

파손된 치면열구전색제의 수리 방법에 따른 미세누출 비교

강명봉 · 현홍근 · 김영재 · 김정욱 · 장기택 · 이상훈 · 한세현 · 김종철

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

국문초록

치면열구전색은 수 십년간 교합면 우식의 예방에 가장 효과적인 방법 중 한가지로 알려져 왔다. 하지만 치면열구전색제의 마모와 파절 때문에 치면열구전색제의 재시술 또는 수리를 필요로 하게 되었다.

본 연구의 목적은 파손된 치면열구전색제를 수리할 때 치질과 잔여 전색제의 표면처리 방법에 따른 미세누출 차이를 알아보려 하는 것이다. 120개의 영구 대구치에 치면열구전색제를 적용하고 인위적인 파손을 만든 뒤 인공타액에 4주 동안 보관하였다. 4주 후 근심 또는 원심의 치면열구전색제가 완전히 파손 양상을 나타내는 치아 60개를 선택하여 각각 15개씩 4개 군으로 나누어 실험에 사용하였다. 각 군을 산부식만 시행한 경우(1군), air-abrasion만 시행한 경우(2군), 산부식 후 결합제를 적용한 경우(3군), air-abrasion 후 결합제를 적용한 경우(4군)로 나뉘 각각의 치아를 표면처리한 후 치면열구전색제를 도포하였다. 고온(55℃)과 저온(5℃)에서 각각 30초씩 500회의 열순환을 시행한 뒤 미세누출도를 검사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치면열구전색제/치면열구전색제 경계면에서 미세누출도는 결합제 사용 유무에 관계없이 air-abrasion을 처리한 2군, 4군에서 산부식을 사용한 1군, 3군보다 낮은 값을 보였고($p < 0.05$) 1군과 2군, 3군과 4군 사이에는 통계적 유의차가 없었다($p > 0.05$).
2. 치면열구전색제/치아 경계면에서 미세누출도는 결합제를 사용한 3군, 4군에서 결합제를 사용하지 않은 1군, 2군보다 낮은 값을 보였고($p < 0.05$) 산부식을 사용한 1, 3군과 air-abrasion을 사용한 2, 4군 사이에는 통계적 유의차가 없었다($p > 0.05$).
3. SEM 상에서 치면열구전색제를 산부식 처리하였을 때 표면거칠기의 증가가 적었으나 air-abrasion 하였을 경우 표면거칠기가 현저하게 증가하는 것을 관찰하였다.

주요어 : 치면열구전색제, 수리, 산부식, Air-abrasion, 미세누출

I. 서 론

레진치면열구전색은 1967년 Cueto와 Buonocore¹⁾에 의해 최초로 소개되었고, 그 후 수 십년간 교합면 우식의 예방에 가장 효과적인 방법 중 한가지로 알려져 왔다. 치면열구전색제의

활용도는 꾸준히 증가하여 1974년에는 38%의 치과 의사가 사용하기에 이르렀으며, 1996년 Waggoner와 Siegal²⁾의 조사에 따르면 치과 의사의 90~95%가 사용하는 것으로 나타났고 현재에도 전색제 사용이 증가하고 있으며 물성을 보완하기 위한 노력이 지속적으로 이루어지고 있다.

치면열구전색제의 결합력이 증가하고 물성이 개선되었지만 Feigal³⁾에 의하면 통상적으로 연간 5~10% 정도의 치면열구전색제의 상실률을 보인다고 한다. 치면열구전색제가 상실되는 원인은 산부식 전 불충분한 치면세마, 수분의 오염, 무소주 범랑질의 유무, 재료의 조작성, 치면열구전색제의 낮은 마모 저항성이다^{4,5)}. 따라서 파손된 치면열구전색제에 대해 치면열구전색

교신저자 : 김 종 철

서울특별시 종로구 연건동 28-1
서울대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel: 02-2072-3819
E-mail: kimcc@plaza.snu.ac.kr

※ 본 연구는 보건복지부 보건 의료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(03-PJ1-PG1-CH09-0001).

제의 재시술 또는 수리를 필요로 한다.

치면열구전색제를 완전히 제거하고 재시술하면, 기존의 치면열구전색제를 제거하고 치면열구전색제가 스며든 치질을 제거하는 과정에서 불필요한 치아 삭제를 하게 되고 시술 시간과 비용이 증가한다^{6,7)}. 따라서 치면열구전색제가 파손된 부위를 적절하게 표면처리하여 수리할 수 있다면 임상적으로 큰 의미를 가진다.

미세누출(microleakage) 또는 변연누출(marginal leakage)은 치질과 수복물 사이의 공간에 세균, 구강액, 분자 및 이온이 임상적으로 탐지해낼 수 없게 스며드는 것이라 정의할 수 있다⁸⁻¹⁰⁾. 치면열구전색제의 미세누출을 방지할 수 있는 성질은 중요한데, 그것은 미세누출이 치면열구전색제 하방으로 우식이 발생할 수 있도록 하기 때문이다⁹⁾. 따라서 치면열구전색제를 수리할 때 미세누출을 감소시킬 수 있도록 표면처리하는 것이 필요하다.

기존 치면열구전색제와 치면열구전색제가 스며든 치질에 새로운 치면열구전색제가 기계적으로 결합할 수 있도록 거친 표면을 만드는 방법으로 산부식과 air-abrasion이 있다¹¹⁾. Air-abrasion은 세척되고 건조된 치면에 정제된 산화 알루미늄(oxidation aluminium oxide) 입자를 고속의 공기압으로 분사하여 법랑질 표면 또는 수복물의 표면을 불규칙한 형태가 되도록 마모시켜 기계적 결합이 가능한 유지형태를 부여하는 것이다¹²⁻¹⁵⁾.

