

탈회된 법랑질과 복합레진계 시멘트의 접착시 레진돌기 길이에 관한 주사현미경적 연구

서울대학교 치과대학 보철학교실

박창근 · 장완식 · 양재호 · 이선형

- 목 차 -

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 사진부도

I. 서 론

1955년 Buonocore¹⁾가 법랑질 표면을 인산으로 탈회하여 레진과의 접착력을 증진시킨 이래 레진결합 유지장치는 꾸준한 발전을 하였다. 1973년 프랑스의 Rochette²⁾은 치아고정용으로 perforated-retainer를 치아에 접착시켜 레진결합 유지장치의 임상적 적용의 시초가 되었고, 1980년 미국의 Maryland 대학에서는 Livaditis³⁾등이 요즘 널리 쓰이는 Maryland bridge의 임상적 이용을 처음으로 시도했다.

전해부식한 금속과 인산으로 탈회한 법랑질과 그 사이에 개재된 레진과의 interlocking을 이용한 Maryland bridge는 변연이 치은연상에 위치함으로써 치주적으로 유리하고, 치아삭제를 최소로 하여 치질을 보존할 수 있어 치수에 대한 위해성이 적고, 치

아삭제시 마취가 필요없으며, 보철물 철거후 치아의 remineralization으로 슬식이 가역적이며, 치료시간이 짧고 가격이 저렴하고 그리고 순면삭제는 하지 않으므로 외관상 자연감을 상실하지 않는다는 것 등등의 많은 장점으로 현재 국내에서도 그 시술빈도가 점점 늘어나고 있는 실정이다.^{3,4,5,6,7,8,9)} 그러나 이런 Maryland bridge는 기존의 보철물보다 탈락으로 인해 수명이 짧다는 것이 결정적인 단점으로 나타나고 있어 임상적 이용이 활발치 못한 실정이다.

Maryland bridge의 치아와의 결합을 이루고 있는 요소로써는 법랑질과 레진간의 결합력, 레진 자체의 응집결합력, 레진과 금속간의 결합력으로 볼 수 있다.^{10,11)} 각 요소들의 결합력을 살펴보면 레진 자체의 응집결합력이 가장 크고 그다음이 식각된 금속과 레진간의 결합력이고 탈회된 법랑질과 레진간의 결합력은 가장 약한 것으로 보고되고 있다.^{10,12,13,14,15)}

레진과 법랑질간의 결합은 법랑질을 산으로 탈회하여 표면에 미세한 요철을 만들어 레진과의 접촉면적을 크게하고 아울러 상호간에 interlocking되어 기계적 유지가 증진되어 이루어지는 것이다.¹⁾ 법랑질을 산으로 탈회하면 형성된 요철로 인하여 레진과의 접촉면적이 커지게될 뿐만 아니라 법랑질 표면의 물리화학적 변화하게되어 레진과의 wetting이 훨씬 잘 일어나게된다. 즉 법랑질 표면의 표면에너지가 증가되어 결합력이 증진된다.¹⁶⁾ 이런 표면에너지는 법랑질 표면에 약간의 수분이나 타액이 존재하면 현저히 감소하게된다. 임상적으로 결합력이 가장 취약한 법랑질과 레진간의 결합력을 증진시키는 방법은 레진과 법랑질과의 wetting을 잘되게하여 접촉면적을 크

계하는 것 즉, 레진돌기를 잘 형성시키는 것이 되겠다.

본 연구의 목적은 탈회된 법랑질에 BIS-GMA계 복합레진시멘트인 Comspan과 Conclude, 그리고 인산에스테르계 복합레진시멘트인 Panavia를 접착시켜 레진돌기 길이를 비교하였고, 임상적으로 결합력을 감소시키는 타액오염시의 레진돌기 길이도 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

본 실험은 발거된 상·하악 전치 12개를 대상으로 하였다. 각 치아의 순면을 얇은 tin-foil로 압접시킨 후 아크릴릭 레진으로 순면의 cap을 만들었다. 각 치아는 pumice로 연마한 후 물로 세척하고 압축공기로 건조시켰다. 이렇게 건조시킨 치아를 37% 인산으로 순면을 1분간 탈회한 후 15초간 water spray로 세척한 후 압축공기로 완전히 건조시켰다. 탈회된 치아는 사용할 레진종류와 실험조건에 따라 3개씩 4군으로 나누었다. 제1군은 Panavia(Kuraray Co., LTD., Japan), 제2군은 Comspan(L.D. Caulk Company, Milford, Delaware), 제3군은 Conclude(3M Dental Products)로 나누어 제조회사의 지시대로 교반하여 치아와 레진 cap에 도포한 후 5분간 고정, 접착시켰다. 제4군은 탈회된 치아를 10초간 타액에 담근후 압축공기로 건조시키고 Panavia를 이용하여 치아와 레진 cap을 접착시켰다.

