

잔존 상아질 후경에 따른 S. mutans 의 성균 치수반응에 관한 실험적 연구

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 朴東洙 부교수)

金 亨 東

I. 서 론

치아 경조직 치료시 치수에 자극을 주는 요인으로서, 치아 삭제시의 물리적 자극^{37,44,46)}, 세균의 침투^{1,12,14,33,41)} 및 충전재료 자체의 독성^{17,22,25,39,51,54-56)} 등을 들 수가 있으며, 이런 요인들이 복합적으로 작용하여 치수의 염증반응이 일어난다고 알려져 왔다. 특히 복합레진 수복시에 야기되는 치수의 염증반응은 그 자체의 화학적 독성 즉, acrylic monomer 가 상아세관내의 조상아 세포돌기를 자극함으로써 유발한다는 주장과 수축으로 인한 치아 와동벽과 재질의 간격을 통하여 구강내 세균의 침입으로 야기된다는 두가지 주장이 있는 바, 최근에는 후자에 관한 연구가 더 활발하게 진행되고 있다.

세균이 치수에 미치는 영향에 관해서는 많은 학자들에 의하여 연구되어 왔는데 Michelich³⁰⁾, Olgart⁴⁰⁾는 상아세관에 대한 세균의 침투에 관하여, Bergeholtz 등²⁾은 치태층의 세균이 치수의 염증반응에 미치는 효과에 관하여 보고하였고 Mjör³⁴⁾는 충전재 하방에 존재하는 균들을 관찰하였으며 Brännström 등¹⁵⁾은 규산 세멘트 충전시에 일어나는 균의 침투와 치수반응에 관하여, Nordenvall 등³⁰⁾은 glass-ionomer 세멘트와 복합레진 충전시의 세균 성장과 치수반응을 비교 고찰하였으며, Vojinovic 등⁵⁰⁾은 복합레진 충전시 산 부식제가 세균성장과 치수에 미치는 영향에 관하여, Chirnside¹⁶⁾는 무수치의 상아질에 대한 세균의 침투에 대하여, Reeves 등⁴²⁾은 우식치아에서의 세균침투와 치수병변과의 상관관계에 대하여 보고한바 있다. 이와같은 세균의 침투는 와동형성시 또는 충전 후 변연 누출에 의

하여 일어나기 때문에 이와같은 것을 예방하기 위하여 와동 청정제^{9,12,20,23,24)}와 이장제^{3,10,13,19,29,57)}에 대한 연구도 활발히 진행되고 있으며, 또한 와동을 가능한 한 최대한 폐쇄시켜 변연누출을 방지할 수 있는 영구 충전재료에 대한 개발도 최근 수년간 끊임없이 이루어져 오고 있다.

한편, 잔존 상아질 후경에 따른 치수반응에 많은 차이가 있음이 Mitchell³¹⁾, Sayegh⁴³⁾, Stanley⁵⁰⁾의 연구에 의하여 밝혀져 왔는데 세균의 치수반응을 연구함에 있어서 동일한 조건을 주기 위하여서는 일정한 잔존 상아질 후경이 요구된다.

이에 저자는 전기 저항치를 이용하여 잔존 상아질 후경이 1mm 와 0.5mm 가 되도록 와동을 형성한 다음 S. mutans 를 넣어 인위적으로 감염시킴으로써 S. mutans 와 잔존 상아질 후경의 차이에 따른 치수반응을 연구한 바, 다소의 지견을 얻었기에 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

가. 실험 재료

실험동물은 체중 13-15kg 내외의 성견 6마리를 대상으로 하여, 총 72개 치아를 선택하고, 실험군 및 대조군으로 구분하여 실험하였다. 이 실험에 사용된 균으로는 Streptococcus mutans(6715, serotype A), 충전재료로는 Z.O.E. 가봉제인 IRM®(L.D. Caulk Co., U.S.A.)을 사용했다(Table 1).

나. 실험 방법

실험동물은 secobarbital sodium (30 mg/kg)으로 정맥주사한 뒤 치아를 10% Povidone-Iodine 으로

Table 1. Number of teeth used in the experiment.

Procedure	Observation period			No. of the experimental teeth
	1 week	3 weeks	8 weeks	
Control/1 mm*	6	6	6	18
Control/0.5 mm	6	6	6	18
S. mutans/1 mm	6	6	6	18
S. mutans/0.5 mm	6	6	6	18
Total	24	24	24	72

* Remaining dentin thickness

소독하고, 멸균된 #557 bur를 사용하여 각 치아의 협면에 와동을 형성한 후 3%의 과산화수소와 식염수로 세척, 건조하였다. 와동형성시 와동의 크기는 직경 1mm 내외로 와동형성을 하였으며 잔존상아질 후경의 측정은 CARIES METER®(小貴醫器有限會社, 日本)를 제조회사의 지시에 따라 사용하였고 전기 저항치에 따라 1mm 군(50±5kΩ)과 0.5mm 군(25±5kΩ)으로 나누어 시행하였다.

S. mutans 실험군은 와동형성 완료 후 0.3mm 두께의 여과지를 72시간전에 배양한 S. mutans의 BHI broth에 침윤시켜 와동저에 S. mutans (1.27×10⁶ cells)를 넣고 다시 영양소로 새로운 BHI broth를 점적한 여과지를 그 위에 덮은 후 tin foil로 피복하고 IRM®으로 충전하였다. 대조군은 S. mutans를 넣지 않고 와동저를 tin foil만으로 피복한 후 IRM®으로 충전하였다.

충전후 1주, 3주, 8주 간격으로 실험동물을 희생 즉시 악골을 적출하고 치근단 1/3 부위를 절단하여 10% 중성완충 formalin 용액에 2주간 고정후 5% 질산으로 1주간 탈회하고 탈수 및 파라핀 포매하였다. 그후 4-6μ 두께의 박리표본을 제작하여 Hematoxylin-Eosin 염색을 하였다.

