

역충전재 및 치근단 절제 각도와 외동 형성 기구에 따른 역충전물의 변연 누출에 관한 전기화학적 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학교실
김진우 · 임성삼

목 차

- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고 문헌
- 영문 초록

I. 서 론

치수 및 치근단 병변이 있는 치아의 보존을 위하여 시행하는 근관 치료는 Grossman⁷⁹⁾ 등에 의해 90% 이상의 성공율을 보인다고 보고된 바 있으나, 근관의 석회화가 심한 경우, 근관의 천공, ledge가 형성된 경우, post and core로 수복된 치아 그리고, 치료 후에도 증상이 잔존하는 증례 등 통법의 근관 치료 만으로는 치료의 성공을 기대하기 곤란한 경우들이 있다^{6, 16, 18, 80)}.

이와 같이 통상의 근관 치료법으로 치료 예후가 불량하게 평가되는 치근단 병소를 가진 치아의 경우, 치아의 상실을 방지 하기 위해 일반적으로 치근단 절단술이 병행되며, 미생물과 그 독소가 치근단 조직으로 누출되는 것을 차단하기 위해 대개의 경우 역충전을 시행하게 된다^{16, 17, 19, 25, 53, 66)}.

역충전시에는 외동 형성과 충전물 용이하게 하기 위해 치근단 절제 시 bevel을 부여하게 되며, 외동

형성에는 특별히 고안된 micro-head angle과 bur등을 이용하고, 역충전 재료로는 amalgam^{4, 23, 30, 33, 62, 63, 66, 74)}, cavit^{35, 60)}, composite resin^{24, 28, 53)}, gold foil¹⁷⁾, poly carboxylate^{55, 61)}, glass ionomer^{2, 25, 73)}, TERM¹¹⁾, gutta percha^{10, 12, 18, 19, 27, 50, 51, 75, 86)} 등을 사용해왔다. 그동안 아말감이 적합력이 좋고, 경화 후 약간 팽창되어 변연 누출을 극소화 시키고, 흡수가 되지 않는다는 등의 이유로 역충전 재료로 오랫동안 사용되어져 왔으나^{6, 7)}, 아말감은 역충전재로 사용하기에 부적당하다는 Kopp⁵⁾의 보고와, 충전후의 아말감의 탈락, 입자의 분산등 여러 가지 단점이 있어 아말감의 대체 재료를 이용하게 되었다^{12, 17, 18)}.

Oynick⁷⁸⁾이 SuperEBA cement를 처음 역충전재료로 사용한 이래, Szeremeta-Browar³⁹⁾, Bondra¹⁷⁾ 등이 SuperEBA cement의 우수한 변연 폐쇄 능력을 보고하였고, 이 밖에도 IBM(Intermediate Restorative Material), cermet glass ionomer cement등이 새로운 역충전 재료로 사용되고 있으며, 임시 가봉재인 산화 아연 유지놀 시멘트에서 유지놀의 함량을 최소로 줄인 desiccated ZOE도 사용, 평가되고 있다^{7, 11, 17, 22)}.

시술중 시야와 역충전을 용이하게 하기위해 치근단 절제 시 bevel을 부여하게 되는데, 이로 인해 bevel면에 근관과 치근단 조직과의 또 다른 통로인 상아 세관이 노출되게 되며, Vertucci³¹⁾, Adriaens⁴⁹⁾등이 이에 따른 문제점을 지적하였으나, 국내에서는 아직 치근단 절제 시 bevel부여 여부에 따른 변연 누출

* 본 연구는 1993년도 서울대학교병원 임상연구비에 의하여 이루어진 것임.

정도에 대해 보고된 바 없다.

bur를 이용한 역충전 외동 형성법은 handpiece head의 크기 때문에 시술부위의 접근이 제한되고, 치근단부 절단 시 부여하는 bevel의 각도가 커지며, 외동의 형태가 불규칙해지는 단점이 있었다. 최근에 소개된 초음파 삭제 기구는 시술부위의 접근이 용이해 bevel의 각도를 줄여 상아 세관을 통한 미세 누출을 줄일 수 있고, 절단면이 균일하다는 장점이 있으나^{1,2)}, 이⁸¹⁾, 이⁸²⁾ 등은 기존의 bur에 비해 변연 폐쇄성에 별다른 영향을 미치지 않는다고 하였다.

역충전 재료의 폐쇄효과를 평가하기 위한 방법으로는, 색소 침투법과^{16, 17, 18, 19, 44, 45, 50)} 자기 방사선법^{39, 46, 52, 55)} 등이 흔히 이용되고 있으나, 색소의 pH, 농도, 방사선 동위원소의 종류 등 변수에 따른 측정치의 차이가 크고, 정량적 측정이 아닌 정성적 측정이며, 그 측정을 일 회밖에 할 수 없는 등의 단점이 있어^{7, 11, 34, 57, 77, 83)}, Jacobson⁴⁸⁾이 미세누출을 신속히 정량 측정할 수 있는 전기화학법을 제안하였고, Mattison 등^{3, 14, 36, 42, 85)}에 의해 효과적이고 신뢰할 수 있는 방법으로 입증 되었다.

저자는 역충전 재료, 치근단 절단 각도 및 외동 형성 기구에 따른 역충전물의 변연 누출 정도를 관찰하기 위하여, 역충전 재료로는 기존의 재료인 amalgam, 변연폐쇄성에 대해 국내에서 보고된 바 없는 SuperEBA cement, 그리고 실제 임상에서 손쉽게 만들 수 있는 desiccated ZOE를 사용하였으며, 치근단 절제 각도로는 45도의 bevel을 부여한 군과 부여하지 않은 군을 나누고, 외동 형성 기구로는 최근에 개발되어 많은 연구의 대상이 되고 있는 초음파 기구와 기존의 bur를 사용하여, 역충전물의 변연 누출을 30일간 전기 화학법으로 정량 측정하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

I. 실험 재료 및 방법

최근에 발거된 치근이 완성되고 만곡이 심하지 않은 단근치 104개를 실험 대상으로 하여, 최근 표면에 부착되어 있는 잔사와 치석을 스케일러로 제거 후, 실험 치아의 치관부를 고속용 핸드피스에 # 701 fissure bur를 장착해 백아 법랑 경계부에서 절단하고, 3.5% NaOCl용액에 24시간 동안 보관 후 실험에 사용하였다.

#10 k-type file을 근관에 삽입해 치근단공에서 보이기 시작했을 때의 길이보다 1mm 짧은 길이를 근관장으로 정하여, 통법에 따라 # 60 file까지 근관 형성후 #2, #3 gate glidden bur를 사용해 근관을 확대하고, # 701 fissure bur를 고속용 핸드피스에 장착해 치근단 2mm를 치아 장축에 수직 절단하였다. 104개의 치아중 100개의 치아를 실험군으로 하여 아래와 같이 역충전재료, 치근단 절제시 bevel부여 여부, 외동 형성기구에 따라 제1군, 2군, 3군, 4군 및 5군으로 분류하여 실험을 시행하였고, 4개의 치아는 대조군으로 사용하여 초음파기구로 외동형성만 하고 역충전을 하지 않은 치아 2개를 positive control로, 외동 형성과 아말감 역충전후 치근전체에 nail varnish를 도포한 치아 2개를 negative control로 하였다. 각 군당 시편의 분포는 표 1과 같다.

