대한치과보존학회지 : Vol. 22, No. 2, 1997

치수절단 후 접착레진 도포에 대한 잔존치수조직 반응에 관한 연구

서울대학교 치과대학 보존학교실

임성삼 · 박동성 · 손호현

Abstract

THE HISTOPATHOLOGICAL STUDY ON THE RESPONSE OF THE REMAINING PULP TISSUES TO THE ADHESIVE RESIN AFTER PULPOTOMY

Sung-Sam Lim, Dong-Sung Park, Ho-Hyun Son

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

This study was performed to observe the histopathological response to the bonding resin directly applied on the remaining pulp tissues. 40 teeth from 3 adult dogs were pulpotomized with a sterile round bur and sharp excarvater. In the control group, $Ca(OH)_2$ powder was applied on the pulp tissue and the cavities were sealed with IRM cement. In the experimental group 1, Superbond C&B was applied on the remaining pulp and the cavities conditioned with 10-3 solution were filled with the mixture of the MMA liquid, PMMA powder and Catalyst. Multi-purpose adhesive was used on the remaining pulp tissue in the experimental group 2 and Z-100 was filled in the cavities. In the experimental group 3, Clearfil photobond applied and directly photo-cured on the pulp tissue, then the cavities were treated with CA agent (10% citric acid and 20% $CaCl_2$ aqueous solution) for 20 seconds, washed and applied with Clearfil photobond then filled with Protect liner. The experimental animals were sacrified at the 1st, 2nd, and 4th week. The specimens were routinely processed and stained with H-E for light microscopic observation.

The results were as followed :

1. In the experimental group 1, the number and characteristics of the dentin bridge formation case was similar to those in the control group and less cases were observed in the experimental group 2 and 3 than experimental group 3. The inflammatory response in experimental group 1 was less than that in the control group at 1st week but there had been little difference at between 2nd and 4th week.
2. The number of the dentin bridge in experimental group 2 was less than that in control

본 연구는 1996년도 서울대학교병원 일반연구비에 의하여 이루어진 것임.

group and experimental group 1. The inflammatory response of the experimental group 1 was similar to that of experimental group 1 but less than that of the control group. A number of bleeding and vascular congestion were observed. The least inflammatory response was seen in the experimental group 2 among all groups.

3. In the experimental group 3, one case of the dentin bridge formation was observed and that was the same as that in the experimental group 2 but smaller than that of the control and experimental group 1. The inflammatory response of the experimental group 3 was least at the 1st week and most at the 4th week in the all group.

key words : pulpotomy, adhesive bonding resin, dentin bridge formation, inflammatory response.

I. 서 론

치과용 수복재료의 생물학적 독성에 대한 연구가 많이 이루어져 왔고 치수의 염증반응에 기여하는 요인으로 재료의 다양한 구성성분의 독성에 대해 논의되고 있다[1,2,3]. 다른 연구들에서는 염증성 치수 병변의 가장 큰 주된 요인으로 변연부 미세균열을 통해 침투된 세균이나 그 독성 산물을 들고 있으며, 충전물 밑에서 치수염증을 야기하는 것에 대한 실험적 증거들이 많이 보고되고 있다[4,5,6,7,8].

Br nnstr m과 Nyb rg 등[4]은 복합레진 자체는 치수에 대한 화학적 자극효과가 없다고 하였고, Fusayama[11]는 치수자극은 복합레진의 화학적 자극효과에의해 일어나는 것이 아니고 열려진 상아세관으로의 pumping action에의해 야기된다고 보고하였다. 수복재료의 치질에 대한 특히 상아질에 대한 접착성의 부족으로 인해 변연부 미세누출이 야기되는 것으로 알려져 있다. 근래 몇몇 높은 접착성을 갖도록 개선된 접착레진은 치수와 매우 근접한 깊은 와동에서 치수자극을 일으키지 않았다는 보고가 다수있어[9,10] 아말감 충전을 위한 이장재로도 사용되고 있다. 또한, 현재 접착레진과 복합레진을 이용하여 노출된 치수에 직접 도포 후 충전한 실험과 임상보고도 다수 나오고 있다[12,13]. 이들은 변연부 누출만 막으로 수 있다면 노출된 치수 위에 접착레진으로 치수복조를 할 수 있다고 주장하고 있다.