본 연구의 목적은 파손된 치면열구전색제를 수리할 때 표면처리 방법으로 산부식 처리한 것과 air-abrasion처리한 것, 그리고 이 두가지 방법에 각각 결합제를 사용한 것들 간의 효과를 비교할 목적으로 미세누출도를 측정하여 그 상관관계를 밝히고, 주사전자현미경으로 관찰하고자 하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

탐침으로 검사하여 우식이나 충전물이 없고 파절이나 손상없이 건전하게 발거된 영구 대구치 120개를 선택하여 초음파 스케일러로 연조직과 치석을 제거하고 실온의 생리식염수에 보관한 후 실험대상 치아로 사용하였다. 산부식제는 Ultra-Etch® (Ultradent product Inc., U.S.A.)를 사용하고 air-abrasion은 Basic Mobil(Renfert, Germany)을 사용하였다. 결합제는

Adper™ Single Bond 2(3M ESPE, U.S.A.)를 사용하고 치면열구전색제는 Ultraseal XT plus™(Ultradent product Inc., U.S.A.)를 사용하였다. 그리고 전색제의 광중합을 위해 3M™ Curing Light 2500(3M dental products, U.S.A.)을 사용하였다.

2. 연구방법

1) 표본제작

가) 실험대상 치아의 준비

대상 치아의 표면에 있는 잔사나 이물질들을 초음파 스케일러와 탐침으로 제거한 후 실온의 생리식염수에 보관하였다. 모든 대상 치아에 대해 불소가 포함되지 않은 퍼미스와 저속 핸드피스에 부착된 치면세마용 brush를 이용하여 교합면 세마를 시행하고 탐침을 이용하여 치면열구를 청소하였다. 그리고 15초 동안 치면열구를 산부식하고 5초간 물분사기로 수세한 후 충분히 건조시켰다. 치면열구전색제를 도포한 후 Srinivasan 등¹⁶⁾이 그의 실험에서 제시한 것과 같이 몽푁한 치주탐침을 근심 또는 원심 소와 부위에 넣고 20초 동안 광중합 하였다. 중합 후 치주탐침을 강한 힘으로 제거하여 근심 또는 원심 소와 부위에 인위적인 치면열구전색제 파손 부위를 만들었다. 실온의 인공타액(한림제약, 한국)에 4주간 보관하였고 4주 후 실험 대상 치아를 각각 15개씩 4개 군으로 나눠서 실험에 사용하였다. 각 군의 설정은 Table 1과 같다.

나) 치면열구전색제가 파손된 치아의 수리

모든 대상치아를 물분사기로 세척한 후 다음과 같은 방법으로 파손된 부위를 수리하였다.

(1군)

제 1군은 15초 동안 산부식한 후 5초간 물분사기로 세척한 후 충분히 건조시킨 다음 치면열구전색제를 도포하고 20초 동안 광중합하였다.

(2군)

제 2군은 50µm 산화알루미늄 입자로 10mm 거리에서 10초간 120psi의 압력으로 air-abrasion을 하였고 표면처리한 후 잔류 산화알루미늄을 제거하기 위해 30초간 압축공기로 세척하였다. 그 다음 치면열구전색제를 도포하고 20초 동안 광중합하였다.

Table 1. Distribution of groups and samples according to the various experimental conditions

Group	repair method	Sample teeth number
1	Acid etching + Sealant	15
2	Air-abrasion + Sealant	15
3	Acid etching + Bonding agent + Sealant	15
4	Air-abrasion + Bonding agent + Sealant	15

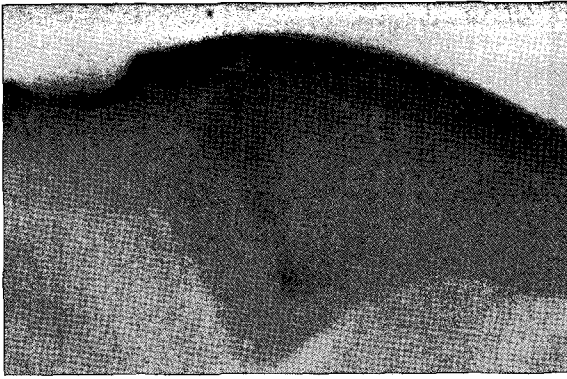


Fig. 1. Dye penetration in the sealant/sealant interface.



Fig. 2. Dye penetration in the sealant/tooth interface.

[3군]

제 3군은 1군과 동일한 방법으로 처리한 다음 결합제를 제조사의 지시에 따라 도포한 후 10초간 광중합 하였다. 그리고 치면열구전색제를 도포하고 20초 동안 광중합하였다.

[4군]

제 4군은 2군과 동일한 방법으로 처리한 다음 결합제를 제조사의 지시에 따라 도포한 후 10초간 광중합하였다. 그 다음 치면열구전색제를 도포하고 20초 동안 광중합하였다.

다) 열순환

중합이 완료된 모든 시편 치아들을 각 군별로 구별하여 고온(55℃)의 수조(water bath)에 30초, 저온(5℃)의 수조에 30초간 잠기게 하여 총 500회의 열순환을 실시하였다.

2) 미세누출의 측정

가) 색소침투

실험 치아의 치근단공을 왁스를 사용하여 막고 치면열구전색제와 그 주변 2mm를 제외한 나머지 면을 nail varnish로 2회 피개하였다. 그리고 1% methylene blue 용액에 침윤시켜서 100% 습도가 유지된 37℃ 항온기에 24시간 동안 보관하였다.

나) 표본 절단 및 색소 침투 평가

색소침투과정이 끝난 후 치아를 흐르는 물에 깨끗이 세척하고 건조한 뒤 low speed Isomet(Buehler Ltd, U.S.A.)를 사용하여 근원심 방향으로 치아 장축에 평행하게 두 번 절단하여 4개의 단면을 노출시켰다. 입체현미경(SZ-PT, Olympus, Japan)으로 관찰하여 다음과 같은 색소침투 판정기준에 따라 기존 치면열구전색제와 새로운 치면열구전색제의 경계면, 치면열구전색제가 파손된 치아면과 새로운 치면열구전색제 사이의 경계면에서 색소침투 정도를 측정하여 기록하였다.