1군, 2군과 3군은 각각 20개의 치아를 대상으로 하여, 초음파 삭제기구(Micro-Endo tip, Amadent Co, USA)를 이용해 직경 1mm, 깊이 3mm의 제 1급 외동을 형성한 후 각각 아말감(Hi-Veraloy, Hankuk-Engelhard Co, Korea), SuperEBA cement(Harry J. Bosworth Co, USA)와 임시 충전용으로 연화된 ZOE를 squeezing cloth에 놓고 핀셋으로 여분의 eugenol이 나오게 짤아서 만든 desiccated ZOE를 충전

Table 1. experimental groups, materials and instruments used in this study

group	retrograde filling material	instrument	bevel	# of teeth
1	amalgam	ultrasonic	no	20
2	super EBA cement	ultrasonic	no	20
3	desiccated ZOE	ultrasonic	no	20
4	amalgam	ultrasonic	yes	20
5	amalgam	bur	no	20
control				4
total				104

하였으며, 4군은 20개의 치아를 대상으로 하여 절단된 치근단면에 45도의 bevel을 부여하고, 초음파 기구로 와동형성 후 아말감으로 역충전하였고, 5군은 20개의 치아를 대상으로 하여 #1 round bur로 와동형성 후 아말감으로 역충전하였다. 역충전된 치아의 변연 누출을 아래와 같이 전기 화학법을 이용해 측정하였다.

전기화학법을 이용한 변연 누출 측정

지름 0.6mm, 길이 10cm의 절연된 구리 전선을 104개 준비하고 구리 전선의 양쪽 끝 5mm씩 절연 피복을 벗겨낸 다음, 구리 전선의 한쪽 끝을 치관부쪽 근관입구를 통해 역충전물에서 1mm 떨어지게 위치시키고, 방사선 사진을 촬영해 위치를 보정하였다. Sticky wax로 구리 전선을 고정시켜 탐지 전극으로 이용하고 치근 전체에 nail varnish를 2회 도포하였다. 이때 역충전재료 주위는 러버댐 편치로 만든 지름 2mm의 러버댐 조각으로 덮어 nail varnish가 묻지 않게 하였다.

뚜껑이 있는 지름 6.5cm, 높이 10.5cm의 플라스틱 용기를 준비하고, 뚜껑의 중심부와 중심부에서 반지름 4.1cm의 원호상에 일정한 간격으로 10개의 구멍을 # 8 round bur로 형성하였다. 구리 전선의 반대쪽 끝이 뚜껑 위로 나오도록 한뒤 접착제로 고정하고 sticky wax로 보강하였다.

또 다른 하나의 구리 전선을 뚜껑의 중심부 구멍에 넣어 표준 전극으로 이용하고, 치근단 1/3 까지만 잠기도록 1% KCl 용액을 용기에 채우고 마개를 닫았다(그림 1). 실험 용기를 37°C로 유지되는 항온조(Precision incubator, Sam Hwa Gong Sa, Seoul, Korea)에 넣어두고, 매일 일회씩 저항계(Digital multimeter, KT-1991Hb, Kiotto Co., Korea)로 전기 저항치를 측정하였다. 변연 누출이 일어나 전해질 용액이 역충전재를 지나 탐지 전극에 도달하면 전해로가 형성되어, 무한대였던 전기 저항치가 변연 누출이 증가함에 따라 점차 감소하게 되고, 이를 역산하여 변연 누출 정도를 산출하였다.

역충전재료에 따른 변연 누출 정도의 차이는 1군, 2군, 3군을 비교하였고, 치근단 절제 각도에 따른 변연 누출 정도의 차이는 1군과 4군을 비교하였으며, 와동 형성 기구에 따른 변연 누출 정도의 차이는 1군과 5군을 비교하여 통계적으로 변연 누출 차이의

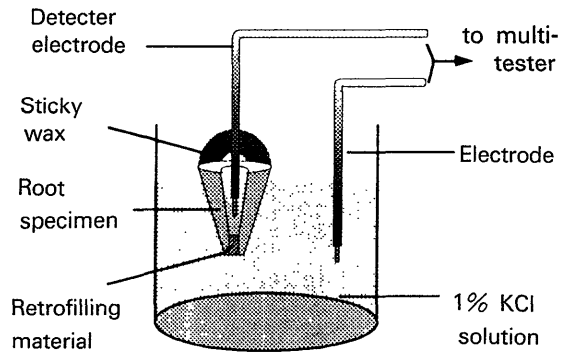


Fig. 1 Schematic drawing of test cell

유의성을 검증하였다.(Scheffe test, t-test)

III. 실험 성적

1. 역충전재료에 따른 변연 누출

역충전 재료에 따른 미세 누출 정도는 Amalgam 충전군(1군)은 제1일째 $0.06 \pm 0.08(1/M\Omega)$ 제30일째 $0.24 \pm 0.15(1/M\Omega)$, Super EBA cement 충전군(2군)은 제1일째 $0.01 \pm 0.02(1/M\Omega)$ 제30일째 $0.77 \pm 0.35(1/M\Omega)$, desiccated ZOE 충전군(3군)은 제1일째 $0.14 \pm 0.10(1/M\Omega)$ 제30일째 $1.68 \pm 0.23(1/M\Omega)$ 로 나타났으며, negative control군은 실험 기간 동안 변연 누출을 보이지 않았고, positive control군은 전 실험 기간에 걸쳐 다른 군에 비해 상당히 높은 변연 누출을 보였다(표 2). Amalgam 충전군(1군)은 15일째부터 오히려 변연 누출이 감소하는 추세를 보였으며, 2일째부터 4일째까지는 SuperEBA cement 충전군(2군)이 가장 낮은 변연 누출을 보였으나 Amalgam 충전군(1군)과 desiccated ZOE 충전군(3군)은 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 8일째부터 18일째까지는 Amalgam 충전군(1군)과 SuperEBA cement 충전군(2군)은 유의할만한 차이를 보이지 않았으며, desiccated ZOE 충전군(3군)이 가장 높은 변연 누출을 보였고, 19일째 이후는 Amalgam 충전군(1군)이 가장 낮은 변연 누출을 보였으며, SuperEBA cement 충전군(2군), desiccated ZOE 충전군(3군)의 순이었다(Scheffe test)(그림 2).

Table 2. Mean microleakage(1/MΩ) and standard deviation of experimental group for retrograde filling materials

	Day	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30
Amalgam	Mean	0.06	0.20	0.25	0.27	0.29	0.28	0.29	0.30	0.30		0.32	0.30	0.29	0.30	0.28		0.28	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24
	S. dev	0.08	0.28	0.31	0.28	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18		0.20	0.20	0.19	0.17	0.24		0.21	0.23	0.20	0.20	0.15	0.15
SuperEBA	Mean	0.01	0.01	0.04	0.09	0.17	0.25	0.30	0.31	0.33	0.34		0.36	0.41	0.47	0.54		0.71	0.72	0.76	0.75	0.75	0.77
	S. dev	0.02	0.02	0.04	0.10	0.16	0.20	0.22	0.16	0.17	0.15		0.14	0.16	0.17	0.15		0.26	0.31	0.38	0.39	0.36	0.35
Desiccated ZOE	Mean	0.14	0.25	0.32	0.34	0.46	0.56	0.54	0.64	0.74	0.75		0.95	1.11	1.30	1.43	1.47	1.51	1.55	1.56	1.58	1.66	1.68
	S. dev	0.10	0.14	0.14	0.12	0.21	0.20	0.15	0.24	0.31	0.26		0.32	0.42	0.44	0.36	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.25	0.23