III. 실험 성적

가. 대조군

1. 잔존 상아질 후경이 1mm 인 경우 :

1주군에서는 6예중 1예에서 조상아 세포층의 불규칙한 배열상 및 위축현상을 보였으며, 예성상아질 두께의 증가가 관찰되었다. 치수조직 충혈이 관찰되었으나, 조상아 세포층의 충혈도 2예에서 볼 수 있었다. 3주군에서는 조상아세포의 변화는 볼 수 없었으며 치수조직 충혈이 모든 예에서 관찰되었고 조상아 세포층 충혈이 1예에서 예성상아질

증가가 3예에서 동반되었다. 8주군에서는 치수조직 충혈만이 관찰되었을 뿐 조상아 세포층의 변화는 볼 수 없었고, 3예에서 예성상아질의 증가를 보였다. 전 실험군에서 염증세포 침윤은 관찰되지 않았다(Table 2).

2. 잔존 상아질 후경이 0.5mm 인 경우 :

1주군에서는 조상아 세포층의 불규칙한 배열 및 위축이 각각 1예에서 관찰되었고, 치수조직 충혈을 모든 예에서 볼 수 있었다. 충혈 및 예성 상아질 두께의 증가를 각각 4예, 5예에서 볼 수 있었다. 3주 및 8주군에서도 치수조직 충혈은 모든 예에서 관찰되었으나, 조상아세포의 불규칙한 배열상은 1예씩 동반되었다. 8주군에서는 2예에서 Reparative dentin 형성이 관찰되었다. 전 실험군에서 염증세포 침윤은 관찰되지 않았다(Table 3).

나. S. mutans 실험군

1. 잔존 상아질 후경이 1mm 인 경우 :

1주군에서는 조상아세포층의 위축과 불규칙한 배열은 각각 1예, 2예에서 볼 수 있었다. 치수조직 충혈이 모든 예에서 관찰되었으며, 1예에서는 출혈현상도 초래되었다. 조상아세포층 충혈도 4예에서, 또한 reparative dentin 형성을 1예에서 관찰할 수 있었다. 3주군에서는 1예에서 조상아세포층의 위축현상이 보였고 치수조직 충혈은 모든 예에서 관찰되었다. 조상아세포층 충혈도 2예에서 보였고 예성상아질의 증가도 3예에서 볼 수 있었다. 8주군에서는 치수조직 충혈만 모든 예에서 관찰되었을 뿐 조상아세포층의 변화는 일어나지 않았으며 1예에서 예성상아질의 증가를 보였다. 염증세포 침윤은 전 실험기간 동안에 볼 수 없었다(Table 4).

Table 2. Pulp response of the control group with 1mm remaining dentin thickness.

	Odontoblasts				reparative dentin	Odontoblast congestion	Congestion of pulp proper	hemorrhage	Inflammation	
	disarray	atrophy	hyperplasia	necrosis					mononuclear cells	neutrophils
1 week	1/6	1/6	0	0	0	2/6	6/6	0	0	0
3 weeks	0	0	0	0	0	1/6	6/6	0	0	0
8 weeks	0	0	0	0	0	0	6/6	0	0	0

No. of positive cases/No. of total cases

Table 3. Pulp response of the control group with 0.5mm remaining dentin thickness.

	Odontoblasts				reparative dentin	Odontoblast congestion	Congestion of pulp proper	hemorrhage	Inflammation	
	disarray	atrophy	hyperplasia	necrosis					mononuclear cells	neutrophils
1 week	1/6	1/6	0	0	0	4/6	6/6	0	0	0
3 weeks	1/5	0	0	0	0	2/5	5/5	0	0	0
8 weeks	1/6	0	0	0	2/6	2/6	6/6	0	0	0

No. of positive cases/No. of total cases

Table 4. Pulp response of the *S. mutans* experimental group with 1mm remaining dentin thickness.

	Odontoblasts				reparative dentin	Odontoblast congestion	Congestion of pulp proper	hemorrhage	Inflammation	
	disarray	atrophy	hyperplasia	necrosis					mononuclear cells	neutrophils
1 week	2/6	1/6	0	0	1/6	4/6	6/6	1/6	0	0
3 weeks	0	1/6	0	0	0	2/6	5/6	0	0	0
8 weeks	0	0	0	0	0	0	6/6	0	0	0

No. of positive cases/No. of total cases

Table 5. Pulp response of the *S. mutans* experimental group with 0.5mm remaining dentin thickness.

	Odontoblasts				reparative dentin	Odontoblast congestion	Congestion of pulp proper	hemorrhage	Inflammation	
	disarray	atrophy	hyperplasia	necrosis					mononuclear cells	neutrophils
1 week	0	2/5	0	1/5	0	4/5	5/5	0	2/5	2/5
3 weeks	1/7	3/7	0	0	1/7	2/7	7/7	0	3/7	0
8 weeks	0	0	1/5	0	0	0	5/5	0	0	0

No. of positive cases/No. of total cases

2. 잔존 상아질 후경이 0.5mm 인 경우 :

1주군에서는 조상아세포의 위축현상이 2예에서 보였다. 특히 1예에서는 조상아세포층의 피사소견과 함께 중성 백혈구의 침윤이 관찰되었다. 조상아세포층 및 치수조직 층혈이 거의 모든 예에서 관찰되었으며, 3예에서 예성상아질의 두께가 증가되어 있었다. 와동형성 하부에 중성 백혈구와 림파구, 탐식세포 등의 급만성 염증세포가 침윤되어 있었다. 3주군에서는 조상아세포의 피사는 없었으나, 위축 및 불규칙한 배열상이 각각 3예, 1예에서 관찰되었고, 층혈현상도 관찰되었다. 또한 치수조직에는 층혈과 더불어 다수의 만성 염증세포 침윤이 3예에서 동반되었다. 8주군에서는 조상아세포의 위축이나 피사소견은 볼 수 없었고, 1예에서 다소의 증식을 일으키고 있었다. 역시 모든 예에서 치수조직 층혈이 동반되었으며, 예성상아질도 증가되는 소견을 보였다. 그러나 급만성 염증세포의 침윤은 볼 수 없었다(Table 5).