치수복조와 치수절단술은 일반적으로 행해지고 있는 치수치료술이라 할 수 있다. 치수절단술에서 잔존치수조직 위에 사용하는 약제와 재료 들에 대한 연구들이 많이 보고 되었는데 치수절단 후 잔존치수조직 위에 사용된 재료로는 calcium hydroxide, tricalcium phosphate, enzyme and matrix component, glucocorticoides, formaldehyde preparation, glutaraldehyde, polycarboxylate cement, antibiotics, cyanoacrylate, ZOE cement 등이 있으나 각 재료의 생체에서의 치수조직반응에 대한 연구는 그리 활발치 못하다. Bhaskar 등[14]은 치수복조나 치수절단술 시 만나게 되는 가장 일반적인 문제인 치수출혈을 효과적으로 지혈하기 위해 Butyl cyanoacrylate 접착제가 구강내 수술 술식에 surface dressing으로 사용된 것에 착안하여 치수복조술에 사용한 결과를 발표한 바 있다. 이렇듯 레진 계통의 접착제를 가지고 치수에 직접 도포하여 치수 조직의 치유를 유도하려고 하는 시도는 다양하게 실험 중에 있다. Onoe 등[15]은 두 종의 접착레진을 가지고 노출된 치수에 도포한 결과 성공적인 치유를 방해하지는 않았으며, 이는 치수복조제로의 사용 가능성을 제시하고 있다고 하였다. 또한 Inoue 등[16]은 4-META/MMA-TBB 접착레진의 치수에 대한 반응을 in vivo 와 in vitro에서 실험하여 4-META는 치수에 대한 높은 친화력을 갖는다고 하였다. 현재 많은 종류의 접착레진이 시판되고 있으며 그 접착레진들은 각기 다른 구성성분을 갖으며 또한 치아에 대한 접착의 정도도 각각

다른 것으로 보고되고 있다[17,18]. 그러나 접착레진을 치수절단술시 이장재로 사용한 후 이것에 대한 조직학적인 치수 반응을 관찰한 보고는 거의 없는 실정이다. 그러므로 본 실험에서는 접착레진을 치수절단부 위에 도포하고 그 후 일어나는 잔존치수조직 변화와 통법의 치수절단술에서와 같이 수산화칼슘 분말을 도포한 경우의 조직변화를 비교하므로써, 생체에서의 접착레진에 대한 잔존치수조직 반응을 비교관찰하고 다른 구성성분을 갖는 접착 레진에 따른 잔존치수조직 변화를 비교해 보고자 한다. 이로서 치수절단술 후 와동의 이장 및 수복재료로써 접착 레진의 사용 가능성을 평가할 수 있을 것이며, 그 결과는 현재의 임상 술식의 간편화와 치료 성공률 향상에 있어 기초자료로 이용 될 수 있을 것으로 사료된다.

II. 실험 재료 및 방법

체중 11~14kg 성견 4마리의 상하악 전치, 견치, 소구치 및 대구치 72개를 대상으로 하였고, 대조군, 실험 1군, 실험 2군 및 실험 3군의 4개군으로 나누어 실험하였다. 각 실험동물은 대퇴부에 Ketamine HCl (10mg/kg wt, Ketelar, 유한)을 근육주사하여 전신마취하였다. 실험대상 치아는 3% 과산화수소수 용액으로 소독하고 격리시킨 후, 협면에 5급 와동을 형성하다가 치수에 가까워지면 다시 한번 3% 과산화수소수 용액으로 닦은 후 소독된 No.6 round bur로 치수강을 개방하였고, 소독된 예리한 spoon excavator로 치관부 치수강 내의 치수를 절단하였다. 노출된 치수를 10% NaOCl로써 지혈 및 소독을 1분 이내에 시행하였고, 생리식염수로 치수강 내를 세척하였다.