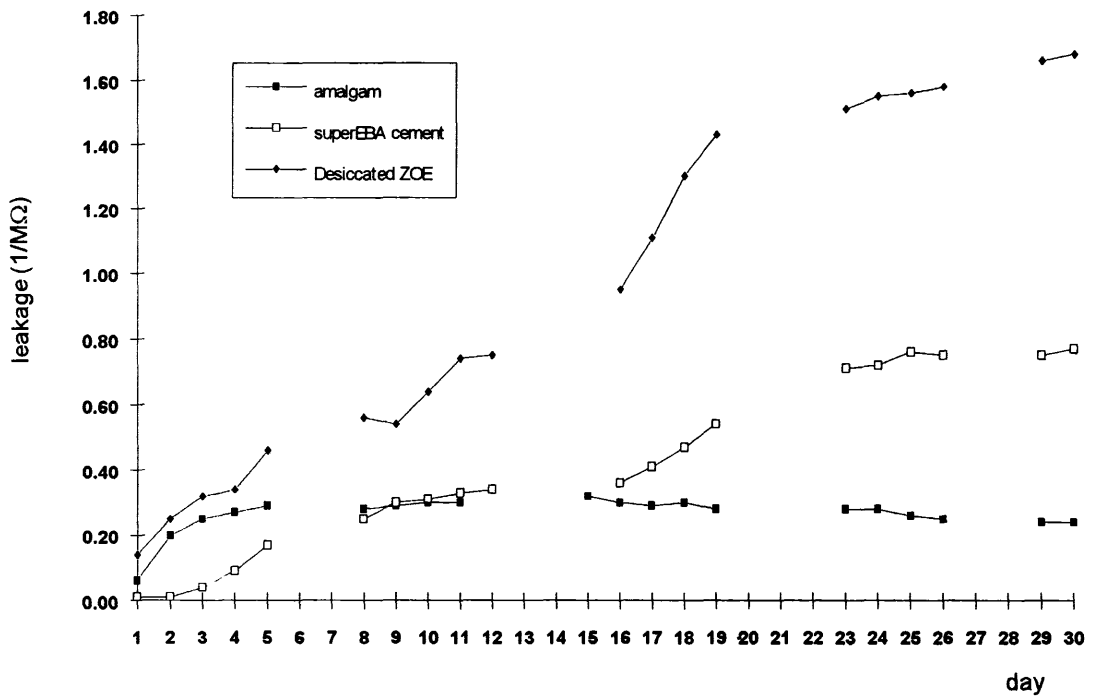


Fig. 2 Marginal leakage of experimental group for retrograde filling materials

2. 치근단 절제 시 bevel부여 여부에 따른 변연 누출

치근단 절제 시 bevel부여 여부에 따른 변연 누출은, bevel를 부여 하지 않은 군(1군)은 제1일째 $0.62 \pm 0.08(1/M\Omega)$ 제30일째 $0.24 \pm 0.15(1/M\Omega)$,

bevel을 부여한 군(4군)은 제1일째 $0.62 \pm 0.49(1/M\Omega)$ 제30일째 $1.60 \pm 0.52(1/M\Omega)$ 이었다(표 3). 실험기간 내내 bevel을 부여 하지 않은 군(1군)이 bevel을 부여한 군(4군)보다 더 낮은 변연 누출을 보였다($p < 0.05$)(t-test)(그림 3).

Table 3. Mean microleakage(1/MΩ) and standard deviation of experimental group for bevel

Day	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	
No bevel	Mean	0.06	0.20	0.25	0.27	0.29	0.28	0.29	0.30	0.30	0.32	0.30	0.29	0.30	0.28		0.28	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24	
	S. dev	0.08	0.28	0.31	0.28	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.20	0.20	0.19	0.17	0.24		0.02	0.23	0.20	0.20	0.15	0.15	
Bevel	Mean	0.62	0.71	0.81	0.95	0.96	1.00	1.02	1.03	1.05	1.09		1.13	1.19	1.22	1.29	1.36	1.36	1.39	1.46	1.52	1.59	1.60
	S. dev	0.49	0.44	0.40	0.46	0.54	0.55	0.54	0.55	0.53	0.52		0.51	0.52	0.47	0.47	0.46	0.47	0.51	0.49	0.52	0.53	0.52

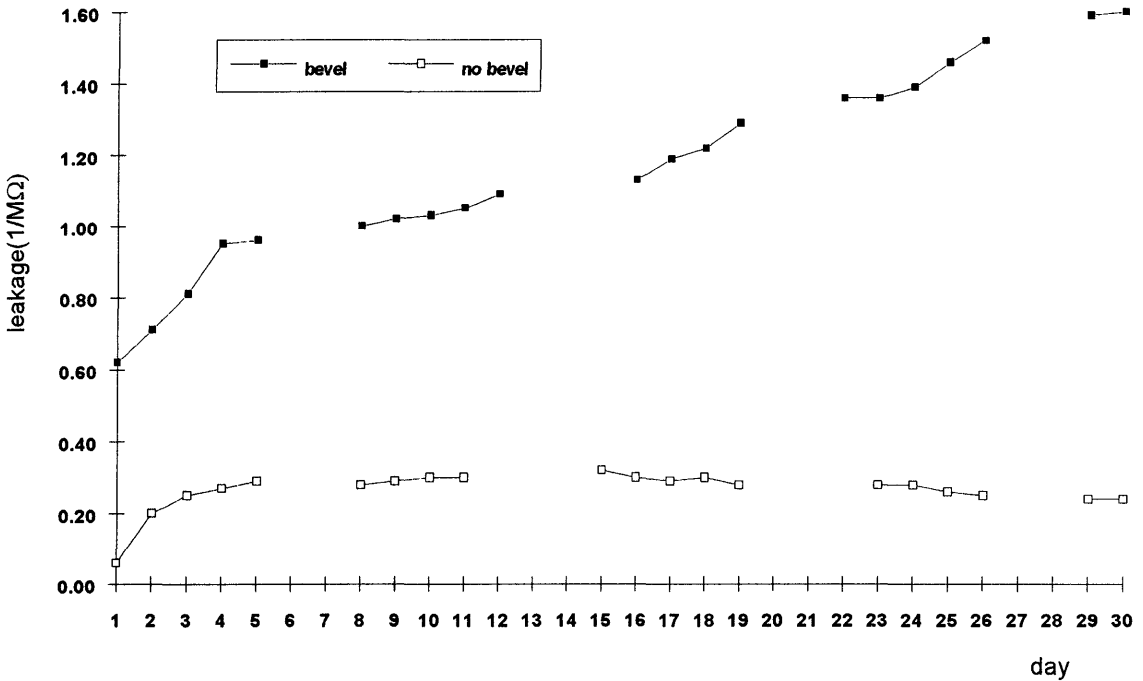


Fig. 3 Marginal leakage of experimental group for bevel.

3. 외동 형성 기구에 따른 변연 누출

외동 형성 기구에 따른 변연 누출 정도는 초음파 삭제 기구를 이용한 군(1군)이 제1일째 $0.06 \pm 0.08(1/M\Omega)$ 제30일째 제30일째 $0.24 \pm 0.15(1/M\Omega)$ 로 나타났으며, bur를 이용한 군(5군)이 제1일째 $0.50 \pm 0.18(1/M\Omega)$ 제30일째 $0.33 \pm 0.16(1/M\Omega)$ 의 변연 누

출을 보였고(표 4), 초음파 삭제기구를 이용한 군(1군)이 bur를 이용한 군(5군)보다 19일째까지는 낮은 변연 누출을 보였으나($p < 0.05$), 23일째 이후로는 유의한 차이가 인정되지 않았다($p > 0.05$)(t-test)(그림 4).