IV. 총괄 및 고찰

치수자극의 원인에 대하여 오랫동안 많은 논란이 있었으며 치과용 재료 자체의 독성, 세균에 의한 감염, 치질 삭제시의 기계적 손상등이 주 원인으로 알려져 왔다. 재료 자체의 독성에 관한 연구들을 살펴보면 Dickey 등¹⁷⁾은 복합레진 자체가 화학적 자극원이 될 수 있다고 하였으며 Kafraway²⁰⁾는 복합레진 중합시 생성되는 반응자유기가 치수자극을 유발할 수 있다고 하였고 세포반응 실험에서는 복합레진이 배양세포의 성장을 억제하는 것으로 나타났다.

특히 복합레진을 깊은 와동내에 직접 충전하였을 경우 그 자체의 독성이 절단된 조상아세포에 작용하여 치수조직에 심한 염증반응을 초래할 수 있다고 하였다^{38,51)}.

그러나, 한편 Stanley 등⁴⁰⁾의 실험에 의하면 외부로부터 균의 침투를 최대한 배제한 상태에서 치수

가까이 또는 직접 노출된 치수조직에 8종의 복합 레진 구성 성분으로 충전한 경우 치수조직에 거의 자극을 주지 않는 것으로 나타났으며 규산세멘트의 산성으로 인하여 상아질 및 상아세관내의 액체와 중화반응이 일어나면서 치수조직에 유의할만한 자극을 일으키지 않는 것으로 보고된 바 있다^{14,15)}.

근래에 와서는 치수자극의 주원인으로서 세균감염에 관한 연구가 많이 발표되어 오고 있는데 Kakehashi 등²⁰⁾에 의하면 무균쥐와 일반쥐를 각각 인위적으로 치수를 노출시켰을 때 무균쥐에서는 염증반응이 나타나지 않는 반면 일반쥐에서는 심한 염증반응이 나타났다고 하였으며 또 다른 실험에서는 복합레진 충전시 심한 치수조직반응이 나타난 경우 두꺼운 세균층이 관찰되었고 따라서 세균에 의한 감염을 치수반응의 주원인으로 주장한 바 있다^{12,20)}.

이와같은 세균의 감염경로는 와동형성시에 생기는 상아질 잔사층에 세균이 존재하게 되거나 또는 복합레진과 상아질벽과의 접착력 결여, 중합 수축, 냉온자극시의 체적변화등에 의한 2-20 μ 크기의 변연누출에 의하여 발생된다고 보여진다⁵⁾. 상아질 잔사층은 gelatin 과 같이 열에 의해 용고된 단백질, 타액, 혈액, 세균등의 유기물과 무기물로 구성되어 있으면서 와동내에 2-5 μ 두께의 층을 이루고 있으며 물분사에 의하여 제거되지 않는 것으로 알려져 있다^{8, 11, 12)}.

한편 이와같이 와동내에 존재하는 세균은 세포분열 또는 저작시에 발생하는 정수압에 의하여 상아세관내로 침투하게 되며 침투된 세균은 증식, 분해 과정을 거치면서 대사물질, 효소, 분해산물을 방출하게 된다. 이 위대한 세균산물은 상아세관을 통하여 치수에 전달됨으로써 치수에 염증반응을 일으키게 되는데 특히 저분자 단백질은 chemotactic agent 로 작용하여 중성호성 백혈구의 침윤을 촉진시켜주며 항원으로도 작용하여 면역기전에 관여하는 것으로 알려져 있으나 정확한 기전은 아직 밝혀져 있지 않다⁴⁾.

균에 의한 치수반응은 개체의 방어기전과 균의 독성 및 양에 의해 좌우되며 청소년 치아에서는 노년치아에 비하여 치수의 혈액순환과 세포반응이 활발하기 때문에 치수감염에 대한 저항력이 크며 독소에 대한 반응으로서 reparative dentin 을 신속하게 형성하여 막아주기 때문에 초기에는 심한 염증반응이 나타나도 점차로 치유된다고 보여진다

¹⁶⁾. 그러나 reparative dentin 까지 균이 침입한 경우에는 심한 비가역적 치수반응을 일으킬 수도 있으며 균과 치수의 거리가 평균 1.1mm 이상이 되어야 치유되는 반응이 나타난다고 하였다⁴⁰⁾. 또한 치수의 높은 내압도 이와같은 방어기전시 영향을 미치는 소인이 될 수 있다.

본 실험에서는 최근에 재료 자체보다는 세균에 대한 원인설이 우세하기 때문에 이를 확인하기 위하여 구강내 세균중 독성이 높은 Streptococcus mutans 를 와동에 넣어 인위적으로 감염시키고 폐쇄성이 좋고 치수에 자극이 심하지 않은 IRM[®]으로 충전하여서 거기에 따른 균의 침투 및 치수반응을 보고자 하였다. 이밖에도 와동형성시 주로 상아질 내방 0.5mm 에 존재하는 조상아 세포돌기의 단절, 상아질 탈수, 고속 삭제시의 발생열등에 의하여서도 치수에 염증이 발생되며^{27,28)} bur 의 절삭능력, 가압의 정도, 와동세척 및 건조 조작도 영향을 미치는 인자로 작용할 수 있다. 따라서 이와같은 유발인자를 최대한 배제한 가운데 균에 의한 치수반응만을 보기 위하여 고려해야 할 요소의 하나가 잔존 상아질 후경이다. Mitchell 등³¹⁾은 와동이 치수에 가까울수록 단위면적당 상아세관의 수와 직경이 커지므로 더 많은 양의 독소가 치수에 전달될 수 있다고 하였고 Stanley^{47, 48)}는 후경이 2mm 이상인 경우에는 자극에 대하여 차단효과를 나타내며 1 mm 정도는 되어야 치수조직의 변화를 관찰할 수 있다고 하였으며 Sayegh⁴⁹⁾는 인간과 원숭이의 치수반응에 관한 연구에서 평균잔존상아질 후경이 원숭이는 1mm 미만, 인간은 1.5mm 미만일 때 서로 상관관계를 갖는다고 하였다.

본 실험에서는 상아질후경을 가능한 한 일정하게 유지시켜 주기 위해 CARIES METER[®]을 이용하였으며 전기저항치에 따라 잔존 상아질 후경 0.4~0.6mm(25 \pm 5K Ω)군과 0.8~1.0mm(50 \pm 5K Ω)군으로 나누어 두군간의 세균에 따른 치수반응을 비교 연구 하였다⁵⁰⁾.