대조군에서는 잔존치수조직 위에 수산화칼슘 분말을 도포한 후 와동을 IRM cement로 밀봉하였다. 실험 1군에서는 잔존치수조직 위에 4 META를 함유한 MMA liquid와 PMMA powder 그리고 Catalyst (partially oxidized TBB)의 혼합물을 직접 절단된 치수면에 도포한 후 레진이 중합되고 나면 와동을 10−3 solution (10% citric acid, 3% $FeCl_3$ aqueous solution)으로 20초간 처리하고 수세 후 건조시켰다. 그리고나서 다시 MMA liquid와 PMMA powder 그리고 Catalyst의 혼합물로 와동을 충전하였다. 실험 2군에서는 Bis-GMA와 HEMA를 함유한 Multi-purpose Adhesive를 도포하고 20초간 광중합하였다. 그리고나서 와동을 Multi-purpose Etchant(10% maleic acid gel)로 20초 도안 산부식시켰다. 와동을 수세하고 건조시킨 후 Multi-purpose Adhesive를 와동에 바르고 20 초간 광중합시키고 Z-100 복합레진으로 와동을 충전하고 40초간 광중합시켰다. 실험 3군에서는 MPD와 HEMA가 든 Clearfil photobond를 직접 노출된 치수에 도포하고 20초간 광중합시켰다. 그리고나서 와동을 CA agent(10 % citric acid, 20% CaCl2 aqueous solution)로 20초간 처리하고 수세 후 건조시키고 Clearfil photobond를 와동에 바른 후 20초간 광중합하였다. 그 위에 Protect liner로 와동을 충전하고 20초간 광중합하였다.

1주, 2주 및 4주 후 실험동물을 희생시켜 10% neutralized buffered formalin에 3일간 고정 후 paraffin에 포매하여 5μm 두께로 연속 절단하고 H-E 염색하여 조직학적 변화를 광학현미경으로 관찰하였다. 관찰의 주안점은 혈관확장, 충혈, 울혈, 출혈, 염증세포침윤, 망상위축, 혈관퇴축, 수복상아질 형성 및 치수조직 괴사 등이며 그 정도를 4단계(none, slight, moderate, severe)로 구분하였으며, 관찰 결과를 각 접착 레진의 도포 후부터 실험동물의 희생 시까지의 시간별로 비교하였고 동일 실험기간에서 접착레진 사이의 차이를 비교하였다.

III. 실험 성적

대조군에서는 실험 1주에서 4주에 걸쳐 다양한 정도의 염증이 관찰되었는데 섬유아세포와 임파구가 혼재되어 나타났다. 절단된 치수조직 표면과 수산화칼슘이 접촉된 부위는 두터운 coagulation necrosis의 층이 형성되어 있고, 그 이하에 만성염증세포가 침윤된 양상을 보이거나 dentin bridge와 같은 형태의 것이 나타났고 조상아세포와 유사한 세포들이 밀집되어 나타

났다 (Fig. 1, 2). Dentin bridge의 형성은 2주 이후의 조직표본에서 관찰되었으나 1 예에서만 관찰되었다. Dentin bridge의 형태도 연속성 경조직 장벽의 형태는 아니었고 무정형의 골성상아질과 유사하였다. 반면 4주에서 나타나는 dentin bridge는 거의 전형적인 연속성 경조직 장벽의 형태로 나타났다. 조직내 출혈과 혈관 확장, 울혈 등은 다양한 형태로 관찰되었는데 심한 출혈정도를 보이는 경우는 없었고, 혈관내 울혈 등은 시간이 경과되면서 줄어드는 양상을

Table 1. Result of histopathological observation

	1 week				2 week				4 week			
Rate* of inflammation	none	slight	moderate	severe	none	slight	moderate	severe	none	slight	moderate	severe
Control group		O				O				O		
			O			O				O		
			O				O			O		
			O				O			O		
				O				O				O
		O				O					O	
Experimental group 1		O				O				O		
			O				O				O	
	O					O				O		
			O				O					O
		O						O		O		
		O				O				O		
Experimental group 2		O				O				O		
	O				O				O			
	O						O			O		
		O					O				O	
				O	O							O
		O						O		O		
Experimental group 3		O				O				O		
		O						O		O		
	O						O			O		
	O				O							O
		O				O						O
			O				O				O	

*Rate of inflammation

none : no inflammatory cell infiltration

slight : initiation of inflammatory cell infiltration. or scattered inflammatory cells

moderate : advanced infilration of inflammatory cells

severe : severe inflammatory cell infiltration or abscess formation

보였다. 1주부터 심한 염증세포침윤을 보이는 경우도 관찰되었다. 하지만 전반적으로 1주에서 4주에 결쳐 염증의 정도는 비슷한 양상을 나타내었다 (Table 2).