Table 4. Mean microleakge(1/MΩ) and standard deviation of experimental group for instruments

	Day	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30
Ultrasonic	Mean	0.06	0.20	0.25	0.27	0.29	0.28	0.29	0.30	0.30		0.32	0.30	0.29	0.30	0.28		0.28	0.28	0.26	0.25	0.24	0.24
	S. dev	0.08	0.28	0.31	0.28	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18		0.20	0.20	0.19	0.17	0.24		0.02	0.23	0.20	0.20	0.15	0.15
Bur	Mean	0.50	0.63	0.64	0.64	0.63	0.64	0.63	0.60	0.60	0.57		0.51	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.39	0.37	0.36	0.34	0.33
	S. dev	0.18	0.23	0.21	0.19	0.28	0.16	0.16	0.22	0.23	0.23		0.22	0.23	0.23	0.22	0.20	0.20	0.19	0.19	0.17	0.15	0.16

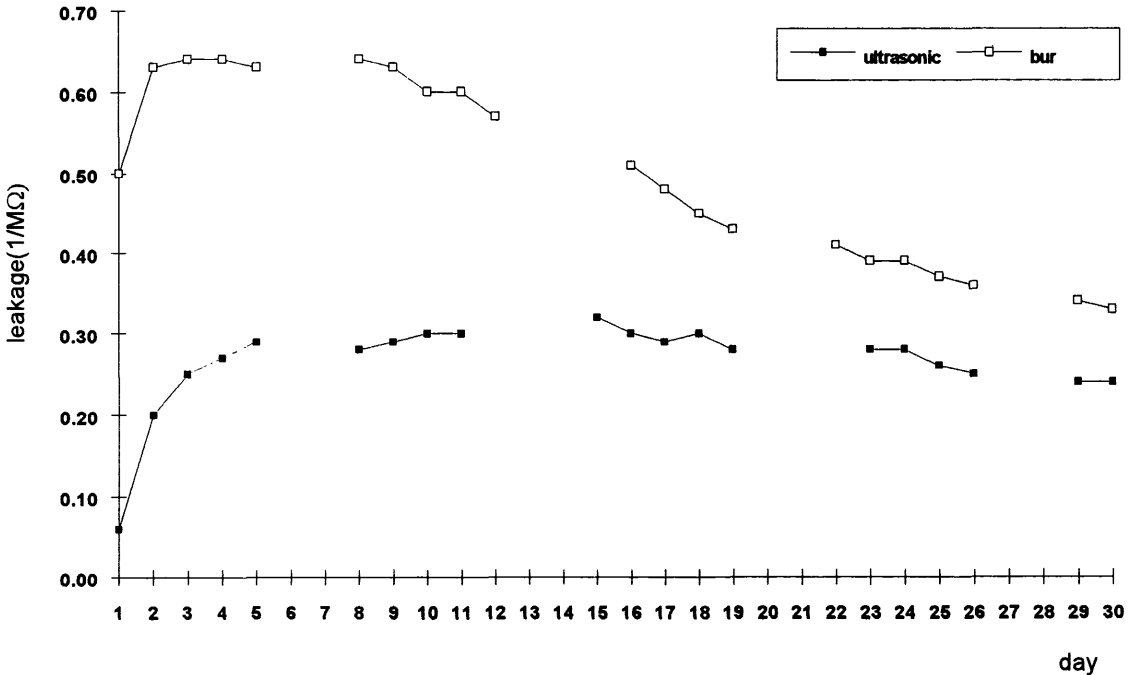


Fig. 4 Marginal leakage of experimental group for cavity preparation instruments.

IV. 총괄 및 고안

Farrar⁷⁰⁾가 치조농양을 치근과 치아를 적출함으로써 치료했다고 최초로 기술한 이래, 많은 선각자들이 치수 또는 치근단 질환이 있을 때의 수술 방법에 대해 보고하였다. 그러나, 그 당시의 대부분의 외과적 치료는 근관 충전조차도 염두에 두지않고, 단지 치근의 일부를 절단했기 때문에 많은 증례에서 실패가 생겼다. Ingle⁷⁴⁾은 치근단 폐쇄의 실패가 근관 치료의

성공 여부를 결정하는 중요한 요소가 될수 있다고 하였으며, 치근단 절제후 변연 폐쇄가 부적절할 때 적절한 치근단폐쇄를 위한 역충전의 중요성을 점차 인식하게 되어, 치근단 절제술 시 역충전을 병행하게 되었다³⁹⁾.

치근단 절제 후 사용되는 역충전 재료로의 이상적인 소요 성질로서는, 근단부 근관을 삼차원적으로 완전히 폐쇄하여야 하며, 치근단 조직에 위해 작용이 없어야 하고, 독성이 없어야 되며, 병인균의 성장을

억제해야 하고, 정상 치근단 조직으로의 재생을 촉진시켜야 되며, 습기에 영향을 받지 않아야 하고, 변형되지 않아야 하며, 치아나 치근단 조직을 착색시키지 않아야 하고, 조직이 용이 해야 한다는 것 등이 있으나, 현재까지는 이 조건을 다 충족시키는 재료는 없으며, 그동안 많은 재료들이 역충전 재료로서 소개되었지만 주로 아말감이 사용되었다^{2, 27, 49}).

Omnell⁶⁴)은 아말감에서 유리된 아연에 의해서 세포독성이 있는 Zinc carbonate가 침착되고, 주변 골조직이 파괴되는 양상을 보인다고 보고하였고, Kimura^{44, 45})는 무아연 아말감과 아연 아말감의 치근단 조직 반응과 변연 폐쇄 능력 비교 연구에서 실험군 모두에서 Zinc carbonate는 침착되지 않았으며, 치근단 조직 반응은 유사하나, 무아연 아말감이 22개월 후에 더 좋은 변연 폐쇄 능력을 보인다고 하였고, 이로 인해 무아연 아말감을 선호하게 되었다. 반면 Tronstad⁴¹)는 아연 함유 구상 아말감이 가장 좋은 변연 폐쇄 능력을 나타냈다고 하였으며, Martin⁴⁷)은 무아연 아말감, 아연 아말감, Zinc carbonate의 조직 반응 연구에서 유의할 만한 차이가 없다고 하였고, Mattison³⁶)은 전기화학 장치를 사용해 연구한 결과, 무아연 아말감과 아연 아말감 사이에 유의할 만한 변연 폐쇄 능력 차이는 없다고 보고하였다.

Phillip⁶⁵)은 Ca⁴⁵을 이용한 수복물의 변연 폐쇄 연구에서 아말감의 초기 변연 누출은 시간이 경과함에 따라 감소한다고 하였고, Tronstad⁵⁶)는 성전에서 역충전제로 사용한 수중 아말감의 변연 누출을 자기방사선법으로 측정된 결과 7일 이후면 대부분의 경우 부식 산물이 생성되 변연 누출이 감소한다고 하였다. Delivanis⁵⁵)는 Cavit, polycarboxylate, 아말감 중 시간이 경과함에 따라 변연 폐쇄 능력이 좋아지는 것은 아말감 뿐이라고 하였으며, Kos⁴³)와 Kimura⁴⁴)도 유사한 보고를 하였다.