S. mutans 를 넣지 않은 대조군의 치수반응을 보면 1mm 군 1주 소견에서 조상아세포의 불규칙한 배열과 위축, 치수 및 조상아세포의 울혈이 나타났는데 이는 와동형성시 잔존 상아질 후경을 일정하게 유지하기 위하여 많은 자극을 주었기 때문에 생긴 결과로 보여진다. 3주, 8주 소견에서는 조상아세포의 변화가 전혀 나타나지 않으므로 정상 치수로

회복되었음을 알 수 있다.

0.5mm 군에서는 1주 소견에서 역시 조상아세포의 불규칙한 배열과 위축이 나타났고 1mm 군에 비하여 조상아세포 층혈의 빈도가 더 큰 것으로 보아 와동형성시 하방 0.5mm 부위에 주로 존재하는 조상아세포 돌기가 절단되거나 더 큰 자극을 받음으로써 나타난 결과로 보여진다.

S. mutans 실험군, 1mm 군에서는 대조군 1mm 군에 비하여 더 큰 치수반응을 보이면서 수복성 상아질이 형성되는 것은 세균의 독소가 상아세관을 통하여 치수에 전달됨으로써 일어나는 방어기전에 의한 것으로 생각된다. 3주, 8주 소견에서는 조상아세포의 변화가 전혀 나타나지 않아서 시간이 경과됨에 따라 점차로 회복되어 가는 것을 알 수 있다.

S. mutans 실험군, 0.5mm 군에서는 1주 소견에 급·만성 염증세포의 침윤 소견을 보이는 것은 염증세포에 대한 유발인자가 존재한다는 것을 의미하여 이들 인자 중에서도 특히 *S. mutans*의 독소가 후경이 얇은 상아질세관을 통하여 치수에 전달되면서 염증세포의 침윤을 촉진시킨 것으로 추측된다.

치수조직 관찰과 병행하여 와동내에 넣은 *S. mutans*의 상아세관에 대한 침투를 관찰하기 위하여 실험군을 Brown-Brenn 염색을 하였던 바 대부분의 조직표본에서 그 존재를 확인할 수 없었으며 이는 직경이 0.5~0.75 μ m 인 *S. mutans*가 medium chain을 이루는데 비하여 상아세관은 그 직경이 1.3~1.5 μ m에 불과하고 내용물로 채워져 있기 때문에 침투가 어려웠던 것으로 보여지며 와동내에 잔존해 있다가 탈회과정에서 가봉제인 IRM[®]과 함께 탈락되었을 가능성이 높다.

한편 와동 청정제와 이장제에 관한 연구를 살펴보면 Mjor^{22, 25, 26)}은 와동형성 직후 상아질에서 세균의 침투가 거의 일어나지 않았고 생활치수를 가진 치아는 감염에 대한 저항이 크므로 살균성 와동청정제의 사용이 의문시 된다고 하였으나 Brännström 등^{12, 14)} Qvist 등⁴¹⁾은 세균의 존재가 치수의 염증반응과 직접적인 관계에 있기 때문에 와동형성후 살균성 와동 청정제와 이장제를 사용하여야 한다고 주장하였다. 그러나 이 와동청정제는 상아질 잔사층을 제거하여 충전재와 치질의 접착을 향상시켜 주는 반면 peritubular dentin을 제거하고 상아세관

입구를 크게 확장시켜 치수에 직·간접적인 자극을 줄 수 있는 단점이 있다. 이와같은 단점을 보완해 주기 위해 최근 이보다 부식성이 약한 chelating agent²³⁾와 함께 사용할 수 있는 glutaraldehyde 성분의 상아질 접착제가 개발되었으며 이 접착제는 확대된 상아세관내의 단백질을 응고하여 투과성을 감소시켜 치수에 대한 균이나 독소의 침투를 방지하는 것으로 나타났다^{6, 7)}.

세균은 치수에 자극을 주는 주원인으로 최근 많은 연구에 의해 보고되어 왔으며 특히 잔존 상아질 후경이 얇은 경우에는 그 영향이 증대되므로 와동내의 세균감염과 변연누출에 의한 세균 침투를 방지해야 하며 이를 위하여 변연폐쇄성이 우수한 충전재와 와동청정제, 이장제의 사용이 필요하다. 그러나 이와같은 재료 역시 치수에 영향을 줄 수 있는 가능성이 있으므로 이와같은 문제점을 개선하기 위한 복합적인 연구가 앞으로 더 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

성견 6두에서 72개의 치아를 대상으로 Caries Meter[®]를 사용하여 잔존 상아질 후경 1mm 군과 0.5mm 군으로 나누어 5급 와동을 형성하였으며 여기에 *S. mutans*를 넣어 세균감염을 시킨후 IRM[®]으로 충전한 군을 실험군으로 하고 세균감염없이 충전한 군을 대조군으로 하여 세균과 잔존 상아질 후경에 따른 치수변화를 1주, 3주, 8주 경과후 병리 조직학적으로 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대조군 0.5mm 군의 치수반응은 조상아 세포층의 변화 및 층혈에 있어서 대조군 1mm 군에 비하여 더 높은 빈도로 오랫동안 지속되었다.
2. 대조군 1mm 군과 *S. mutans* 실험군 1mm 군은 모든 치수반응에서 특징적인 차이가 없으므로 나타났다.
3. *S. mutans* 실험군 0.5mm에서는 급·만성 염증반응이 나타났으나 대조군 0.5mm 군에서는 염증반응이 나타나지 않았다.

