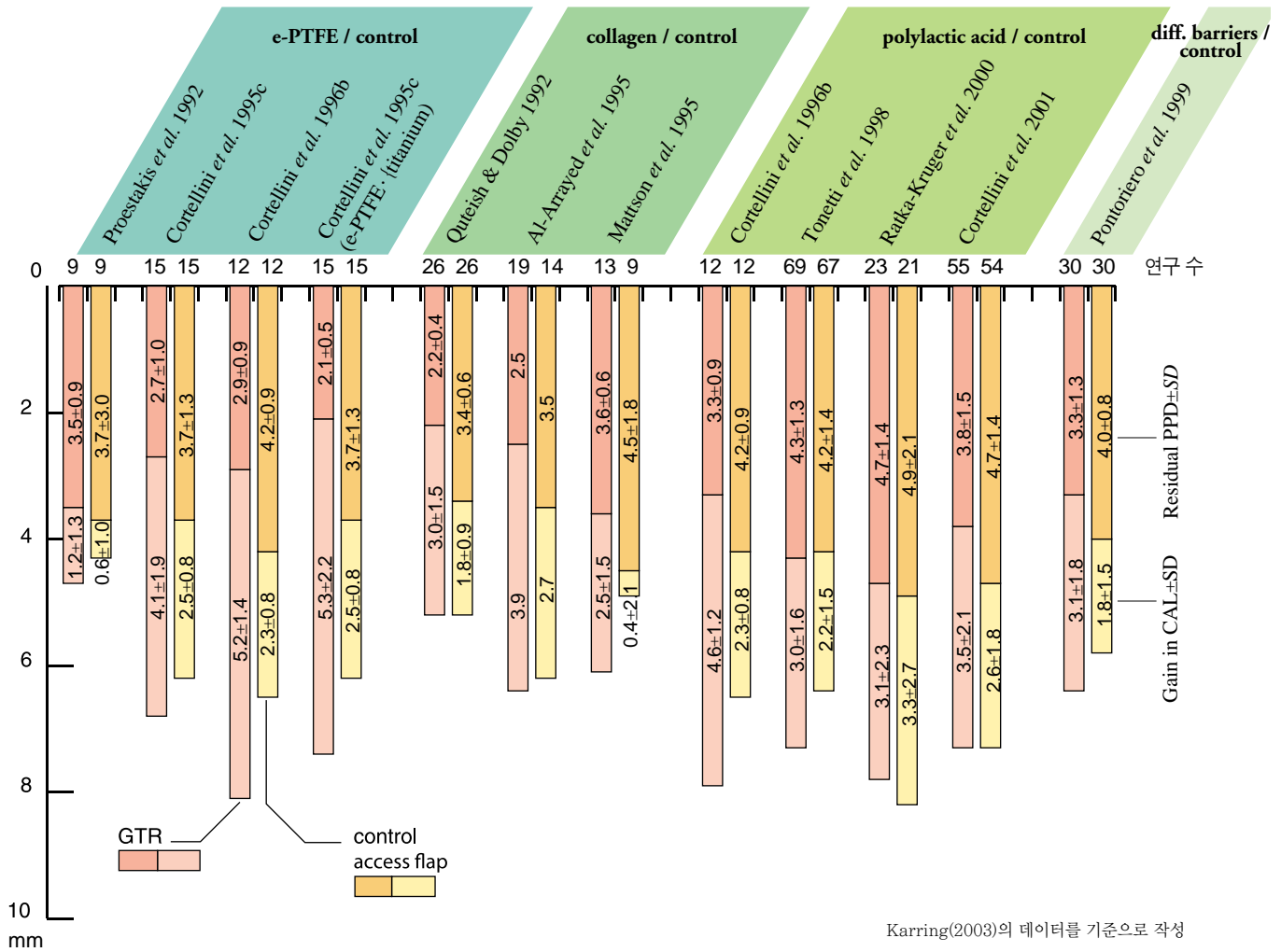


- 7** 술후 4개월(1996. 11). 골결손 저부에서 골재생이 시작되고 있다.
- 8** 술후 11개월(1997. 6). **16** 근심에서는 골재생 속도가 느리고 완만하기 때문에 골개조의 명확한 변화가 보이지 않는다.
- 9** GTR 치료 후 2년 8개월(1999. 3). 골연하 결손부 전체에 골재생.
- 10** 재생요법을 한지 9년 7개월(2006. 3). 근분기부 병변을 수반하는 1벽성 골결손부에서 골이식을 병용한 GTR에 의하여 양호한 결과가 얻어졌다. **14**와 **15** 근심의 골연하 결손도 각각 골이식과 flap curettage에 의하여 골재생이 확인된다.