그러나, Kopp⁵)는 아말감은 부식성, 수은으로 인한 오염, 느린 경화시간 등의 단점이 있어 역충전제로 사용하기에는 부적당하다고 주장 하였으며, Moodnik⁵⁴)은 주사 전자 현미경 연구에서 아말감과 와동벽 사이에 6-150 μ m의 간격을 보인다고 보고하였다. Seltzer²⁴)는 사실상 모든 연구에서 아말감의 부식 산물과 전기화학반응, 아말감 문신 등의 요소로 인해 많은 연구자들이 대체 재료를 개발하게 되었다^{6, 13, 37, 38}).

Tanzilli⁵¹)는 cold-burnished gutta percha가 아말

감이나 heat-sealed gutta percha보다 우수한 변연 폐쇄 능력을 보인다고 하였고, Kaplan⁵⁰)도 유사한 내용을 보고하였다. 그러나 Smee²⁸)는, cold-burnished gutta percha가 아말감 보다 더 많은 누출을 야기한다고 보고하였다. 이밖에 열가소성 gutta percha를 이용해 실험한 결과들도 많이 보고되고 있다^{10, 12, 18, 29, 75}).

Zetterqvist²⁵)등은 아말감과 glass ionomer로 역충전시 glass ionomer cement가 훨씬 높은 변연 폐쇄 효과를 가져왔으며, 아말감과 glass ionomer cement 모두 시간 경과에 따른 유의할 만한 변연 누출의 차이는 보이지 않았다고 보고 하였다. Abdal^{71, 72})은 Adaptic과 Glass ionomer cement가 수중 역충전 재료 중 가장 우수하다고 보고하였다.

1985년 Mclean과 Gaster가 개발한 Cermet glass ionomer cement는 glass ionomer의 물리적 성질을 보완하기 위해 glass-metal powder를 첨가시켜 만든 것으로 경화 시간이 빠르고, 방사선상에 불투과성이며, 회색이어서 치아색과 대조가 되고, 생체 적 합성이 좋은 것으로 알려져 있다^{2, 7, 15}). Pissiotis⁷)는 silver glass ionomer가 아말감보다 더 적은 독성을 나타냈다고 보고하였고, Schwartz²²)는 근단부 와동에서 Silver glass ionomer가 무아연 아말감보다 더 적은 변연 누출을 나타냈다고 보고하였으나, Al-Ajam⁶⁷)은 Ketac-silver와 아말감 사이에 유의할 만한 변연 폐쇄 능력의 차이는 보이지 않는다고 하였다. 한편, 도²⁰)는 상아질 구성 성분의 약 65%가 무기질이며 나머지는 교원섬유인 유기질 및 물로 이루어 졌다는 점과 치면에서 채액교환이 끊임없이 일어나 완벽하게 건조시키지 못하므로, glass ionomer cement를 역충전 재료로 실제 임상에 적용시 습기 조절 문제가 결합력을 좌우하는 관건이 되리라 생각된다고 하였으며, King¹¹)은 SuperEBA cement, 아말감, 바니쉬 도포후의 아말감은 유사한 정도의 변연 누출을 보였지만, 수중 역충전제 중 Ketac silver가 가장 높은 변연 누출을 보였으며 glass ionomer 충전시 시행해야 하는 산 처리, 바니쉬 도포의 세포독성이 갖는 문제점을 지적하고, 바니쉬 도포층의 변연 누출 검사는 충전물의 변연 폐쇄 능력이 아니라 바니쉬의 변연 폐쇄 능력을 측정하는 것이라고 하였고, Ozata⁵⁸)도 유사한 보고를 하였다.

최근들어 사용이 증가하는 IRM과 SuperEBA ce-

ment는 기존의 ZOE보다 유지력의 함량을 줄이고, resin 성분을 첨가해 경화시간이 짧아지고, 강도가 대폭 강화된 것으로 Bondra¹⁷⁾, Smee²⁸⁾, Abdal⁷¹⁾ 등은 IRM이 아말감에 비해 적은 변연 누출을 보인다고 하였다. Oynick⁷⁸⁾은 SuperEBA cement가 가장 우수한 변연 폐쇄효과를 보인다고 하였으며, Bondra¹⁷⁾도 SuperEBA cement가 아말감에 비해 현저히 적은 변연 누출을 보인다고 하였다. Bruce⁶⁹⁾는 아말감이 부식 산물 때문에 시간이 경과함에 따라 세포 독성이 증가하는데 비해, SuperEBA는 초기에는 미약한 세포 독성을 나타내다가 7일 이후로는 세포 독성을 거의 나타내지 않는다고 보고하였다. Dorn¹³⁾은 치근단 절제술 후 사용한 역충전 재료에 따른 임상적 성공율을 후향적으로 조사한 결과 아말감은 75%, IBM은 91%, SuperEBA cement는 95%의 성공율을 보인다고 하였으며, Moloney⁶⁸⁾는 치근의 측방 천공시 사용한 충전물의 변연 폐쇄 효과 연구에서 SuperEBA cement가 silver glass ionomer보다 더 좋은 결과를 보인다고 하였다.

본 실험 결과 초반 2일부터 4일째까지는 대부분의 단기간 연구와 동일하게 SuperEBA cement 충전군이 가장 낮은 변연 누출 정도를 보였다. Amalgam 충전군은 다른 충전군과는 달리 변연 누출이 초기에 증가하다 점차 그 증가 속도가 감소해 10일째부터는 더 이상의 변연 누출 증가를 보이지 않아, 19일째 이후부터는 오히려 SuperEBA cement 충전군보다 낮은 변연 누출을 보였다. 이는 아말감의 경화후 팽창, 부식산물, ZOE 제제인 SuperEBA cement가 전해질 액에 용해되어 나타난 결과일 것으로 추측되며 색소침투법으로 2주동안 변연 폐쇄 능력을 측정한 결과 아말감이 SuperEBA cement보다 우수하다는 Tuggle¹⁶⁾의 보고와 역충전된 아말감의 변연 누출을 공기 압력법으로 측정한 결과 90분 후부터 변연 누출이 급격히 감소해 8주 후까지 거의 차이를 보이지 않았다는 Yoshimura⁹⁾의 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 반면 desiccated ZOE는 실제 임상에서 역충전 재료로서의 사용빈도가 증가하는 추세이나, 본 실험 기간 동안 가장 많은 변연 누출을 나타내었다. 이는 desiccated ZOE 군이 담겨져 있는 용기의 전해질 용액이 혼탁해진 것으로 보아 전해질 용액에 용해되기 때문인 것으로 생각되며, cement 제제의 공통적인 단점이라고 할 수 있다.

Evans⁵⁹⁾는 in vitro에서의 변연 누출과 임상에서의 성공, 실패사이의 관련도를 정할수는 없으나 in vitro에서 가장 효율적인 방법을 선택하는 것이 타당하다고 하였고, Friedman⁸⁾은 성견 실험에서 역충전물의 변연 누출 정도와 병소의 치유와는 관련이 없다고 하였다. Frank⁶⁾는 역충전재료로 아말감을 사용하였을 때, 단기간(1-2년) 동안은 효과적이지만, 장기간이 지나면 파괴되, 타진 반응, 만성 농루, 치근단 병소, 동요도의 증가를 유발할 수 있으며, 아말감으로 역충전해 임상적으로 성공했다고 판정한 증례에서, 10년 이상의 기간이 경과후 다시 임상 검사를 한 결과 42.3%의 실패율을 보였다고 하였고, Kaplan⁶⁶⁾은 아말감 역충전의 임상적 성공은 완전한 폐쇄 때문이 아니라, 치근단 절제술 시 근관 형성이나 충전되지 않은 근관 또는 부근관이 제거되고, 근관 형성 시 근관이 깨끗하게 세척되며, 치근단 소파술에 의해 치유 과정이 촉진되기 때문이라고 하였다.