참 고 문 헌

1. Bergenholtz, G. : Effect of bacterial products on inflammatory reactions in the dental pulp. *Scand. J. Dent. Res.* 85 : 122 - 129, 1977.
2. Bergenholtz, G., and Lindhe, J. : Effect of soluble plaque factors on inflammatory reactions in the dental pulp. *Scand. J. Dent. Res.* 83 : 153 - 158, 1975.
3. Bergenholtz, G., and Reit, C. : Pulp reactions on microbial provocation of calcium - hydroxide treated dentin. *J. Dent. Res.* 58 : Special Issue A. Abstr. 269, 1979.
4. Bergenholtz, G., and Warfvinge, J. : Migration of leukocytes in dental pulp in response to plaque bacteria. *Scand. J. Dent. Res.* 90 : 354 - 362, 1982.
5. Bergvall, O., and Brännström, M. : Measurement of the space between composite resin fillings and the cavity walls. *Swed. Dent. J.* 64 : 217 - 226, 1971.
6. Bindslev - Hörsted, P. : Monkey pulp reactions to cavities treated with GLUMA dentin bond and restored with microfilled composite. *Scand. J. Dent. Res.* 95 : 347 - 355, 1987.
7. Bindslev - Hörsted, P., Simonsen, A.M., and Larsen, M.J. : Monkey pulp reactions to restorative materials. *Scand. J. Dent. Res.* 94 : 154 - 163, 1986.
8. Brännström, M., and Johnson, G. : Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces. : A scanning electron microscopic investigation. *J. Prosthet. Dent.* 31 : 422 - 430, 1974.
9. Brännström, M., and Nordenvall, K.J. : Bacterial penetration, pulpal reaction, and the inner surface of concise enamel bond. : Composite fillings in etched and unetched cavities. : *J. Dent. Res.* 57 : 3 - 10, 1978.
10. Brännström, M., Nordenvall, K.J., and Torstenson, B. : Pulpal reaction to IRM cement : an intermediate restorative material containing eugenol. *J. Dent. Child.* : 259 - 263, 1981.
11. Brännström, M., and Nyborg, H. : Bacterial growth and pulpal changes under inlays cemented with zinc phosphate cement and epoxyelite CBA 9080. *J. Prosthet. Dent.* 31 : 556 - 565, 1974.
12. Brännström, M., and Nyborg, H. : Cavity treatment with a microbicidal Fluoride solution : Growth of bacteria and effect on the pulp. *J. Prosthet. Dent.* 30 : 303 - 310, 1973.
13. Brännström, M., and Nyborg, H. : Pulp reaction to a temporary zinc oxide eugenol cement. *J. Prosthet. Dent.* 35 : 185 - 191, 1976.
14. Brännström, M., and Vojinovic, O. : Response of the dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *J. Dent. Child.* 43 : 15 - 21, 1976.
15. Brännström, M., Vojinovic, O., and Nordenall, K.J. : Bacteria and pulpal reactions under silicate cement restorations. *J. Prosthet. Dent.* 41 : 290 - 295, 1979.
16. Chirnside, I.M. : Bacterial invasion of nonvital dentin. *J. Dent. Res.* 40 : 134 - 140, 1961.
17. Dickey, D.M., El - Kafrawy, A.H., and Mitchell, D.F. : Clinical and microscopic pulp response to a composite restorative material. *J. Amer. Dent. Asso.* 88 : 108, 1974.
18. El - Kafrawy, A.H. and Mitchell, D.F. : Pulpal reactions to open cavities later restored with silicate cement. *J. Dent. Res.* 42 : 874, 1963.
19. Fairbourn, D.R., Charbeneau, G.T., and Loesche, W.J. : Effect of improved Dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. *J. Amer. Dent. Asso.* 100 : 547 - 552, 1980.
20. Felton, D., Bergenholtz, G., and Cox, C.F. : Inhibition of bacterial growth under composite restorations following GLUMA pretreatment. *J. Dent. Res.* 68 : 491 - 495, 1989.
21. Hensten - Pattersen, A. : In vitro cytotoxicity of resin based dental restorative materials. *J. Dent. Res.* 56 : A 151, 1977.
22. Heys, R.J. et al. : The effect of bacteria on the pulpal response of various restorative materials. *J. Dent. Res.* 58 : Special Issue A. Abstr. 270, 1979.
23. Jodaikin, A. and Austin, J.C. : Smear layer removal with chealating agents after cavity preparation. *J. Prosthet. Dent.* 46 : 171 - 174, 1981.