표 3-2-1. 깊은 골연하 결손에 대한 GTR의 임상 결과

Authors	Membrane	N	Gains in CAL±SD(mm)	Residual PPD±SD(mm)
Quteish & Dolby 1992	collagen	26	3.0±1.5	2.2±0.4
Selvig <i>et al.</i> 1992	e-PTFE	26	0.8±1.3	5.4
Becker & Becker 1993	e-PTFE	32	4.5	3.9±0.3
Cortellini <i>et al.</i> 1993a	e-PTFE	40	4.1±2.5	2.0±0.6
Falk <i>et al.</i> 1993	polylactic acid	25	4.5±1.6	3.0±1.1
Laurell <i>et al.</i> 1994	polylactic acid	47	4.9±2.4	3.0±1.4
Becker <i>et al.</i> 1996	polylactic acid	30	2.9±2.0	3.6±1.3
Gouldin <i>et al.</i> 1996	e-PTFE	25	2.2±1.4	3.5±1.3
Tonetti <i>et al.</i> 1996b	e-PTFE	23	5.3±1.7	2.7
Benqué <i>et al.</i> 1997	collagen	52	3.6±2.2	3.9±1.7
Falk <i>et al.</i> 1997	polylactic acid	203	4.8±1.5	3.4±1.6
Cortellini <i>et al.</i> 1998	polylactic acid	23	3.0±1.7	3.0±0.9
Tonetti <i>et al.</i> 1998	polylactic acid	69	3.0±1.6	4.3±1.3
Pontoriero <i>et al.</i> 1999	diff. barriers	30	3.1±1.8	3.3±1.3
Sculean <i>et al.</i> 1999a	polylactic acid	52	3.4±1.4	3.6±1.3
Eickholz <i>et al.</i> 2000	polylactic acid	30	3.9±1.2	2.6±1.0
Ratka-Kruger <i>et al.</i> 2000	polylactic acid	23	3.1±2.3	4.7±1.4
Cortellini & Tonetti 2001	diff. barriers	26	5.4±1.2	3.3±0.6
Cortellini <i>et al.</i> 2001	polylactic acid	55	3.5±2.1	3.8±1.5

(Karring: 2003. 단, N > 20)