0 : 색소침투가 전혀 없는 경우

1 : 색소가 경계면의 1/2미만까지 침투한 경우

2 : 색소가 경계면의 1/2이상 침투했으나 가저부의 끝까지는

미치지 않은 경우

3 : 색소가 경계면의 가저부 끝까지 완전히 침투한 경우

3) 통계 분석

이상의 결과를 SPSS version 12.0 프로그램을 이용하여 ANOVA analysis로 각 군의 미세누출 차이의 통계학적 유의성을 95% 유의수준으로 검사하였다.

4) 주사전자현미경 관찰

매끈한 직경 2mm, 두께 1mm 크기의 치면열구전색제 시편 4개를 만든 뒤 각각 두 개씩 나눠서 표면에 산부식과 air-abrasion을 하였다. 그리고 각 군에서 미세누출도 1을 나타내는 치아 시편을 선택하여 미세누출 부위를 주사전자현미경(JEOL, Japan)으로 관찰하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 평균미세누출도

기존 치면열구전색제와 새로운 치면열구전색제 사이의 경계면에서 평균미세누출도는 표면을 air-abrasion한 2군과 4군에서 각각 0.22 ± 0.52 , 0.23 ± 0.62 로 산부식한 1군(0.38 ± 0.86), 3군(0.35 ± 0.79)보다 낮은 값을 보였고 통계적 유의차를 보였다. 하지만 결합제를 사용한 3, 4군과 결합제를 사용하지 않은 1, 2군을 비교하였을 때 통계적 유의차를 보이지 않았다(Table 2, 4, 6).

치면열구전색제가 파손된 치면과 치면열구전색제 사이의 경계면에서 평균미세누출도는 결합제를 도포한 3군과 4군에서 모두 0.20 ± 0.44 로 결합제를 도포하지 않은 1군(0.35 ± 0.68), 2군(0.40 ± 0.58)보다 낮은 값을 보였고 통계적 유의차를 보였다. 하지만 산부식을 사용한 1, 2군과 air-abrasion을 사용한 3, 4군을 각각 비교하였을 때 통계적 유의차가 없었다(Table 3, 5, 7).

Table 2. Frequencies of microleakage scores measured in the sealant/sealant interface

Group	1	2	3	4
Score 0	48	50	49	51
Score 1	5	7	3	5
Score 2	3	3	6	3
Score 3	4	0	2	1
Total	60	60	60	60

Table 3. Frequencies of microleakage scores measured in the sealant/tooth interface

Group	1	2	3	4
Score 0	45	39	49	49
Score 1	10	18	10	10
Score 2	4	3	1	1
Score 3	1	0	0	0
Total	60	60	60	60

Table 4. Mean microleakage scores in the sealant/sealant interface

Group	1	2	3	4
N	60	60	60	60
Mean	0.38	0.22	0.35	0.23
S.D.	0.86	0.52	0.79	0.62

Table 5. Mean microleakage scores in the sealant/tooth interface

Group	1	2	3	4
N	60	60	60	60
Mean	0.35	0.40	0.20	0.20
S.D.	0.68	0.58	0.44	0.44

Table 6. Statistical comparison between groups on the microleakage scores in the sealant/sealant interface

Comparison	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1		S	NS	S
Group 2			S	NS
Group 3				S
Group 4				

*S statistically significant (p<0.05)

*NS statistically not significant (p>0.05)

Table 7. Statistical comparison between groups on the microleakage scores in the sealant/tooth interface

Comparison	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1		NS	S	S
Group 2			S	S
Group 3				NS
Group 4				

*S statistically significant (p<0.05)

*NS statistically not significant (p>0.05)

2. 주사전자현미경관찰

치면열구전색제 표면을 산부식한 면과 air-abrasion한 면을 비교해보면 산부식한 면에서는 표면거칠기의 변화가 미약한 반면 air-abrasion한 면은 표면거칠기가 현저히 증가하는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3, 4). 치면열구전색제와 치아의 경계면에서는 각 균간에 큰 차이를 보이지 않았으나(Fig. 5, 7, 9, 11) 치면열구전색제 사이의 경계면에서는 air-abrasion한 면에서는 결합면이 거칠게 나타났으나(Fig. 8, 12) 산부식한 면에서는 결합면이 거칠지 않은 양상을 보였다(Fig. 6, 10).

IV. 총괄 및 고찰

치면열구전색제의 치아우식증 예방 효과는 기존 문헌을 통해 보고되었으며 그 효과가 입증되고 있다¹⁷⁻¹⁹⁾. 하지만 치면열구전색제의 내구성, 특히 유지력에 대해서는 의구심이 든다. 복합레진과 비교하였을 때 많은 치면열구전색제 제품은 충전제를 함유하고 있지 않으며 충전제를 함유하고 있는 제품이라 할지라도 그 함량이 복합레진에 비해 적다. 마모저항성이나 변연인성(marginal toughness)과 같은 기계적인 성질이 충전제 함량이 높은 복합레진보다 떨어진다. 이와 같이 물성이 약하기 때문에 힘이 많이 가해지는 부위나 얇은 변연 부위에서는 파절과 마모 같은 임상적인 문제를 일으킬 수 있다²⁰⁾. Jensen 등²¹⁾은 치면열구전색제 도포 후 한 달 뒤에 부피의 약 50% 정도가 소실되며 상실율은 점차 감소하여 2년이 경과하였을 때는 약 75%의 소실을 보인다고 보고하였다. Conry 등²²⁾은 소구치 부위에서 치면열구전색제 상실율을 조사하였는데 6개월 후 부피의 18%가 소실되었으며 148 μ m가 마모되었다고 보고하였다. 그리고 30개월이 지났을 때 222 μ m의 깊이 변화를 보였다. Lambrechts 등²³⁾은 구치부 수복물에서 마모저항성을 조사하였는데 복합레진에서 6개월 후 7.5 μ m, 18개월 후 18.3 μ m의 마모를 보였다. 이러한 결과는 치면열구전색제가 복합레진보다 물리적 성질이 약해서 파절이나 마모되기 쉬움을 의미한다.