레진과 접착시킨 치아는 충분한 water cooling 하에서 diamond disk(Shofu, Japan)로 치아의 장축에 평행되게 절단하고 mounting resin에 수직으로 매몰한 후(120~150°C, 20분), 다음의 단계로 연마했다.

- ①, rough polishing ; #120,
- ②, coarse polishing ; #240→#400→#600,
- ③, fine polishing ; diamond paste 6 μ m→diamond paste 1 μ m,
- ④, final polishing ; aluminum oxide powder(Al₂O₃) 0.05 μ m 이렇게 metallographic polishing wheel에서 scratch가 없어질 때까지 연마한 후, 레진돌기와 영키어있는 법랑질 파편들을 제거시킴으로써 레

진돌기의 3차원적 구조를 명확히 관찰할 수 있도록, 연마된 면을 37% 인산으로 다시 1분간 탈회하고 물로 세척한 후 압축공기로 건조시켜 진공상태에서 금으로 피복시키고(gold coating, 100 Å) 주사전자현미경(ISI-DS 130)하에서 레진돌기 양상을 관찰, 촬영하였다. 1000배의 주사전자현미경 사진을 얻은 후 레진돌기 길이를 측정하였다. 제1군 Panavia는 66개, 제2군 Comspan은 58개, 제3군 Conclude는 50개, 제4군 타액오염시의 Panavia는 52개의 레진돌기의 길이를 측정하여 그 평균치를 측정치로 하였다.

III. 실험 성적

레진과 치아를 접착시킨 후 시편을 만들어 주사전자현미경 사진을 촬영하여 레진돌기 길이를 측정할 결과 그 분포는 Fig. 1과 같고, 그 성적은 Table 1과 같다.

레진돌기의 길이는 Panavia가 8.2 μ m, Comspan이 8.72 μ m, Conclude가 7.74 μ m, 그리고 타액오염시 Panavia는 3.92 μ m였고 T-tast 결과(Table 2) 99% 유의수준에서 Panavia와 Comspan은 통계적으로 차이가 없었지만 Conclude와 Comspan은 통계적으로 차이가 있었고, Conclude와 Panavia는 통계적으로 차이가 없었다. 타액오염시 Panavia는 레진돌

Table 1. Depth of resin tag

	No.	Mean (μ)	S.D.
Group 1 PANAVIA	66	8.2879	\pm 1.1867
Group 2 COMSPAN	58	8.7241	\pm 1.2110
Group 3 CONCLUDE	50	7.7400	\pm 1.7706
Group 4 PANAVIA (saliva cont.)	52	3.9231	\pm 1.0636

기 길이가 반이하로 차이가 나게 짧아진 것을 볼 수 있었다.