따라서, 역충전재료의 선택에 있어 변연 폐쇄 능력 뿐만 아니라 생체 적합도등 여러 가지 측면을 고려하여야 하며, 이에 대한 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다.

역충전 시 시술부로의 접근을 용이하게 하고 와동 형성과 충전을 용이하게 하기 위해 치근단 절제 시 bevel을 형성하게 된다. Ichescio⁴⁰⁾는 근관 치료후 치근단을 절제한 군이 치근단을 절제하지 않은 군보다 많은 미세 누출을 보였다고 하였고, Arens²¹⁾는 정확한 이유는 알수 없지만 치근단 절제는 가능한 한 최소로 하여야 하며, 1mm 이상 절제하면 실패할 가능성이 높다고 하였다. Vertucci³¹⁾는 치근절제시 형성하는 bevel에 의해 상아 세관이 노출되어 미세 누출의 통로가 될 수 있다고 하였으며, Adriaens⁴⁹⁾는 노출된 상아 세관이 미생물의 서식처가 될수 있다고 하였다. Bevel의 각이 커질수록 더 많은 상아 세관이 치근단 조직에 노출되므로 이를 폐쇄하기 위해 더 깊은 와동을 형성해야 되며²⁾, 필요한 길이 만큼 와동을 형성할 수 없을 때에는 치근단부쪽의 근관 충전재를 제거해서 역충전재가 치관부쪽으로 더 많이 충전되게 하는 편법을 쓸 수도 있지만, 실제 임상에서는 불가능하거나 한계가 생길 수 있다. 따라서 노출된 상아세관을 통한 미세누출을 줄이려면, 치근단절제 시 형성하는 bevel의 각도를 시술에 무리가 없는 한도 내에서 가능한 한 줄이고, bevel의 치관

부족 끝까지 역충전하는 것이 바람직하다^{2,32)}.

본 실험에서도 45도 bevel을 형성한 군이 bevel을 형성하지 않은 군보다 많은 미세 누출 정도를 나타내었고, 아말감으로 역충전 하였을때 bevel부여 여부가 와동 형성 기구보다 변연 폐쇄 능력에 더 많은 영향을 미쳤다.

역충전을 위한 기본적인 와동의 형태는 교합면의 1급 와동과 유사하며 상악 소구치나 하악 대구치 근심 치근처럼, 하나의 치근에 두개의 근관이 존재하는 경우 8자 형태의 와동을 형성할 수 있으며, 접근을 용이하게 위해 slot형태를 부여할 수도 있다³⁶⁾.

역충전 와동의 깊이에 대한 연구로는 Weine⁸⁰⁾은 최소 1mm 이상이어야 된다고 하였으나, Mattison³⁶⁾은 깊이 3mm의 와동이 깊이 1mm의 와동보다 변연 누출이 적다고 하였고, Vertucci³¹⁾는 와동의 깊이는 치관쪽으로 확장될수록 좋다고 하였으며, Tidmarsh³²⁾은 와동의 깊이는 bevel의 치관부쪽까지 연장해야 된다고 하였다. Arens²⁾는 최소 3mm의 와동 깊이가 필요하며, 치근단부에 노출되는 모든 상아 세관을 막기위해서 필요한 경우 더 깊은 와동이 필요하다고 하였다. 뿐만아니라 초음파 삭제 기구의 tip 길이가 3mm이어서, 본 실험에서는 와동의 깊이를 3mm로 통일하였다.

와동 형성 기구로는 기존의 기구 외에 최근에는 Piezoelectric force를 이용한 초음파 삭제 기구들이 나오고 있으며, 이에 관한 많은 연구들이 이루어지고 있다. Glassman¹⁾은 초음파 삭제 기구들의 장점으로, 기구의 선단이 치근단부 근관의 해부학적 형태에 잘 맞게 고안되어 회전식 삭제 기구로는 피할 수 없었던 시술상 실수의 폭을 줄일수 있으며, 와동의 크기가 너무 커질 수 있는 가능성을 배제할 수 있고, bevel의 각도를 줄여 치근단부 파절의 위험을 줄일 수 있으며, 치근단 조직에 노출되는 상아 세관의 수를 줄여서 근단부를 통한 누출을 줄일 수 있다는 점 등이 있다고 보고 하였다. 재래식 bur와 초음파 기구의 효율성을 비교한 연구로는 외국의 경우는 아직 보고된 경우가 없고, 국내에서는 이⁸¹⁾, 이⁸²⁾의 보고에서 유의할만한 미세 누출의 차이는 보이지 않았으나 시술이 편리하고 정확한 와동 형태를 부여할 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 초음파 삭제 기구를 사용한 군이 재래식 bur를 사용한 군보다 19일째까지는 변연 누출 정도가 적게 나타났으나 23일째 이

후로는 통계학적으로 유의할 만한 차이가 인정되지 않았다. 그러나 임상적으로는 초음파 삭제 기구를 사용하는 것이 시술 부위로의 접근이 용이하고 시술상 실수의 폭을 줄일수 있다는 점에서 더 효과적이라고 볼 수 있으며, 치근단 절제 시 불가피하게 부여해야하는 bevel의 각도를 줄여서 상아 세관을 통한 미세 누출을 줄일 수 있다는 부수적인 장점이 있다고 볼 수 있다.

본 실험에서 이용한 전기화학법은 변연 누출 정도를 여러번에 걸쳐 정량적으로 측정할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 전기화학법은 저분자 물질인 전해질 용액의 변연 누출을 측정하는데 비해, 치근단 조직액과 미생물의 독소는 고분자 물질로 이루어져 있으며, 근관에 탐지 전극을 설치하기위해, 근관을 과도히 형성하고, 근관 충전을 하지 않았다는 점 등 이번 실험이 생체에서의 상황을 그대로 재현했다고 말할 수 없다. 따라서, 실제 생체에서의 변연 누출 상황을 비교적 정확히 재현할 수 있는 방법에 대해 많은 연구가 있어야 할 것이다.

V. 결 론

역충전제, 치근단 절제 각도, 그리고 와동 형성 기구 등에 따른 역충전물의 변연 누출을 비교, 평가하기 위하여, 104개의 단근치를 선택하고 치관부와 치근단 2mm를 절단한 다음 100개의 치아는 20개씩 5개의 실험군으로, 나머지 4개의 치아는 대조군으로 사용하였다. 1, 2, 3군의 치아는 20개씩 5개의 실험군으로, 나머지 4개의 치아는 대조군으로 사용하였다. 1, 2, 3군의 치아는 초음파 기구로 깊이 3mm, 폭 1mm의 와동을 형성한 후 각각 아말감, superEBA cement, desiccated ZOE를 충전하였고, 4군의 치아는 치근단 절단면에 45도의 bevel을 부여한 다음 초음파 기구로 와동 형성 후 아말감 충전하였으며, 5군의 치아는 # 1 round bur로 와동 형성후 아말감 충전을 시행하였다. 충전이 끝난 모든 치아는 30일 동안 전기 화학법으로 변연 누출을 정량적으로 측정하고 그 결과를 통계적으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SuperEBA cement로 충전한 군이 2일째부터 4일째까지 가장 낮은 변연 누출을 보였고($p<0.05$), 8일째부터 18일째까지는 amalgam 충전군과 유의한

차이를 보이지 않았으며($p>0.05$), 19일째 이후에는 amalgam 충전군보다 높은 변연 누출을 보였다($p<0.05$).