Putatsuki 등²⁰⁾은 치면열구전색제의 초기 상실을 조사하였는데 부분 소실보다는 완전 소실된 경우가 더 많았고 주사전자현미경으로 관찰하여 부분적인 미세한 균열과 파절이 치면열구전색제가 초기 상실되는 원인임을 추론하였다. 따라서 본 실험에서는 파손된 치면열구전색제 치아 표본을 만들기 위해 치면열구전색제를 마모시키는 방법 대신 치면열구전색제를 파절시키는 방법을 택하였고 기존 치면열구전색제 사이의 미세누출, 그리고 치면열구전색제가 상실된 치면의 미세누출을 보기 위해 Srinivasan 등¹⁶⁾이 그의 실험에서 사용한 방법처럼 치주탐침을 이용하여 교합면의 근심 또는 원심면의 치면열구전색제를 파절시켜 제거하였다. 미세누출을 측정하는 방법에는 방사선 동위원소, 세균, 공기압, 중성자 활성화 분석, 주사전자현미경(SEM), 변연투과(marginal percolation), 염색액을 사용하는 방법 등이 있는데²⁴⁾, 이중 염색을 사용하는 방법이 가장 오래되고 간편

하여 널리 사용되어져 왔다. 염색액으로는 주로 유기색소를 전통적으로 많이 사용하였는데 이 실험에서 methylene blue를 선택한 것은 이것의 분자량이 작아서 비교적 잘 침투하기 때문이다⁹⁾. 전색제의 미세누출도를 평가하는 방법에 있어, Xalabarde 등²⁵⁾은 색소침투가 없는 경우, 경계면에 대해 침투도가 0.5mm이하, 0.5mm에서 1.0mm, 1.0mm에서 1.5mm, 1.5mm 이상으로 나눠 경계면에서 염색액 침투도를 각각 0에서 4까지의 점수로 기록하였다. Zyskind 등²⁶⁾은 전체 경계면 길이에 대한 색소침투 길이의 비로 미세누출도를 평가하였으나, 경계면을 일반적인 직선으로 간주할 수 없어 정확한 길이를 측정하기는 어렵다고 사료된다. 김 등²⁷⁾은 염색액 침투정도를 0%, 10%, 50%, 100%를 기준으로 분류하고 평가하였다. Överbö와 Raadal²⁸⁾의 score 분류에서 염색액의 침투가 전혀 없는 경우(score 0)와, 염색액이 전색제의 외측 1/2까지 침투(score 1), 염색액이 전색제의 내측 1/2까지 침투(score 2), 염색액이 하방의 열구까지 침투(score 3)한 경우로 구분하였다. 본 실험에서는 Överbö와 Raadal의 방법을 기준으로 경계면에서의 미세누출도를 측정하였다.

본 실험에서는 치면열구전색제에 인위적인 파절을 만든 뒤 구강내 환경과 유사하게 만들기 위해 인공타액에 4주 동안 보관한 후 치면열구전색제를 수리하여 미세누출을 측정하였다. 보통 보관 용액에 오래 보관할 경우 복합레진과 복합레진의 재결합력이 감소한다고 한다²⁹⁾. Söderholm과 Roberts⁶⁾, 그리고 Söderholm 등³⁰⁾은 보관 용액이 복합레진에 미치는 영향을 조사하였는데 시간이 경과하면서 보관 용액에 넣은 복합레진은 강도가 약해졌으며 가수분해가 일어나고 충전제의 탈락이 일어났다. Finer와 Santerre³¹⁾는 타액내의 효소에 의해 복합레진이 약화된다고 하였다. Pillar 등³²⁾은 물에 28일간 보관할 경우 수복물의 파절저항성에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. Tezvergil 등³³⁾은 레진 시편을 물에 보관하였을 때 중합 후 24시간이 지날 경우 표면의 자유기(free radical) 대부분이 소실된다고 하였고 보관 기간이 길어질수록 미반응단량체의 양이 감소한다고 하였다. 보관 용액으로 물이 많이 사용되며 보관 기간은 다양한데 Bouschlicher 등³⁴⁾은 24시간, Kallio 등³⁵⁾은 3~12개월, Brosh 등³⁶⁾은 2주, Hisamatsu 등³⁷⁾은 24시간 그리고 기존에 치면열구전색제 수리에 관해 실험한 Srinivasan 등¹⁶⁾은 1주일간 보관하였다.

법랑질의 표면적을 증가시키기 위해 산부식 방법은 치면열구전색제 도포 시 필수적인 방법으로 받아들여지고 있다. 그러나 복합레진 간의 결합에서 산부식의 효과에 대해서는 다양한 견해를 보이고 있다. Bonstein 등²⁹⁾의 연구에 따르면 기존 레진 수복물을 37% phosphoric acid로 표면처리한 후 새로운 레진을 첨가하였을 때 대조군과 비교하면 전단결합강도의 차이를 보이지 않는다고 하였다. Gregory 등³⁸⁾은 산으로 레진의 표면을 처리하면 표면의 오염물질을 세척할 수 있고, 경화된 레진의 표면을 재활성화(reenergize)할 수 있어, 접착제의 도포 시 우수한 습윤이 일어나기 때문에 결합강도를 증가시킬 수 있다고

하였다.