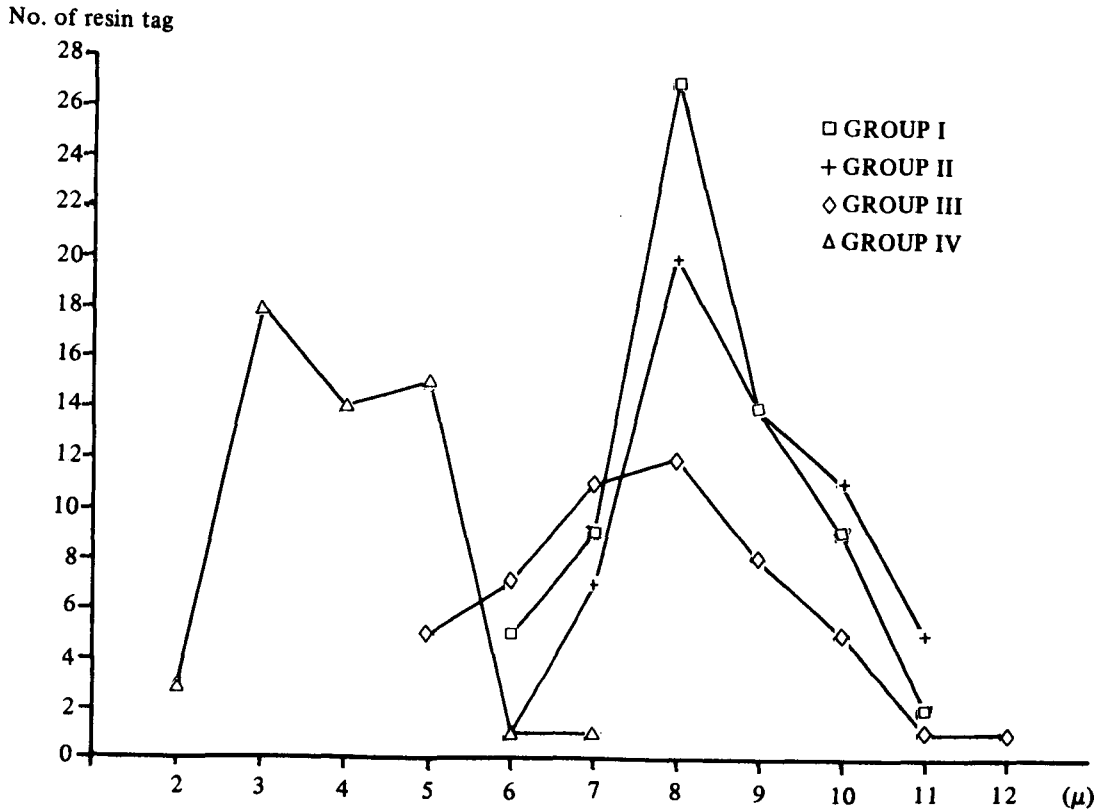


Fig. 1.

Table 2. Statistical significance (p .01)

	G1	G2	G3	G4
G1	*	NS	NS	S
G2	*	*	S	S
G3	*	*	*	S
G4	*	*	*	*

G1 : PANA VIA G2 : COMSPAN
 G3 : CONCLUDE
 G4 : saliva contamination & PANA VIA

IV. 총괄 및 고안

산으로 법랑질 표면을 탈회하면 법랑소주의 선택적 용해로 약 25μm의 깊이로 요철이 생기게 된다.

이런 요철로 레진이 흘러들어가 레진과 치아와의 interlocking이 생기게 된다.

법랑질 표면의 탈회된 양상은 다음과 같이 3종류로 나뉘볼 수 있다. 첫째, 법랑소주만 선택적으로 제거되고 법랑소주의 주위만 남은 경우인데 주사전자현미경상에서 분화구처럼 나타나게 된다. 둘째, 첫째경우의 반대양상을 띠게 되는데 즉, 법랑소주는 남고 그 주위만 용해되어 주사전자현미경상에는 밀림처럼 보이게 된다. 셋째, 첫째와 둘째 양상이 섞여져 나오거나 법랑소주와 그 주위가 같이 탈회된 경우, 혹은 prismless enamel인 경우에 나타나게 된다. 즉 이런 형태의 탈회면은 prismless enamel이 많은 유치나 영구치의 cervical area에 많이 나타나는데 retainer의 유지면에서는 가장 불리한 형태가 되겠다.

임상적으로 탈회된 법랑질은 그 표면이 하얗게 서리가 낀 것 같은 양상을 띠게 된다.³⁾ 이런 치아의 탈회는 레진과의 유지력을 증진시킬 뿐만 아니라

microleakage까지 감소시킨다고 보고됐다.^{17,18)} 그러나 탈회를 너무 오래하면 침전된 불용성의 칼슘부산물로 덮인 disorganized surface가 되어 오히려 레진과의 기계적 유지를 저하시킨다고 한다.¹⁹⁾

이렇게 탈회된 법랑질의 요철 내로 레진이 잘 스며들어야 레진과 치아와의 접촉면적이 넓어지게 된다. 레진과 법랑질의 wetting이 잘 되게 하는 조건에는 다음과 같은 요소가 있게 되겠다. 첫째, 레진과 치아의 surface free energy, 둘째, wetting될 표면의 매끈한 정도, 셋째, 레진의 viscosity²⁰⁾가 있는데 법랑질의 레진에 대한 wettability는 citric acid²¹⁾, lactic acid^{22,23)} 그리고 phosphoric acid^{4,24,25, 26)}에 의해 상당히 증가된다고 한다.