실험 1군에서는 염증정도는 1주에서는 전반적으로 경미한 상태를 보이다가 2주 후에는 중등도의 상태로 심해지는 것을 볼 수 있었다 (Table 2). Dentin bridge도 2주 이후에야 관찰되었으며 dentin bridge의 형태는 상아세관을 보이는 정도로 잘 분화된 형태는 아니고 무정형의 구조물이었으며 아직 석회화가 잘된 상태는 아니었지만 조상아세포와 유사한 세포가 일렬로 배열된 상태로 보여졌다 (Fig. 3). 출혈상이 나타난 경우 심부까지 꽤 광범위하게 나타났으나 그 빈도가 높지는 않았다. 염증의 정도는 초기에는 대조군보다는 낮았으나 2주와 4주에서는 크게 다르지 않았고, 실험 2군과 실험 3군을 비교했을 때 유사한 염증정도를 나타내었다. 하지만 염증세포침윤이나 혈병이 없었던 경우는 1 예에서만 관찰되었다 (Fig. 4).

실험 2군에서는 1주에서 거의 염증세포의 침윤이 없는 것으로 나타났으며 시간 경과에 따라 심한 염증 상태를 보이는 빈도가 증가되는 것을 관찰할 수 있었다. 접착레진과 접하는 조직 표면과 그 이하 부위는 출혈과 경미한 정도의 염증세포침윤이 있었지만 심부는 대부분 염증세포침윤이나 출혈, 울혈 또는 궤사 등의 양상을 전혀 볼 수 없는 경우가 대부분이었다 (Fig. 5). 염증의 정도는 1주 이후 조금 심해져서 2주와 4주에는 비슷하였고 4주에서는 대조군과 실험 1군, 실험 3군에서 모두 비슷하게 나타났다. 하지만 다른 군에서와는 달리 미세농양을 나타낸 결과가 1주에서부터 나타난 것이 1 예가 있었다 (Table 1). Dentin bridge는 단기간에서는 관찰되지 않았으나 4주에서는 1 예가 관찰되었으며 그 형태는 실험 1군에서 관찰된 것과

Table 2. Sum of inflammation scores.

	1 week	2 week	4 week	sum
Control group	11	10	10	31
Experimental group 1	7	10	9	26
Experimental group 2	7	8	8	21
Experimental group 3	5	9	11	26

none : 0, slight : 1, moderate : 2, severe : 3

Table 3. No. of cases with dentin bridge foramtion.

	1 week	2 week	4 week
Control group	0	1	2
Experimental group 1	0	1	2
Experimental group 2	0	0	1
Experimental group 3	0	0	1

유사한 형태였다 (Table 3).

실험 3군의 조직표본을 관찰한 결과 괴사는 농양이 형성된 경우가 모든 군에서 가장 많이 나타났으며 출혈도 비교적 심부까지 나타난 것이 많았다 (Table 1). 그러나 전반적으로 초기 염증상태는 다른 군보다 적게 나타났고 그 이후의 염증정도도 다른 군에서와 크게 차이나지 않았다 (Table 2). 치수에 접한 부분은 약간의 coagulation necrosis된 층이 보이고 그 이하에는 염증세포의 침윤이 있으나 심하게 보이지는 않았고 심부는 염증세포가 드문드문 관찰되었다. 출혈이나 울혈은 심부에서는 없었고 혈관의 확장도 약간 있는 정도였다 (Fig. 6). Dentin bridge는 실험 2군에서와 같이 초기에는 발견되지 않았고 4주에서 1 예가 관찰되었으며 그 형태는 대조군과 실험 1군, 실험 2군에서 관찰된 것과 유사한 형태였다.