Air-abrasion의 운동에너지는 입자의 질량 및 속도의 제곱에 비례하며 이에 따라 입자의 질량이 커지면, 입자의 속도가 줄어들게 되어, 이 등³⁹⁾은 치아삭제를 위해서는 27 μ m의 산화알루미늄 입자를 사용하고 레진 결합을 위해서는 50 μ m의 입자를 사용한다고 하였다. 본 실험에서는 치면열구전색제의 수리를 위한 표면처리가 목적이므로 후자를 선택하였다. 한편 Doty 등⁴⁰⁾은 공기압을 80psi로 할 경우보다 160psi로 가할 경우 레진 tag의 길이가 증가한다고 보고하여, 복합레진의 결합강도는 공기압의 세기와 관련 있다고 하였다. 그리고 임과 최¹¹⁾의 실험에서 복합레진과 복합레진 간의 결합을 위해 air-abrasion의 압력을 2~7kgf/cm²로 달리하여 표면처리 하였을 때 적용압력을 4~6kgf/cm²로 할 경우 전단결합강도가 우수하게 나온 것을 보고하였다. 그러나 최¹¹⁾는 air-abrasion 적용압력을 60psi와 120psi, 적용시간을 3초와 5초로 변화를 주어도 상아질과 복합레진과의 전단결합강도에 유의한 차이가 없었음을 보고하였다.

본 실험에서 기존 치면열구전색제와 새로운 치면열구전색제의 결합면에서는 산부식 방법을 사용하는 것보다는 air-abrasion을 사용하는 것이 미세누출 감소에 효과적인 것으로 나타났다. 그리고 결합제를 사용하는 것은 미세누출 감소에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 치면열구전색제 표면을 산부식 또는 air-abrasion으로 처리한 후 주사전자현미경으로 관찰해보았을 때 산부식 처리한 면은 거칠기의 증가가 미약한 반면 air-abrasion 처리한 군은 표면거칠기가 현저히 증가한 것을 관찰할 수 있었다. 치면열구전색제 사이 결합면에서 산부식을 15초 동안 하였는데 적용 시간이 적어 충분한 부식 양상을 만들지 못해 미세누출을 감소시키는데 효과적이지 못했다고 사료된다. 임과 최¹¹⁾는 37% 인산을 사용하여 산부식 시간을 30초, 60초, 90초로 달리하여 전단결합강도를 측정하였는데 90초 동안 처리하였을 때 전단결합강도가 가장 높은 값을 보였고 주사전자현미경으로 관찰하였을 때도 적용 시간이 30초, 60초일 때 비해 90초일 때 현저한 표면거칠기 변화가 나타났다. Cavalcanti 등⁴²⁾은 복합레진을 수리할 때 결합제를 도포해 주는 것이 미세 누출을 감소시키는데 효과적이라고 하였으며 Turner와 Meiers¹⁴⁾ 그리고 Eli 등⁴³⁾도 결합제를 도포한 경우 결합강도가 증가한다고 하였다. 그러나 Turner와 Meiers¹⁴⁾의 연구에서는 결합제의 종류에 따라 결합강도가 심하게 영향을 받았다고 하였으며 Kupiec와 Barkmeier⁴⁴⁾의 연구, Öztas 등⁴⁵⁾의 연구에서는 복합레진 수복물을 수리할 때 결합제보다는 표면거칠기의 변화가 더 많은 영향을 미친다고 하였다.

치면열구전색제와 치아의 경계면에서는 표면처리방법 중 산부식과 air-abrasion 사이에 미세누출 차이를 보이지 않았으나 결합제를 사용할 경우 미세누출이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 인위적인 치면열구전색제 파손 양상을 만들면서 치아와 결합하고 있던 대부분의 치면열구전색제가 소실되었기 때문이라고 생각된다. Futatsuki 등²⁰⁾은 치면열구전색제가 조기 상실된 치면을 조사하였는데 남아있는 치면열구전색제가 없었다고

보고하였다.

Symons 등⁴⁶⁾은 치면열구전색제 수복시 결합제를 사용하는 것이 치면열구전색제의 열구침투도를 높여준다고 보고하였고, 이는 primer가 완벽하게 건조되지 않은 열구 내에 잔존하는 수분에 대하여 내성이 있고 수분을 변위시켰기 때문이라고 추론하고 있다. 윤 등⁴⁷⁾은 치면열구전색제 도포시 single-bottle 결합제를 사용할 경우 사용하지 않은 군에 비해 미세누출이 감소한다고 하였다.

Srinivasan 등¹⁶⁾은 서로 다른 표면처리 방법을 사용하여 파손된 치면열구전색제를 수리하였을 때 치면열구전색제와 치아 사이의 미세누출을 조사하였다. 치면세마 후 산부식한 경우, 치질삭제 후 산부식한 경우, air-abrasion 후 산부식한 경우, 산부식 후 결합제를 사용한 경우로 나눠 실험하였는데 미세누출도에서 각 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이 연구에서는 결합제 사용이 치면열구전색제와 치아 사이의 미세누출을 감소시키지 않는 것으로 보고하고 있어 본 연구와 다른 결과를 보이는데 이는 사용하는 결합제의 종류, 치면열구전색제의 종류의 차이에 기인한다고 생각되며 다양한 종류의 결합제와 치면열구전색제간의 파손된 치면열구전색제 수리에 대한 비교 연구가 이루어져야 할 것 같다.

본 연구결과 기존의 치면열구전색제에 대해서는 산부식 방법보다는 air-abrasion을 사용하는 것이 효과적이며 치면열구전색제가 탈락된 치아면은 산부식 또는 air-abrasion 후 결합제를 사용하는 것이 효과적이라고 생각된다. 하지만 본 연구에서는 몇 가지 방법의 표면처리법만을 비교하였기 때문에 치면열구전색제 간의 결합을 유도할 더욱 다양한 표면처리 방법이 비교되어야 할 것이며 산부식 시간을 달리하여 치면열구전색제를 수리하였을 때의 미세누출차이를 비교하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 air-abrasion에 사용되는 산화알루미늄이나 비교적 해가 없다고 알려져 있지만 실제 사용 시 환자 또는 술자에 노출될 수 있으므로, 반복적인 노출에 의한 술자 및 환자의 위해성에 대한 연구도 필요하리라고 생각한다.