24. Jodaikin, A., Austin, J.C., and Cleaton - Jones, P.E. : Pulpal responses to amalgam restorations in cavities with and without smear layer removal. *J. Oral Pathol.* 15 : 415 - 418, 1986.
25. Kafrawy, A.H. : Biologic considerations in the selection and use of restorative materials. *Dent. Clin. North Am.* 27 : 645, 1983.
26. Kekehashi, S., Stanley, H.R., and Fitzgerald, R.J. : The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg* 20 : 340 - 349, 1965.
27. Langeland, K. : Prevention of pulpal damage. *Dent. Clin. North Am.* 16 : 709 - 732, 1972.
28. Lefkowitz, W., Robinson, H.B.G., and Postle, H.H. : Pulp response to cavity preparation. *J. Pros. Dent.* 8 : 315, 1958.
29. Leung, R.L., Loesche, W.J., and Charbeneau, G.T. : Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *J. Amer. Dent. Asso.* 100 : 193 - 197, Feb. 1980.
30. Michelich, V.J., Schuster, G.S., and Pashley, D.H. : Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J. Dent. Res.* 59 : 1398 - 1403, 1980.
31. Mitchell, D.F., Buonocore, M.G., and Shazer, S. : Pulp reaction to silicate cement and other materials : Relation to cavity depth. *J. Dent. Res.* 41 : 591 - 595, 1962.
32. Mjör, I.A. : Bacteria in experimentally infected cavity preparations. *Scand. J. Dent. Res.* 85 : 599 - 605, 1977.
33. Mjör, I.A. : Experimentally induced pulpitis. *Oral Surg.* 34 : 102 - 108, 1972.
34. Mjör, I.A. : Histologic demonstration of bacteria subjacent to dental restorations. *Scand. J. Dent. Res.* 85 : 169 - 174, 1977.
35. Mjör, I.A. : The penetration of bacteria into experimentally exposed human coronal dentin. *Scand. J. Dent. Res.* 82 : 191 - 196, 1974.
36. Mjör, I.A., and Kvam, E. : Dental pulp reactions following the exposure in vivo. *Acta Odont. Scan.* 27 : 145 - 151, 1969.
37. Marrant, G.A., and Kramer, I.R. : The response of human pulp to cavity preparations using turbine handpieces. *Br. Dent. J.* 115 : 99, 1963.
38. Nordeñvall, K. J., Brännström, M., and Torstenson, B. : Pulp reactions and microorganisms under ASPA and concise composite fillings. *J. Dent. Child.* : 449 - 453, 1979.
39. Nygard - Ostby, B. : Pulp reactions to direct filling resins. *J. Amer. Dent. Asso.* 50 : 7, 1966.
40. Olgart, L., Brannstrom, M., and Johnson, G. : Invasion of bacteria into dentinal tubules : Experiments in vivo and in vitro. *Acta. Odont. Scand.* 32, 61 - 70, 1974.
41. Qvist, J., Qvist, V., and Lamjerg - Hansen, H. : Bacteria in cavities beneath intermediary base materials. *Scand. J. Dent. Res.* 85 : 313 - 319, 1977.
42. Reeves, R., and Stanley, H.R. : The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *O.S., O.M., & O.P.* 22 : 59 - 65, 1966.
43. Sayegh, F.S., and Reed A.J. : Analysis of histologic criteria commonly used in pulp studies. *Oral Surg.* 37 : 457 - 462, 1974.
44. Schuchard, A.S., and Watkins, C. : Temperature to increased rotational speeds. *J. Pros. Dent.* 11 : 313, 1961.
45. Spangberg, L., et al. : Biological effects of dental materials. 2) Toxicity of anterior tooth restorative materials on HeLa Cells in vitro. *Oral Surg.* 36 : 713, 1973.
46. Stanley, H.R. : Traumatic capacity of high speed and ultrasonic dental instrumentation. *J. Amer. Dent. Asso.* 63 : 749, 1961.
47. Stanley, H.R. : Design for a human pulp study. Part II. *O.S., O.M., & O.P.* 25 : 756 - 764, 1968.
48. Stanley, H.R. : Design for a human pulp study. Part I. *O.S., O.M., & O.P.* 25 : 633 - 647, 1968.
49. Stanley, H.R., Bowen, R.L., and Folio, J. : Compatibility of various materials with oral tissues. Pulp responses to composite ingredients. *J. Dent. Res.* 58 : 1507 - 1517, 1979.
50. Stanley, H.R., Swerdlow, H., and Buonocore, M.G. : Pulp reactions to anterior restorative materials. *J. Amer. Dent. Asso.* 75 : 132 - 141, 1967.
51. Suarez, C.L., Stanley, H.R., and Gilmore, H.W. : Histopathological response of the human dental

- pulp to restorative resins. J. Amer. Dent. Asso. 80 : 792, 1970.
52. Vojinovic, O., Nyborg, H., and Brännström, M. : Acid treatment of cavities under resin fillings : Bacterial growth in dentin. J. Dent. Res. 52 : 1189 - 1193, 1973.
 53. 高木輝秋 : 齒髓の保存療法に關する研究 第一報 象牙質電氣抵抗値と窩底象牙質厚徑との關連につんん. 日保齒誌, 10 : 46 - 55, 1967.
 54. 김영해 : Composite 충전의 치수반응에 관한 임상적 고찰. 대한치과보존학회지. 12(1) : 149 - 153, 1986.
 55. 조성식, 김영해 : 복합레진과 세균이 치수반응에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지. 13(1) : 53 - 65, 1988.
 56. 안상훈 : 잔존 상아질 후경에 따른 구치용 복합레진의 치수반응에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 13(2) : 265 - 282, 1988.
 57. 윤기복 : 수중이장재의 잔존상아질 후경에 따른 성견치수반응에 대한 실험적 연구. 대한치과보존학회지. 13(2) : 307 - 322, 1988.

사진부도 설명

- Fig. 1. 대조군, 1mm 1주군 :
외동형성 부위에 치수직의 충혈을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig. 2. 대조군, 1mm 1주군 :
조상아세포층의 위축, 불규칙한 배열상과 치수조직의 충혈을 보임(H-E, $\times 50$)
- Fig. 3. 대조군, 1mm 3주군 :
외동형성 부위에 치수조직의 충혈을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig. 4. 대조군, 1mm 8주군 :
외동형성 부위에 치수조직의 충혈을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig. 5. 대조군, 0.5mm 1주군 :
조상아세포층의 충혈 소견을 보임(H-E, $\times 25$)
- Fig. 6. 대조군, 0.5mm 3주군 :
외동형성 부위의 치수조직의 충혈과 prederitin 형성이 증가된 소견을 보임(H-E, $\times 25$)
- Fig. 7. 대조군, 0.5mm 8주군 :
치수조직의 충혈 소견을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig. 8. 실험군, 1mm 1주군 :
외동형성 하부에 출혈 소견을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig. 9. 실험군, 1mm 1주군 :
조상아세포층의 위축과 불규칙한 배열을 보임(H-E, $\times 50$)
- Fig.10. 실험군, 1mm 3주군 :
치수조직의 충혈을 보임(H-E, $\times 20$)
- Fig.11. 실험군, 1mm 8주군 :
치수조직의 충혈을 보임(H-E, $\times 25$)
- Fig.12. 실험군, 0.5mm 1주군 :
외동형성 하부에 급성 염증세포 침윤과 충혈 소견을 보임(H-E, $\times 10$)
- Fig.13. 실험군, 0.5mm 1주군 :
조상아세포층의 피사와 중성 백혈구의 침윤을 보임(H-E, $\times 100$)
- Fig.14. 실험군, 0.5mm 3주군 :
외동형성 하부에 만성 염증세포 침윤을 보임(H-E, $\times 25$)
- Fig.15. 실험군, 0.5mm 3주군 :
외동형성 부위에 림파구, 형질세포등의 만성 염증세포 침윤을 보임(H-E, $\times 50$)
- Fig.16. 실험군, 0.5mm 8주군 :
염증세포 침윤은 관찰되지 않으며 치수조직의 충혈 소견만 보임(H-E, $\times 25$)