Ⅳ. 총괄 및 고안

충전 후에 치수자극을 예방하기 위해서는 와동측벽과 와동저로부터 복합레진이 분리되는 것을 방지하여 변연부 미세누출을 막는 것이 필수적이다. 이러한 변연부 미세누출을 예방하기 위해서 다음의 4 가지 가능성있는 방법을 생각할 수 있다. 첫째, 복합레진 자체에서 중합시에 적은 정도의 중합수축이 나타나게 하는 것. 둘째, 레진의 중합시에 생기는 수축력보다는 이장재의 접착력이 더 커서 복합레진이 와동벽이나 와동저에서 분리되지 않도록 하는 것. 셋째, 레진의 중합수축에 의해 야기되는 힘보다 상아질에 대한 레진의 접착력을 더 크게 하는 것. 그리고 넷째, 레진의 중합수축도를 최소로 하는 새로운 수복방법을 채택하는 것이 그 네 가지라 할 수 있다. 그러나 현재 중합 시 전혀 중합수축이 일어나지 않는 복합레진은 개발되어 있지 않다. 위에서 언급한 두 번째 가능성에 대해서 sandwitch technique 등을 포함한 몇몇 방법들이 시행되었지만 만족할 만하지는 못하다. 게다가 상아질에 대한 접착제의 접착력의 정도도 치아마다 다르고 한 치아에서도 부위마다 다르다. 그래서 지금까지의 일반적인 수복제와 수복방법으로는 충분한 접착력을 얻기가 어렵다 하겠다. 하지만 근래에 상아질 접착제의 치질에 대한 접착력이 매우 향상되었으며 수복용 복합레진의 중합수축도 날로 개선되고 있어서 치수에 자극을 주지 않고 손상치질을 수복해주는 충전물로서 복합레진이 매우 각광을 받고 있다. 또한 최근 주목을 받고있는 포셀린 인레이 등의 접착에도 레진세멘트가 사용되므로 앞으로 레진의 치수에 미치는 영향에 대한 연구가 여러 관점에서 많이 이루어져야 된다고 생각된다.

본 실험에서는 다른 화학성분을 갖는 3 종류의 접착레진을 사용하여 치수절단술 후 치수에 직접 도포하고 치수강 내에 레진을 충전한 후 치수의 병리조직학적 변화를 관찰하였다. 실험 1군에서 사용한 Superbond C&B는 PMMA 분말과 4-META/MMA액, Catalyst 그리고 10−3 solution으로 이루어져 있다. 실험결과에서 1주에서는 대조군보다 평균적인 염증정도가 적었고 다른 실험군과는 큰 차이를 보이지 않았으며 2주와 4주에서는 대조군, 실험군 모두에서 큰 차이를 보이지 않았다. Tsunea 등[19]의 실험에서 염증정도가 1주에서는 경미한 정도로 나타난 것은 본 실험에서와 유사한 양상을 보였다. 하지만 4주에서는 전혀 염증세포침윤 등이 없는 것으로 보고하고 있으나, 본 실험에서는 염증세포침윤이 전혀 없는 것을 관찰할 수는 없었고 오히려 심한 정도의 염증세포침윤을 보이는 것이 1 예 있었다. Inoue 등[16]은 4-META 접착레진을 치수에 도포한 결과 약간의 염증세포의 침윤을 보였고 반 정도에서 dentin bridge가 형성되었으며 세포배양실험에서도 세포의 증식을 억제하거나 세포독성을 나타내지는 않았다고 하였고 4-META가 생물학적 밀폐를 유지시켜 준다고 결론을 내렸다. 하지만 본 실험에서는 4주에서의 dentin bridge의 형성이 2 예만 나타났고 염증세포의 침윤 등의 반응도 매우 심한 정도에서 경미한 경우까지 다양하게 나타났으므로 임상에서 생물학적 밀폐를 부여할 수 있는 재료로 사용할 수 있을지에 대해서는 좀더 장기간의 세심한 평가가 필요하다고 생각된다. 4-META를 생활치수 위

에 도포하고 중합시킨 후에 나타나는 결과를 설명하기 위해 치수와 레진 사이에 형성된 층을 soft tissue hybrid layer (STHL)라고 하였으며 이러한 STHL은 인위적으로 형성한 dentin bridge와 유사한 노출된 치수 면위에 생기는 균일한 보호층으로 작용하는 것처럼 보였다고 하였다. 본 실험에서도 이와 유사하게 보이는 층이 관찰되었으나 그것이 Inoue 등[16]의 실험에서와 같은 동일한 구조인지는 확인할 수 없었고, 또한 그 성분에 대해서는 보다 심도있는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