V. 결 론

파손된 치면열구전색제를 수리할 때 표면처리 방법으로 산부식 처리한 것과 air-abrasion처리한 것, 그리고 이 두가지 방법에 각각 결합제를 사용한 것들 간의 효과를 알아보고자 미세누출도를 측정하고 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치면열구전색제와 치면열구전색제 사이의 경계면에서 미세누출도는 결합제 사용 유무에 관계없이 air-abrasion을 처리한 2, 4군에서 산부식을 사용한 1, 3군보다 낮은 값을 보였고(p<0.05), 결합제를 사용하지 않은 1군과 2군, 결합제를 사용한 3군과 4군 사이에는 통계적 유의차가 없었다(p>0.05).
2. 치면열구전색제와 치아 사이의 경계면에서 미세누출도는

결합제를 사용한 3, 4군에서 결합제를 사용하지 않은 1, 2군보다 낮은 값을 보였고($p < 0.05$) 산부식을 사용한 1, 3군과 air-abrasion을 사용한 2, 4군 사이에는 통계적 유의차가 없었다($p > 0.05$).

3. SEM 상에서 치면열구전색제를 산부식 처리하였을 때 표면거칠기의 증가가 적었으나 air-abrasion하였을 경우 표면거칠기가 현저하게 증가하는 것을 관찰하였다.

참고문헌

1. Cueto EI, Buonocore MG : Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. J Am Dent Assoc, Jul;75(1):121-8, 1967.
2. Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application: updating the technique. J Am Dent Assoc, Mar;127(3):351-61, 1996.
3. Feigal RJ : Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. Pediatr Dent, Mar-Apr;20(2):85-92, 1998.
4. Gwinnett AJ, Caputo L, Ripa LW, et al. : Micromorphology of the fitting surface of failed sealants. Pediatr Dent, Sep;4(3):237-9, 1982.
5. Hitt JC, Feigal RJ : Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. Pediatr Dent, Jan-Feb;14(1):41-6, 1992.
6. Söderholm KJ, Roberts MJ : Variables influencing the repair strength of dental composites. Scand J Dent Res, Apr;99(2):173-80, 1991.
7. Shahdad SA, Kennedy JG : Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. J Dent, Nov;26(8):685-94, 1998.
8. Alani AH, Toh CG : Detection of microleakage around dental restorations: a review. Oper Dent, Jul-Aug;22(4):173-85, 1997.
9. Hatibovic-Kofman S, Wright GZ, Braverman I : Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. Pediatr Dent, May-Jun;20(3):173-6, 1998.
10. Taylor MJ, Lynch E : Microleakage. J Dent, Feb;20(1):3-10, 1992.
11. 임호남, 최호영 : 레진재료의 결합을 위한 복합레진 수복물의 최적표면처리법에 관한 연구. 대한치과기재학회지, 24(1):91-109, 1997.
12. Goldstein RE, Parkins FM : Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. J Am Dent Assoc, May;125(5):551-7, 1994.
13. Goldstein RE, Parkins FM : Using air-abrasive technology to diagnose and restore pit and fissure caries. J Am Dent Assoc, Jun;126(6):761-6, 1995.
14. Turner CW, Meiers JC : Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. Oper Dent, Sep-Oct;18(5):187-94, 1993.
15. Swift EJ Jr, Brodeur C, Cvitko E, et al. : Treatment of composite surfaces for indirect bonding. Dent Mater, May;8(3):193-6, 1992.
16. Srinivasan V, Deery C, Nugent Z : In-vitro microleakage of repaired fissure sealants: a randomized, controlled trial. Int J Paediatr Dent, Jan;15(1):51-60, 2005.
17. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. J Am Dent Assoc, Oct;122(10):34-42, 1991.
18. Simonsen RJ : Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10years. J Am Dent Assoc, Jul;115(1):31-6, 1987.
19. Weintraub JA : The effectiveness of pit and fissure sealants. J Public Health Dent, 49(5):317-30, 1989.
20. Futatsuki M, Kubota K, Yeh YC, et al. : Early loss of pit and fissure sealant: a clinical and SEM study. J Clin Pediatr Dent, Winter;19(2):99-104, 1995.
21. Jensen OE, Perez-Diez F, Handelman SL : Occlusal wear of four pit and fissure sealants over two years. Pediatr Dent, Mar;7(1):23-9, 1985.
22. Conry JP, Pintado MR, Douglas WH : Quantitative changes in fissure sealant six months after placement. Pediatr Dent, May-Jun;12(3):162-7, 1990.
23. Lambrechts P, Vanherle G, Vuylsteke M, et al. : Quantitative evaluation of the wear resistance of posterior dental restorations: a new three-dimensional measuring technique. J Dent, Sep;12(3):252-67, 1984.
24. Going RE : Microleakage around dental restorations: a summarizing review. J Am Dent Assoc, Jun;84(6):1349-57, 1972.
25. Xalabarde A, Garcia-Godoy F, Boj JR, et al. : Microleakage of fissure sealants after occlusal enameloplasty and thermocycling. J Clin Pediatr Dent, spring;22(3):231-5, 1998.
26. Zyskind D, Zyskind K, Hirschfeld Z, et al. : Effect of etching on leakage of sealants placed after air abrasion. Pediatr Dent, Jan-Feb;20(1):25-7, 1998.