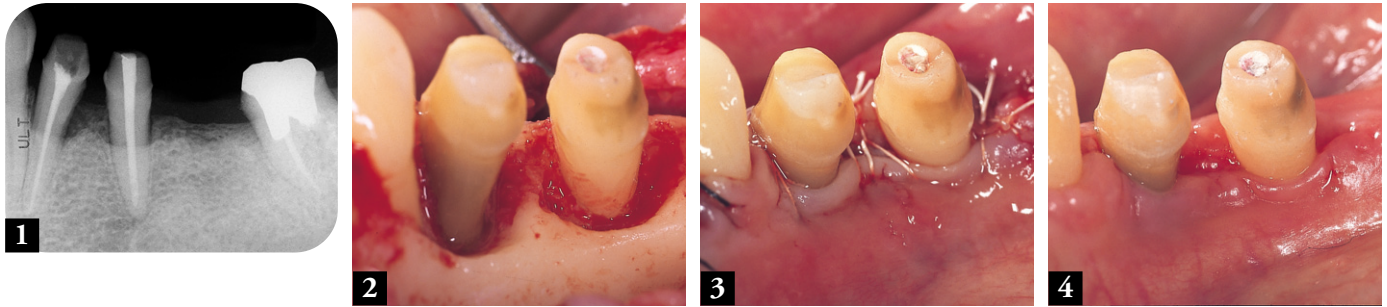


Karring(2003)의 데이터를 기준으로 작성

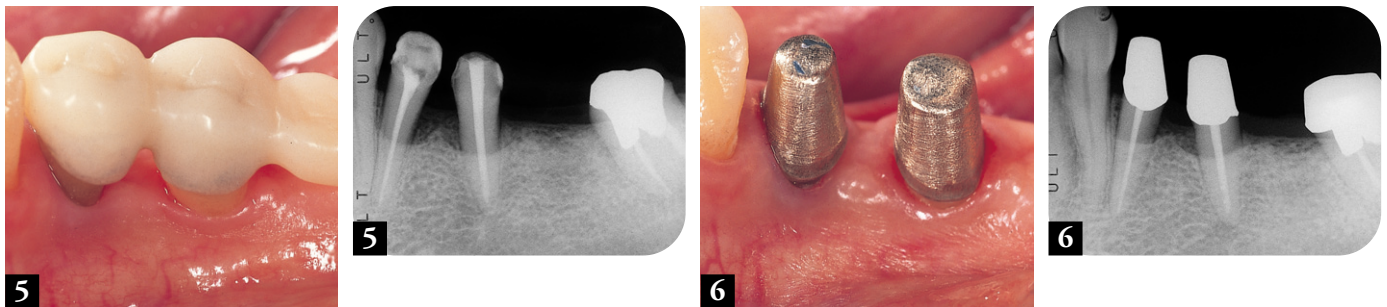
그림 3-2-2. 깊은 골연하 결손에 대한 GTR과 access flap procedures의 임상결과 비교.

CAL = clinical attachment level PPD= probing pocket depth

그림 3-2-3. 엠도게인 겔을 이용한 재생요법의 술후 경과.



- 1 초진 시(1997. 4), 46세인 여성. 초진으로부터 2년 3개월(1999. 7). [4 5]에 수직성 골결손을 수반하는 6~7mm의 골연하 포켓이 보인다.
- 2 [4]와 [5]에서 각각의 원심-설면-근심면에 걸쳐서 환상(環狀) 골결손이 보인다. 골결손의 깊이는 3~6mm.
- 3 골결손 내부의 연조직 제거와 근면의 스케일링 및 root curettage를 시행하고, 골결손 저부에서 엠도게인 겔을 도포한 후 테프론 봉합사를 이용하여 modified mattress suture로 치은판막을 봉합한다.
- 4 술후 3주째에 실을 뽑는다. 치간부 치은에 얇은 치은 crater가 보인다.



- 5 술후 5개월(1999. 12). 치간부의 치은 crater는 개선. [5]의 원심에서는 골개조가 보인다.
- 6 술후 1년 3개월(2000. 10). 내관 장착 후 1개월 반.
- 7 술후 1년 9개월, 브릿지를 장착한 후 1개월(2001. 4).
- 8 EMD 치료를 한지 2년 10개월(2002. 5).
- 9 EMD 치료를 한지 6년 8개월(2006. 3). probing 수치는 1~2mm. [5] 원심, [4] 원심의 골결손은 거의 사라졌지만, [5] 근심의 개선은 확인되지 않는다.

Cortellini 등(1996a)은 조직 유도 재생요법(이하 GTR)으로 치료한 부위의 치주염 재발에 대한 감수성은 일반적인 치주치료로 치료된 부위와 똑같으며, 수직성 골결손에 대한 치료로써 GTR의 이점은 치주질환의 재발에 대한 저항력 증가가 아니라 치료한 치아의 치주지지 증가라고 설명하고 있다.

GTR은 조직재생을 목적으로 한 flap curettage의 한 가지 변법으로 평가된다. 치은판막을 변전시키고 치근면과 골결손부의 철저한 제거(debridement)에 의하여 어느 정도 조직재생을 기대할 수 있는 중례에서는 차폐막(barrier membrane)을 이용하여 치은상피 및 치은결합조직의 치근면에 대한 도달을 막을 수 있다면 신부착을 획득하는 예지성이 높아진다(Case 3B)(Nyman 등: 1982; Gottlow 등: 1986). 즉, 깊은 골연하 결손과 II도의 근분기부 병변은 기존부터 flap 수술에 의하여 부착의 획득을 기대할 수 있었는데 막을 이용하면 예지성이 비약적으로 높아진다(그림 3-2-1)(Gottlow 등: 1986; Nyman 등: 1987; Becker 등: 1988; Pontoriero 등: 1988; Schallhorn & McClain: 1988; Cortellini 등: 1993ab).