실험 2군에서 사용된 Multi-purpose는 HEMA와 Bis-GMA로 이루어진 접착제인데 1주에서는 대조군과 실험 1군과는 유사한 염증정도를 보였지만, 2주와 4주에서는 다른 군과 비교해 오히려 염증정도가 낮고 안정된 상태를 유지하는 것으로 관찰되었으며 염증세포의 침투가 전혀 없는 상태의 예가 1주에서 2예, 2주에서 2예 그리고 4주에서 1예가 관찰되었다. 이는 Tsunea 등[19]의 결과에서 Superbond C&B system을 사용한 경우가 HEMA 계통의 Clearfil photobond와 One All system을 사용한 경우보다 조직반응이 더욱 좋았다는 결과와는 상당한 차이를 보이는 결과라 할 수 있다. 실험 3군에서는 MPD와 HEMA가 주성분인 Clearfil photobond가 사용되었고 그에대한 염증정도는 1주에서는 실험 2군과 매우 유사하였으나 2주, 4주에서는 염증세포침윤이 심한 경우가 다수 관찰되었다. 그러나 대조군과 비교해서는 큰 차이를 보이지는 않았다.

Cox[20,21]와 Snuggs 등[22]은 수복물과 레진접촉면 내에서 미세균열과 세균감염이 방지될 때에 국한하여 물질의 생체적합성과 치수상태 사이에 관계를 보고하였다. 이들은 적절한 생물학적 밀폐상태가 부여되어 구강내 오염원의 침투 방지가 지속될 때 노출된 치수는 세포의 재조직화에 의한 치유능을 갖으며 dentin bridge를 형성하게 된다고 하였다. 그러므로 사용된 재료의 세포독성보다는 적절한 생물학적 밀폐를 얻고 그 상태를 계속 유지시켜 줄 수 있는 재료라면 치수절단술 후 이장재료로써 사용이 가능하다고 생각된다. 본 실험에서도 3가지의 접착레진을 사용하였는 바 그 조직반응이 유사하였고 통상적으로 임상에서 사용되고 있는 술식의 결과와 차이가 없는 것으로보아 임상에서의 적용이 가능하다고 사료된다. 그리고 본 실험에서는 재료사이의 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타났으며 앞으로 보다 장기간에 걸친 평가가 이루어져야 할 것이며, 이장재로 사용된 접착제와 조합하여 적절하게 사용될 수 있는 복합레진 종류에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

노출된 치수의 지혈은 치수절단술의 성공에 매우 중요하다. Onoe 등[23]은 10% NaOCl과 3% H_2O_2를 사용하는 것이 지혈에 효과적이었다고 하였으나 10% NaOCl만 가지고도 잘 절단된 치수조직의 지혈은 쉽게 얻을 수 있었으며 Kashiwada 등[12]의 연구에서도 10% NaOCl만을 지혈과 치수강의 소독을 위해 사용하였다. 그러나 박[24] 등의 연구에서와 같이 레이저를 이용하여 치수를 절단하면 출혈을 줄일 수 있고 치수강도 효과적으로 무균상태를 유지할 수 있어 치수절단술에서 접착레진을 사용할 때 크게 도움을 줄 수 있으리라 생각되며 이에 대한 평가도 앞으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 실험에서는 치수절단 후 접착레진을 잔존치수조직 위에 도포하여 나타나는 잔존치수조직의 변화와, 통법의 치수절단술에서 수산화칼슘의 도포에 따른 조직변화를 비교하기위해, 대조군에서는 치수절단면 위에 수산화칼슘을 도포한 후 IRM cement로 와동을 밀폐하였고, 실험 1군에서는 치수절단후 Superbond C&B를 치수에 도포하고 와동을 MMA liquid, PMMA powder와 Catalyst의 혼합물로 충전하였다. 실험 2군에서는 One all system을 잔존치수조직 위에 도포하고 광중합하였으며 Multi-purpose Etchant(10% maleic acid gel)로 20초간 와동을 산부식시킨 뒤 수세 후 건조하고 Multi-purpose adhesive를 와동에 바르고 20초간 광중합한 후 Z-100 복합레진으로 와동을 충전하고 40초간 광중합시켰다. 그리고 실험 3군에서는

Clearfil photobond system을 이용하여 잔존치수조직 위에 접착레진을 도포하고 광중합한 뒤 와동을 CA agent (10% citric acid, 20% CaCl2 aqueous solution)로 20초간 처리하고 수세 후 건조시켰다. 그리고나서 Clearfil photobond를 와동에 바르고 20초간 광중합한 후 Protect liner로 와동을 충전하고 20초간 광중합하였다.