27. 김지연, 이제호, 박기태 등 : 기계적 삭제방법을 이용한 치면열구전색제의 열구침투도 및 미세누출. 대한소아치과학회지, 32(1):164-173, 2005.
28. Övrebö RC, Raadal M : Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. Scand J Dent Res, Feb;98(1):66-9, 1990.
29. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo J Jr, et al. : Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. J Adhes Dent. Spring;7(1):41-9, 2005.
30. Söderholm KJ, Mukherjee R, Longmate J : Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. J Dent Res, Sep;75(9):1692-9, 1996.
31. Finer Y, Santerre JP : Salivary esterase activity and its association with the biodegradation of dental composites. J Dent Res. Jan;83(1):22-6, 2004.
32. Pilliar RM, Vowles R, Williams DF : The effect of environmental aging on the fracture toughness of dental composites. J Dent Res, Mar;66(3):722-6, 1987.
33. Tezvergil A, Lassila LV, Vallittu PK : Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. J Dent, Nov;31(8):521-5, 2003.
34. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA : Surface treatment techniques for resin composite repair. Am J Dent, Dec;10(6):279-83, 1997.
35. Kallio TT, Lastumaki TM, Vallittu PK : Bonding of restorative and veneering composite resin to some polymeric composites. Dent Mater, Jan;17(1):80-6, 2001.
36. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, et al. : Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. J Prosthet Dent, Feb;77(2):122-6, 1997.
37. Hisamatsu N, Atsuta M, Matsumura H : Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strength of a prosthodontic microfilled composite. J Oral Rehabil, Jul;29(7):644-8, 2002.
38. Gregory WA, Pounder B, Bakus E : Bond strengths of chemically dissimilar repaired composite resins. J Prosthet Dent, Dec;64(6):664-8, 1990.
39. 이창우, 김정옥, 이상훈 : 표면 처리방법에 따른 복합레진의 미세누출에 관한 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 25:103-115, 1998.
40. Doty WD, Pettey D, Holder R, et al. : KCP 2000 enamel etching abilities tested. J Dent Res, 73:411, 1994.
41. 최경규 : Microabrasive로 처리한 상아질표면에 대한 복합레진의 결합강도에 관한 연구. 경희대학교 대학원 박사학위 논문. 1997.
42. Cavalcanti AN, Lobo MM, Fontes CM, et al. : Microleakage at the composite-repair interface: effect of different surface treatment methods. Oper Dent, Jan-Feb;30(1):113-7, 2005.
43. Eli I, Liberman R, Levi N, et al. : Bond strength of joined posterior light-cured composites: comparison of surface treatments. J Prosthet Dent, Aug;60(2):185-9, 1988.
44. Kupiec KA, Barkmeier WW : Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. Oper Dent, Mar-Apr;21(2):59-62, 1996.
45. Öztas N, Alacam A, Bardakcy Y : The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair. Oper Dent, Mar-Apr;28(2):149-54, 2003.
46. Symons AL, Chu CY, Meyers IA : The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. J Oral Rehabil, Dec;23(12):791-8, 1996.
47. 윤희훈, 이재천, 김정옥 등 : All-in-one adhesive를 이용한 치면열구전색술이 전색제의 미세누출에 미치는 영향에 대한 연구. 대한소아치과학회지, 31(3):486-494, 2004.

사진부도 ①

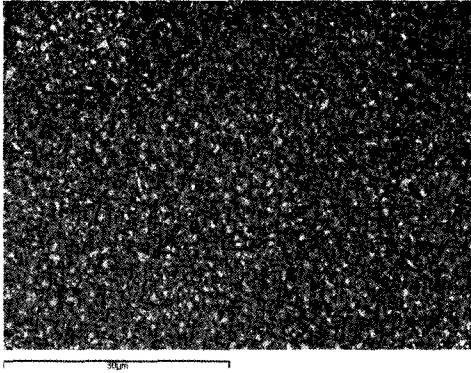


Fig. 3. SEM image of acid etching pattern of sealant($\times 2000$).

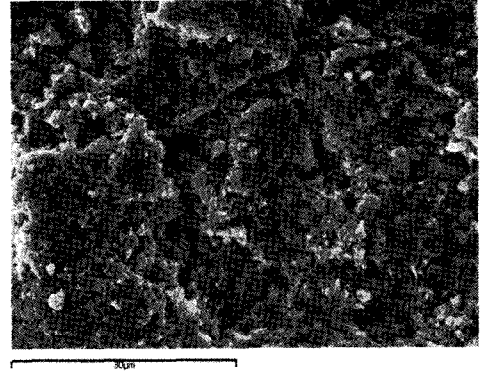


Fig. 4. SEM image of air-abrasion pattern of sealant($\times 2000$).

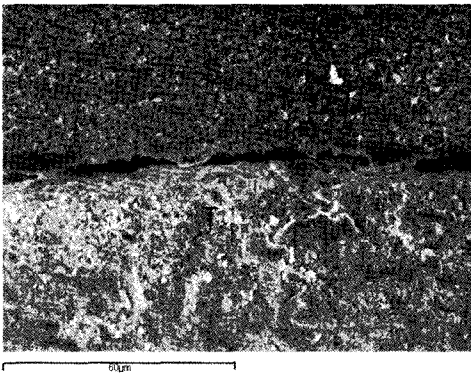


Fig. 5. SEM image of group 1 in the sealant / tooth interface($\times 1000$)(S : sealant , T : tooth)

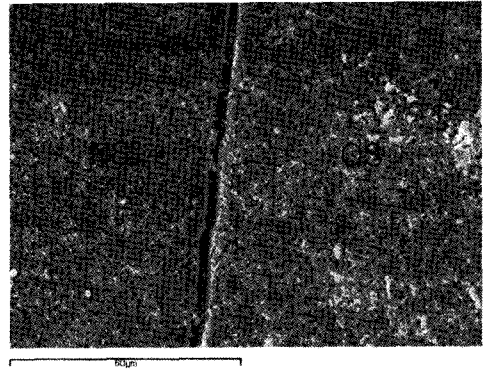


Fig. 6. SEM image of group 1 in the sealant / sealant interface($\times 1000$).