2. Desiccated ZOE 충전군은 8일째부터 실험에 사용된 역충전 재료중 가장 높은 변연 누출을 보였다($p<0.05$).

3. 초음파 기구로 와동을 형성한 군이 19일째까지는 bur로 와동을 형성한 군보다 낮은 변연 누출을 보였으나($p<0.05$), 23일째 이후부터는 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$).

4. 치근단절제 시 bevel을 부여하지 않은 군이, bevel을 부여한 군보다 낮은 변연 누출을 보였다($p<0.05$).

5. Amalgam으로 역충전하였을때, bevel 부여 여부가 와동 형성 기구보다 변연폐쇄 능력에 더 많은 영향을 미쳤다(stepwise regression).

참고문헌

- Glassman, G. D. et al : Ultrasonic retropreparation surgical endodontics 2001. Oral Health, Dec. : 15, 1992.
- Gartner, A. H. et al : Advances in endodontic surgery. DCNA, 36, 2 : 357, 1992.
- Alhadainy, H. et al : An electrochemical study of the sealing ability of different retrofilling materials. JOE, 19 : 508, 1993.
- Coen, T. J. et al : Varnishes : The effect of a second coat on apical root leakage of retrofill amalgams. JOE, 18 : 97, 1992.
- Kopp, W. K. et al : Apicoectomy with retrograde gold foil. N. Y. State Dent. J., 39 : 8, 1973.
- Frank, A. L. et al : Long-term evaluation of surgically placed amalgam fillings. JOE, 18 : 391, 1992.
- Pissiotis, E. et al : Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material : A study in vitro. JOE, 17 : 392, 1991.
- Friedman, S. et al : Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. JOE, 17 : 392, 1991.
- Yoshimura, M. et al : In vitro quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings. JOE, 16 : 9, 1990.
- Baker, P. S. et al : Effect of apical resections and reverse fillings on Thermafil root canal obturations. JOE, 16 : 227, 1990.
- King, K. T. : Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings. JOE. 16 : 307, 1990.
- Olson, A. K. et al : An in vitro evaluation of injectable thermoplasticized gutta-percha, glass ionomer and amalgam when and as retrofilling materials. JOE, 16 : 361, 1990.
- Dorn, S. O. : Retrograde filling materials : A retrospective success-failure study of amalgam, EBA and IRM. JOE, 16 : 391, 1990.
- 한충경 : 역행충전시 수복재와 와동형태에 따른 변연 누출의 정량적 분석, 대한 치과 보존학회지, 15 : 77, 1990.
- Blackman, R. et al : An evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cermet in rat connective tissue. JOE, 15 : 76, 1989.
- Tuggle, S. T. et al : A dye penetration study of retrofilling materials. JOE, 15 : 122, 1989.
- Bondra, D. L. et al : Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam and EBA cement as retrofilling materials. JOE, 15 : 157, 1989.
- Macpherson, M. G. et al : Leakage in vitro with high-temperature thermoplasticized gutta-percha, high copper amalgam and warm gutta-percha when used as retrofilling materials. JOE, 15 : 212, 1989.
- Becker, S. A. et al : The comparative leakage behavior of reverse filling materials. JOE, 15 : 246, 1989.
- 도정욱 : Retrograde filling시 수종 충전 재료에 따른 폐쇄 효과에 대한 연구. 대한 치과 보존학회지, 14 : 97, 1989.
- Arens, D. E. et al : Endodontic surgery. Harper & Row, Philadelphia, 1981.
- Schwartz, S. A. et al : A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings. JOE, 14 : 385, 1988.
- Luks, S. : Root and amalgam technic in the pra-

- ctice of endodontics. JADA. 53 : 424, 1956.
24. Safavi, K. E. et al : In vitro evaluation of biocompatibility and marginal adaptation of root retrofilling materials, JOE, 14 : 538, 1988.
 25. Zetterqvist, L. et al : Microleakage of retrograde filling a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement in vitro. IEJ, 21 : 1, 1988.
 26. Cohen, S. : Pathway of pulp, 4th ed, 1987, Mosby.
 27. Callis, P. D. et al : Tissue response to retrograde root fillings in the ferret canine : A comparison of a glass ionomer cement and gutta-percha with sealer. Oral surg, 64 : 475, 1987.
 28. Smee, G. et al : A comparative leakage study of p-30 resin bonded ceramic Teflon. Amalgam and IRM as retrofilling seal. JOE, 13 : 117, 1987.
 29. Flath, R. K. et al : Retrograde instrumentation and obturation with new devices. JOE. 13 : 546, 1987.
 30. Bramwell, J. D. et al : Sealing ability of four retrofilling techniques. JOE, 12 : 95, 1986.
 31. Vertucci, F. J. et al : Apical leakage associated with retrofilling techniques : a dye study. JOE, 12 : 331, 1986.
 32. Tidmarsh B. G. et al : Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth : a scanning electron microscopic study. IEJ, 22 : 184, 1989.
 33. Escobar, C. et al : A comparative study between injectable low-temperature(70°C) gutta-percha and silver amalgam as a retroseal. Oral Surg, 61 : 504, 1986.
 34. Kersten H. W. et al : Particles and molecules in endodontic leakage. IEJ, 22 : 118, 1989.
 35. Stabholz, A. et al : Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. JOE, 11 : 218, 1985.
 36. Mattison, G. D. et al : Microleakage of retrograde amalgams. JOE, 11 : 340, 1985.
 37. Hohenfeldt, P. R. et al : Electrochemical corrosion in the fracture of apical amalgam, Oral Surg. 60 : 6587, 1985.
 38. Moberg, L. et al : The microstructure of corroded amalgams. Acta odontol scand, 43 : 179, 1985.
 39. Szeremeta-Browar, T. L. et al : A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques : An autoradiographic study. Oral Surg., 59 : 82, 1988.
 40. Ichesco, W. R. et al : A spectrophotometric analysis of dentinal leakage in the rescteted root. JOE, 12 : 129(Abstract No. 21), 1986.
 41. Tronstad, L. et al : Sealing ability of dental amalgams as retrograde in endodontic therapy. JOE. 9 : 551, 1983.
 42. Mattison, G. D. et al : Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. Oral Surg., 55 : 402, 1983.
 43. Kos, W. L et al : A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. JOE, 8 : 355, 1980.
 44. Kimura, J. T. : A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part 1 : apical seal and tissue reaction. JOE. 8 : 359, 1982.
 45. Kimura, J. T. : A comparative analysis of zinc and non zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. part 2 : optical emission spectrographic analysis for zinc precipitation. JOE, 8 : 407, 1982.
 46. Matloff, I. R. et al : A comparison of methods used in root canal sealability studies. Oral Surg., 53 : 203, 1982.
 47. Martin, L. R. et al : Histologic response of rat connective tissue to zinc-containing amalgam. JOE, 2 : 25, 1976.
 48. Jacobson, -S. M. et al : The inetigation of microleakage in root canal therapy. Oral Surg., 42 : 817, 1976.
 49. Adrianens, P. A. et al : Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth. JOP, 59 : 493, 1988.