1주, 2주 그리고 4주 후 실험동물을 희생시켜 일반적인 과정을 거쳐 H-E 염색한 조직표본을 얻어 조직학적 변화를 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Superbond C&B를 사용한 실험 1군은 dentin bridge의 형성이 대조군과 비슷하게 나타났으며 실험 2군과 실험 3군 보다는 더 많이 관찰되었다. 염증 반응은 1주에서는 대조군보다 적었으나 2주 이후에서는 차이가 없었다.
2. Multi-purpose를 사용한 실험 2군에서 dentin bridge는 대조군과 실험 1군 보다 적었고 염증반응은 1주에서는 실험 1군과 같았으나 대조군보다 적었고 다수의 출혈상이 관찰되었다. 2주와 4주에서는 네군중 가장 적은 염증반응을 나타내었다.
3. Clearfil photobond를 사용한 실험 3군에서 dentin bridge형성은 실험 2군과 같이 1 예에서 관찰되어 대조군과 실험 1군 보다는 적었다. 염증 반응은 1주에서는 가장 경미하게 나타났으나 4주에서는 가장 심한 염증반응을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. LANGELAND LK, GUTTUSO J, JEROME DR and LANGERLAND K. Histologic and clinical comparision of Addent with silicate cements and cold-curing materials. Journal of American Dental Association 72 : 373－385, 1966
2. STANLEY HR, SWERDLOW H and BUONOCORE HM. Pulp reactions to anterior restorative materials. Journal of American Dental Association 75 : 132－141, 1967.
3. SAYEGH FS and REED AJ. Tissue reactions to a new restorative material. J Prosthet Dent 22 : 468－478, 1969.
4. BR NNSTR M M and NYB RG H. Pulpal reaction to composite resin restorations. J Prosthet Dent 27 : 181－189, 1972.
5. BR NNSTR M M and NYB RG H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution ; growth of bacteria and effect on the pulp. J Prosthet Dent 30 : 303－310, 1973.
6. GOING RE. Microleakage around dental restorations : a summarizing review. Journal of American Dental Association 84 : 1349－1357, 1972.
7. VOJINOVIC O, NYB RG H and BR NNSTR M M. Acid treatment of cavities under resin fillings : bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. Journal of Dental Research 52 : 1189－1193, 1973.
8. INOKOSHI S, IWAKU M and FUSAYAMA T. Pulpal response to a new adhesive restorative resin. Journal of Dental Research 61 : 1014－1019, 1982
9. STANLEY HR, BOWEN RC and COBB EN. Pulp responses to a dentin and enamel adhesive bonding procedures. Oper Dent 13 : 107－113, 1988
10. HOSODA H, INOKOSHI S, FUJITANI M, OTSUKI M and SHIMADA Y. Pulpal response to a new bonding agent and recently designed adhesive liners containing a salicylic acid derivative. Japanese Journal of Conservative Dentistry 32 : 398－410, 1989.
11. FUSAYAMA T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. Quintessence Intern 18 : 633－647, 1989.
12. KASHWADA T and TAKAGI M. New restoration and direct pulp capping systems