金亨東 논문사진부도 I

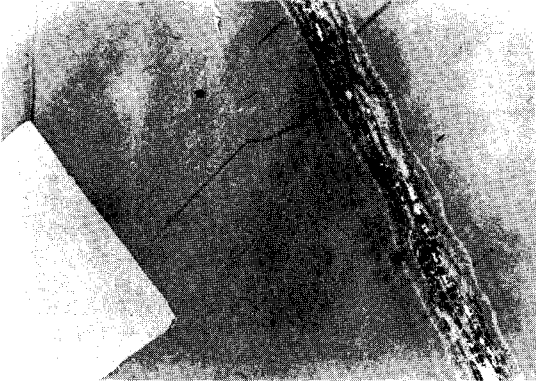


Fig.1

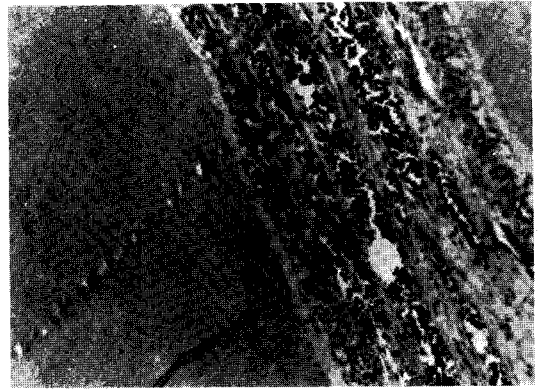


Fig.2

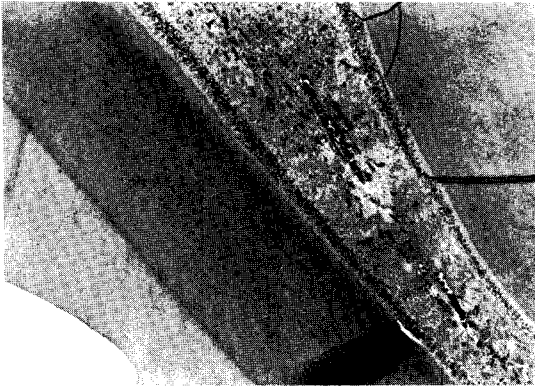


Fig.3

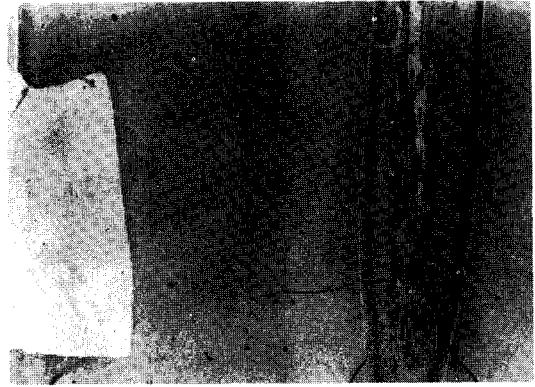


Fig.4

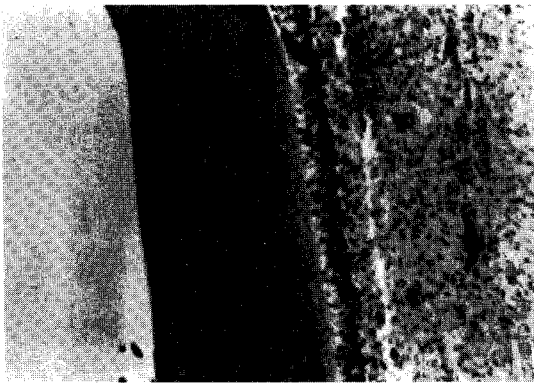


Fig.5

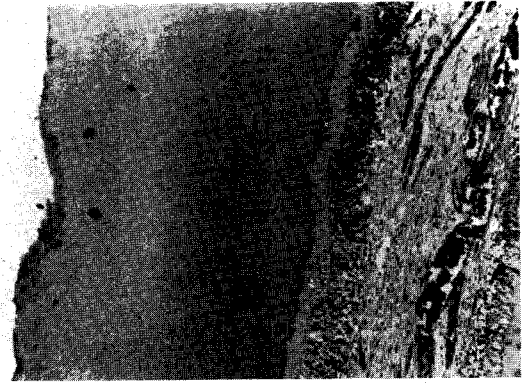


Fig.6

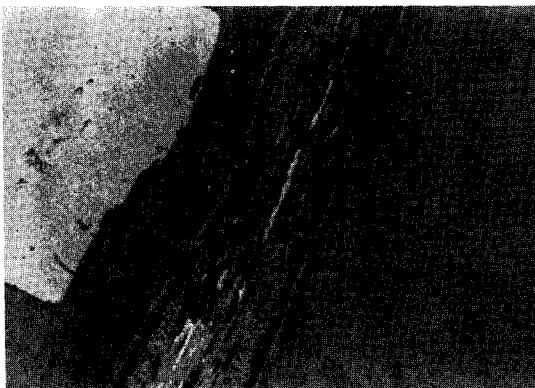


Fig.7

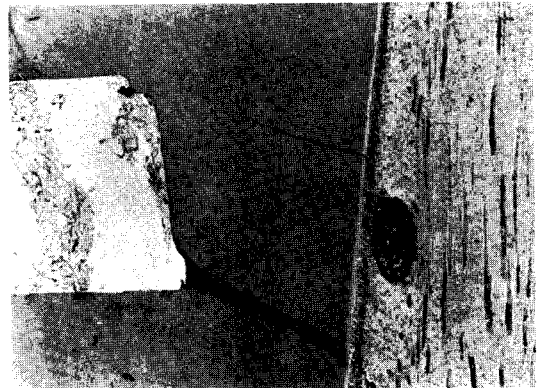


Fig.8

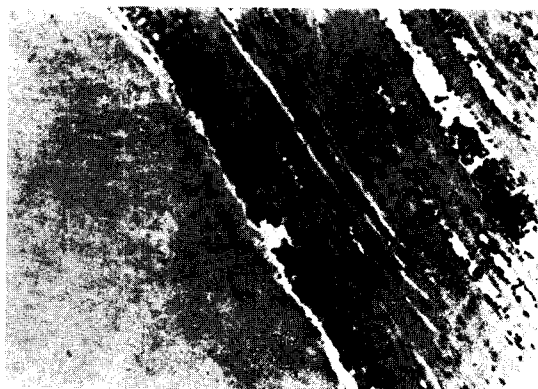


Fig.9

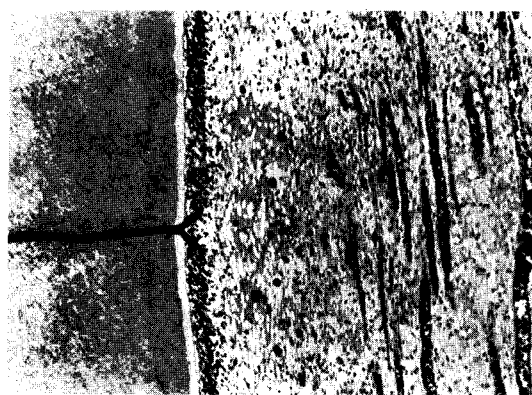


Fig.10



Fig.11

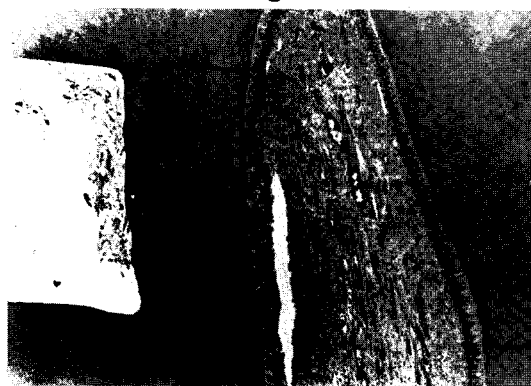


Fig.12

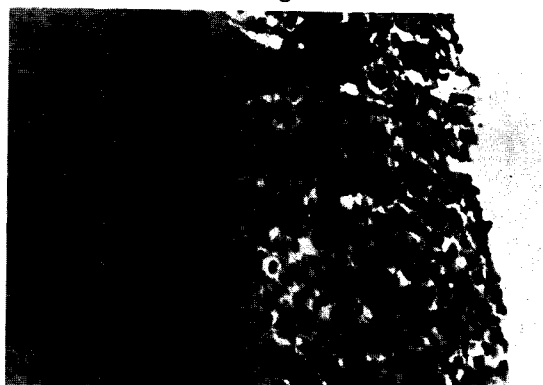


Fig.13

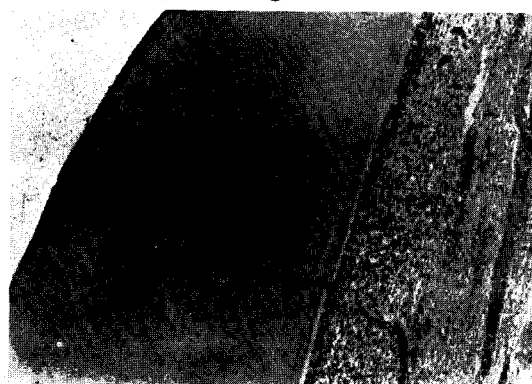


Fig.14

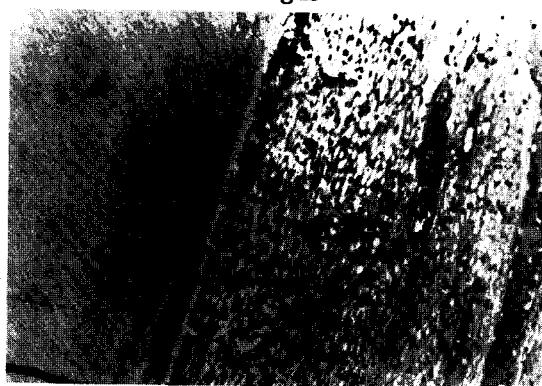


Fig.15

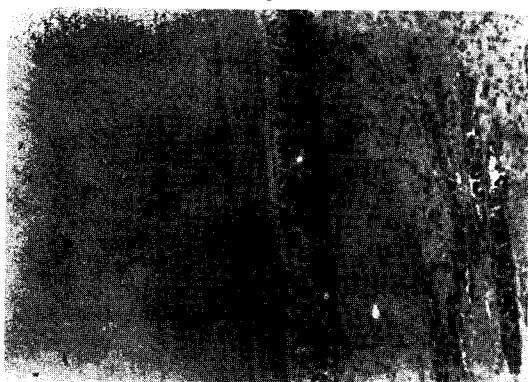


Fig.16

AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF
S. MUTANS ON THE PULP IN RELATION TO THE
REMAINING DENTIN THICKNESS

Hyung Dong Kim, D. D. S., M.S.D.

Department of Dental Science, Graduate School, Yonsei University.

(Directed by Asso. Prof. Dong Soo Park, D. D. S., M. S. D., Ph. D.)

The purpose of this study was to evaluate the pulpal responses of *S. mutans* (6715, serotype A) in relation to the remaining dentin thickness.

The material was consisted of 72 teeth from 6 dogs. C.I.V cavities were prepared into 2 different thickness (0.5mm, 1.0mm) of remaining dentin.

In the control groups, the cavities were filled with filter paper of broth, tin foil, and IRM[®] cement.

In the experimental groups, the cavities were filled with filter paper of *S. mutans*, filter paper of broth, tin foil, and IRM[®] cement.

The intervals of observation period were 1 week, 3 weeks, and 8 weeks respectively after the experiment.

The specimens were fixed with 10% formalin and decalcified in 5% nitric acid.

All specimens were stained with Hematoxylin - Eosin and examined histopathologically under the microscope.

The results were as follows.

1. The changes and congestion of odontoblastic layers were more frequent and lasting in the control group of 0.5mm than in that of 1.0mm remaining dentin thickness.
2. There was no characteristic difference between the control group of 1.0mm and the experimental group of 1.0mm in all pulp responses.
3. Acute and chronic inflammatory cells were seen in the experimental group of 0.5mm, but not seen in the control group of 0.5mm.