50. Kaplan, S. D. et al : A comparison of the marginal leakage of retrograde techniques. *Oral Surg.*, 54 : 583, 1982.
51. Tanzilli, J. P. et al : A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques : A scanning electron microscopic study. *Oral surg.*, 50 : 74, 1980.
52. Harrison, J. W. et al : The effect of root resection on the sealing property of root canal obturation. *Oral Surg.*, 50 : 264, 1980.
53. Pittford, T. R. : Leakage of amalgam root fillings. *IEJ*, 13 : 89, 1980.
54. Moodnik, R. et al : Retrograde amalgam filling : a scanning electron microscopic study. *JOE*, 1 : 28, 1975.
55. Delivanis, P. et al : A comparative sealability study of different retrofilling materials. *Oral Surg.*, 45 : 273, 1978.
56. Smith, G. A. et al : Microleakage of conventional and ternary amalgam restoration in vitro. *Br. D.J.*, 144 : 69, 1978.
57. Wu, M. K. et al : Endodontic leakage studies reconsidered. Part 1. Methodology. application and relevance. *IEJ*, 26 : 37, 1993.
58. Ozata, F. et al : A comparative sealability study of different retrofilling materials. *IEJ*, 26 : 241, 1993.
59. Evans J. T. et al : Evaluation of apical seal produced by injected thermoplasticized gutta percha in the absence of smear layer and root canal sealer. *JOE*, 12 : 101, 1986.
60. Finne, K. et al : Retrograde root filling with amalgam and cavit. *Oral Surg.*, 43 : 621, 1977.
61. Barry, G. N. et al : Sealing quality of polycarboxylate cements when compared to amalgam as retrofilling material. *Oral Surg.*, 42 : 109, 1976.
62. Messing, J. J. : Obliteration of the apical third of the root canal with amalgam. *Br. D.J.*, 18 : 125, 1958.
63. Barry, G. N. et al : Comparison of apical sealing methods, A preliminary report, *Oral Surg.*, 39 : 806, 1975.
64. Omnell, K. : Electrolytic precipitation of zinc carbonate in the jaw. *O. S., O. M. & O. P.*, 12 : 846, 1959.
65. Phillips, R. W. et al : Adaptation of restorations in vitro as accessed by Ca⁴⁵. *JADA*, 62 : 9, 1961.
66. Nicholls, E. : Retrograde filling of the root canal. *O. S., O. M. & O. P.*, 15 : 463, 1962.
67. Al-Ajam, A. D. K. et al : Comparison of the sealing capabilities of Ketac-silver and extra high copper alloy amalgam when used as retrograde root canal filling. *JOE*, 19 : 353, 1993.
68. Moloney, L. G. et al : Sealing ability of three materials used to repair lateral root perforations. *JOE*, 19 : 59, 1993.
69. Bruce, G. R. et al : Cytotoxicity of retrofill materials. *JOE*, 19 : 288, 1993.
70. Farrar, J. : Radical and heroic treatment of alveolar abscess by amputation of roots of teeth, with description and application of the cantilever crown. *Dent. Cosmos*, 26 : 135, 1884.
71. Abdal, A. K. et al : The apical seal via the retro-surgical approach. 1. A preliminary study. *Oral Surg.*, 53 : 614, 1982.
72. Abdal, A. K. et al : The apical seal via the retro-surgical approach. 2. An evaluation of retrofilling materials. *Oral Surg.*, 54 : 213, 1982.
73. Chong, B. S. et al : Light-cured glass ionomer cement as a retrograde root seal. *IEJ*, 26 : 218, 1993.
74. Ingle, J. I. : *Endodontics*. 3rd ed., Lea & Febiger, 1985.
75. Escobar, C. et al : A comparative study between injectable low-temperature(70°C) gutta-percha and silver amalgam as a retroseal. *Oral Surg.*, 61 : 504, 1986.
76. Barn, I. E. : *Surgical endodontics*. Wright, 1991.
77. Starkey, D. L. et al : An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. *JOE*, 19 : 435, 1993.
78. Oynick, J. O. : A study of a new material for retrograde fillings. *JOE*, 4 : 203, 1978.
79. Grossman : *Endodontic practice*. 11th ed., Lea

- & Febiger, 1988.
80. Weine : Endodontic therapy. 4th ed., Mosby, 1989.
 81. 이재용 : 역행충전시 와동형성기구및 수복제에 따른 변연 누출에 관한 연구. 대한 치과 보존 학회지, 18 : 187, 1993.
 82. 이형일 : 초음파 기구에 의한 치근단 와동형성후 역충전의 밀폐성에 대한 연구. 대한 치과 보존 학회지, 18 : 197, 1993.
 83. Spangberg, L. S. W. : Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. JOE. 15 : 548, 1989.
 84. Seltzer. Endodontology : Biologic considerations in endodontic procedures. 2nd ed., Lea & Febiger, 1988.
 85. Delivanis, P. D. et al : Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. Oral Surg, 53 : 410, 1982.
 86. Kaplan, S. D. et al : Comparison of the marginal leakage of retrograde techniques. Oral Surg, 54 : 583, 1982.

AN ELECTROCHEMICAL STUDY ON MICROLEAKAGE OF RETROGRADE FILLING USING DIFFERENT RETROGRADE FILLING MATERIALS, ROOT RESECTION ANGLE AND CAVITY PREPARATION INSTRUMENTS

Jin-Woo Kim, D. D. S., Sung-Sam Lim, D. D. S., M. S. D. Ph. D.
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The purpose of this study was to evaluate the microleakage electrochemically using different retrograde filling materials, different root resection angle, and different cavity preparation instruments.

104 extracted single-rooted teeth were selected for this study. 100 teeth were used as experimental groups and four was used as controls. Anatomical crowns were resected, root canals were prepared, and the apical 2 mm of roots were removed. The experimental roots were randomly divided into five equal groups.

Experimental groups :

- Group 1. no bevel, cavity preparation with ultrasonic instruments, amalgam filling
- Group 2. no bevel, cavity preparation with ultrasonic instruments, SuperEBA cement filling
- Group 3. no bevel, cavity preparation with ultrasonic instruments, desiccated ZOE filling
- Group 4. 45° bevel, cavity preparation with ultrasonic instruments, amalgam filling
- Group 5. no bevel, cavity preparation with conventional bur, amalgam filling

Microleakage was measured once a day for 30 days using electrochemical method and were analyzed statistically.

The results were as follows :

1. The group with Super EBA cement filling showed the least marginal leakage from second to fourth day($p < 0.05$), there was no significant difference between the group with amalgam filling during eighth to eighteenth day($p > 0.05$), but after the nineteenth day here was a higher marginal leakage than the group with amalgam filling($p < 0.05$).
2. The group with desiccated ZOE filling demonstrated that the highest marginal leakage, started on the eighth day($p < 0.05$).
3. The group using ultrasonic instrument showed lower marginal leakage than the group using bur until the nineteenth day($p < 0.05$), but there was no significant difference with the group using bur after twentythird day($p > 0.05$).
4. The group without bevel showed lower marginal leakage than the group with bevel($p < 0.05$).
5. Whether bevel or nor had much more effect on marginal leakage than with cavity preparation instrument when the cavity was retrograded filled with amalgam(stepwise regression).

key word : electrochemical study, retrograde filling material, bevel, ultrasonic instrument