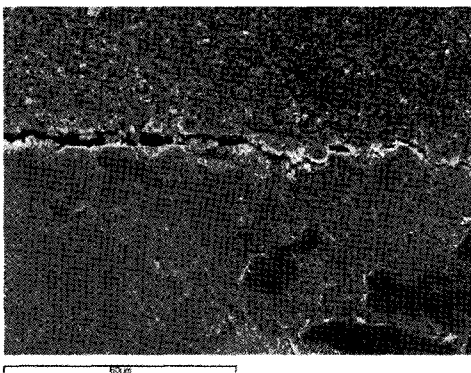


Fig. 7. SEM image of group 2 in the sealant / tooth interface($\times 1000$).

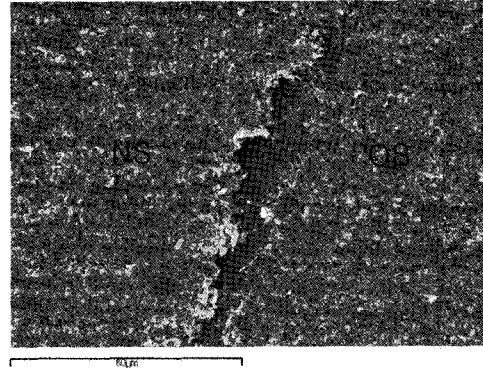


Fig. 8. SEM image of group 2 in the sealant / sealant interface($\times 1000$).

사진부도 ②

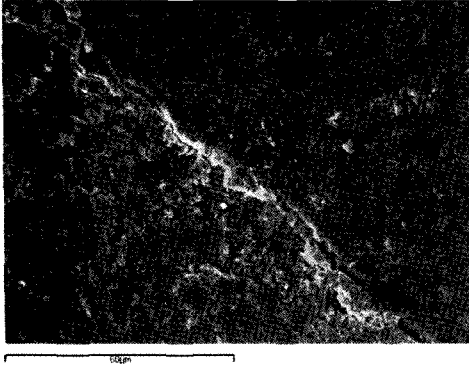


Fig. 9. SEM image of group 3 in the sealant / tooth interface($\times 1000$).

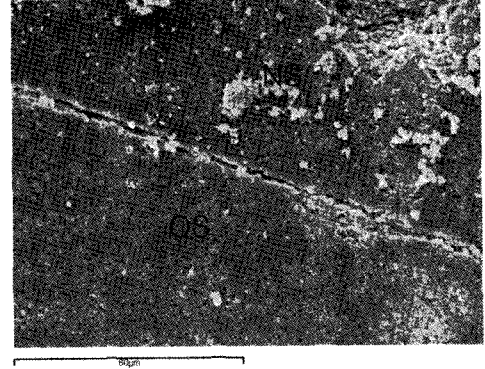


Fig. 10. SEM image of group 3 in the sealant / sealant interface($\times 1000$).

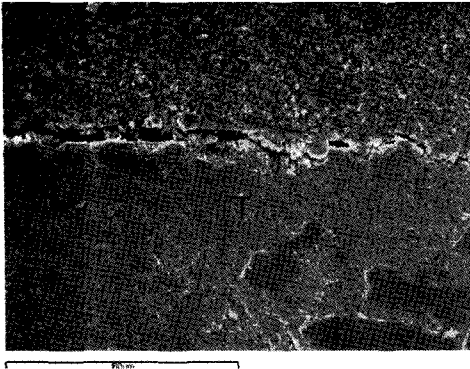


Fig. 11. SEM image of group 4 in the sealant / tooth interface($\times 1000$).

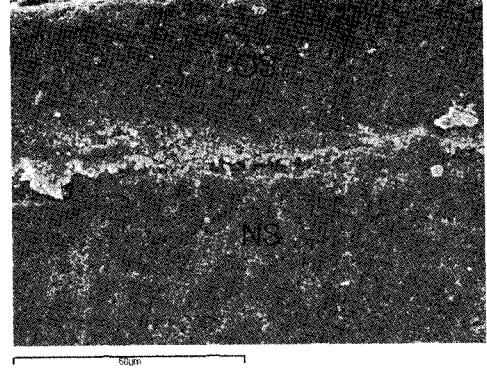


Fig. 12. SEM image of group 4 in the sealant / sealant interface($\times 1000$).

Abstract

COMPARISON OF MICROLEAKAGE IN SEALANT REPAIRED
WITH DIFFERENT SURFACE TREATMENT

Myung-Bong Kang, Hong-Keun Hyun, Young-Jae Kim, Jung-Wook Kim, Ki-Taek Jang,
Sang-Hoon Lee, Se-Hyun Hahn, Chong-Chul Kim

*Department of Pediatric Dentistry,
College of Dentistry and Dental Research Institute, Seoul National University*

The aim of this study was to investigate whether differences in surface treatment prior to repair influenced the seal of a resin fissure sealant placed on the occlusal surfaces of permanent molar teeth.

One hundred and twenty extracted human molars were selected and a light curing sealant was placed on their occlusal surface following cleaning by prophylaxis and acid etching. The teeth were deliberately damaged, and then stored in artificial saliva for four weeks. Sixty teeth with the desired morphology of sealant failure were randomly divided into four groups where one group was treated with only etching agent, another by only air-abrasion, another by applying an etching agent followed by a bonding agent, and the last by air-abrasion followed by a bonding agent each. After sealant application, the samples were thermocycled and the degree of microleakage was determined.

The results were as follows :

1. In the sealant/sealant interface, group 2(0.22), 4(0.23) using air-abrasion showed a significantly lower microleakage score than group 1(0.38), 3(0.35) using an etching agent($p < 0.05$). There were no statistically significant differences($p > 0.05$) between groups 1, 2 and groups 3, 4.
2. In the sealant/tooth interface, group 3(0.20), 4(0.20) which used a bonding agent showed a significantly lower microleakage score than group 1(0.35), 2(0.40)($p < 0.05$). There were no statistically significant differences($p > 0.05$) between groups 1, 3 and groups 2, 4.
3. In SEM examination, while sealant surfaces treated with etching did not result in highly rough surfaces, those treated with air-abrasion did show rough surfaces.

Key words : Sealant, Repair, Acid etching, Air-abrasion, Microleakage