using adhesive composite resin. Bulletin of Tokyo Medical and Dental University 38 : 45−52, 1991.
13. INOUE T and SHIMONO M. Repair dentinogenesis following transplantation into normal and germ-free animals. Proc Finn Dent Soc 88 : 183−194, 1992
14. BHASKAR SN, CUTRIGHT DE, BOYERS RC and MARGETIS PM. Pulp capping with isobutyl cyanoacrylate. Journal of American Dental Association 79 : 640−644, 1969
15. ONOE N, INOKOSHI S and YAMADA T. Histopathological evaluation of adhesive resins for direct pulp capping. Proceeding of the International Conference on Dentin/pulp Complex 221−226, 1995
16. INOUE T, MIYAKOSHIS and SHIMONO M. Dentin pulp/ Adhesive resin interface. Biological view from basic science to clinic. Proceeding of the International Conference on Dentin/pulp Complex 217−220, 1995
17. DICKINSON GL, STEVENS JT, OVERBERGER JE and McCUTCHEON WR. Comparision of shear bond strengths of some third-generation dentin bonding agents. Operative Dentistry 16 : 223−230, 1991
18. CHIGIRA H, ITOH K and WAKUMOTO S. Marginal adaptation of nine commercial intermediate resins. Dental Materials 7 : 103−106, 1991
19. TSUNEDA Y, HAYAKAWA T, YAMAMOTO H, IKEMI T and NEMOTO K. A Histopathological Study of Direct Pulp Capping with Adhesive Resins. Operative Dentistry 20 : 223−229, 1995
20. COX CF, KEALL CL, KEALL HJ, OSTRO E and BERGENHOLTZ G. Biocompatibility of surface-sealed dental materials againist exposed pulps. Journal of Prosthetic Dentistry 57 : 1−8, 1987
21. COX CF. Microleakage related to restorative procedures. Proc Finn Dent Soc 88 : 83−93, 1992
22. SNUGGS HM, COX CF, POWELL CS and WHITE KC. Pulpal healing and dentinal bridge formation in an acidic environment. Quintessence Intern 24 : 501−510, 1993
23. ONOE N. Study on adhesive bonding system as a direct pulp capping agent. Japanese Journal of Conservative Dentistry 37 : 429−466, 1994
24. 박동성, 임성삼. Nd-YAG 레이저에 대한 치수절단후 잔존치수조직의 치유과정에 관한 전자현미경적 연구. 대한치과보존학회지 22 : 399−422, 1995

Explanation of figures

Fig. 1 Note the thick coagulation necrosis layer. There is chronic inflammatory cell infiltration and hemorrhage below it in the control group at 2nd week. X200

Fig. 2 Magnified coagulation necrosis layer. X400

Fig. 3 Photomicrograph of the dentin bridge that has osteodentin like feature lining the odontoblast-like cells in the experimental group 1 at 2nd week. X300

Fig. 4 Note that slight chronic inflammatory cell infiltration, vascular congestion and hemorrhage in the experimental group 1 at 2nd week. X100

Fig. 5 The chronic inflammatory cell infiltration was observed at the superficial portion but there is no inflammatory cell infiltration at the deep portion in the experimental group 2 at 2nd week. X70

Fig. 6 Note that the soft tissue hybrid layer like lining in the experimental group 3 at 2nd week. X100

사 진 부 도

Fig. 1

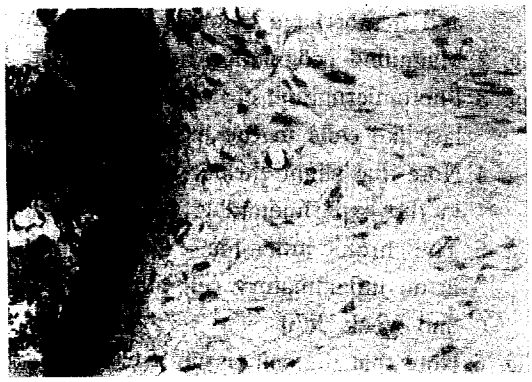

Fig. 2

Fig. 3

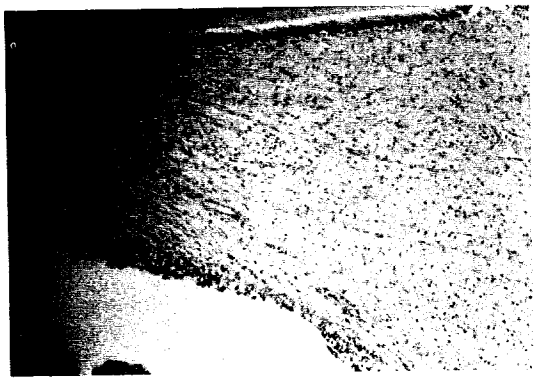

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6