본 실험의 결과에서 Panavia와 Comspan의 레진 돌기의 길이를 비교해 보면 각각 8.2879 μ m과 8.7241 μ m로 나와 99% 유의수준에서 통계적 차이가 없는 것으로 나왔다.朴동은²⁹⁾ 등은 Panavia와 Camapan의 치아와의 접촉시 인장강도를 조사한 바 있었는데 각각 169.6kg/cm²과 179.0kg/cm²으로 나와 통계적으로 차이가 없다는 보고를 한 바 있다.

타액오염시의 Panavia의 레진돌기 길이는 3.9231 μ m로 타액오염이 안됐을 때보다 반 이상 길이가 감소된 양상을 보였다. 이렇게 레진돌기의 길이가 많이 감소하는 이유는 타액오염시 hydrophobic organic pellicle이 탈회된 법랑질에 형성되기 때문이다. 즉 탈회된 법랑질은 매우 다공성이어서 칼슘이나 인 이온이 매우 잘 부착되게 된다. 그리고 타액의 단백질이 정전기적 상호작용으로 이런 칼슘이나 인 이온에 부착하게되어 결과적으로 유기질의 막이 형성되게 된다.^{27,30,31,32,33,34)}

Silverstone²⁸⁾은 타액오염시 타액에 노출된 시간이 1초 이상이면 더 이상의 타액노출시간에 관계없이 약 50% 이상이 유지력이 감소된다고 보고하였다. 본 실험에서도 타액오염시 레진돌기의 길이가 50% 이상 감소된 것으로 보면 레진돌기의 길이와 결합력에 상당한 연관관계가 있는 것으로 사료된다.

Maryland bridge의 결합력을 구성하는 요소로는 레진과 금속간의 결합력, 레진 자체의 응집결합력, 그리고 레진과 탈회된 법랑질간의 결합력으로 볼 수 있겠는데^{10,11)} 각각의 결합력을 보면, 레진과 식각된 금속간의 결합력이 280kg/cm², 레진 자체의 응집결합력이 340~600kg/cm², 그리고 레진과 탈회된 법

랑질간의 결합력이 84~98kg/cm²으로 레진 자체의 응집결합력이 가장 크고, 레진과 식각된 금속간의 결합력이 그다음이고, 탈회된 법랑질과 레진간의 결합력이 레진과 금속간의 결합력의 1/2~1/3로 가장 약해 취약한 부분이라고 할 수 있겠다.^{3,12,13,14,15)}

타액오염된 법랑질에 Maryland bridge를 접착시켜 탈락된 경우를 보면 거의 대부분이 치아와 레진 사이에서 떨어진 것을 볼 수 있다.^{35,36)} 그러므로 치면이 타액에 오염된 경우는 Maryland bridge의 유지는 탈회된 법랑질과 레진 사이의 결합력에 전적으로 의지한다고 볼 수 있다. 고로 결합력은 타액에 오염 안되었을 때보다 훨씬 감소하게 된다. 그러나 타액에 오염 안된 경우의 Maryland bridge의 탈락은 레진과 치아사이 뿐만이 아니고 다른 요소들도 많이 가미되어 복잡한 탈락양상을 보이게 된다.³⁷⁾ 타액오염이 안되고 정상적으로 접착된 Maryland bridge의 경우는 레진돌기가 완전히 형성되기 때문에 치아와 레진사이의 결합력 외에도 다른 요소들이 추가되어 결합력이 많이 증가하나 인장강도는 가장 약한 부분의 결합강도에 의하여 결정되므로 그 결합력은 금속과 레진간의 결합력보다 훨씬 작을 것으로 사료된다. 사실상 Maryland bridge의 인장강도 실험결과를 보면 그 수치는 금속과 레진간의 결합력인 280kg/cm²에 훨씬 못미치는 것을 볼 수 있다.

이상의 사실에서 만약 타액의 오염이 없어서도 레진자체의 성질이나 기타 요인으로 레진돌기가 짧게 형성되면 타액오염시와 마찬가지로 그 인장강도는 그 레진의 성질에 관계없이 많이 줄어들 것으로 사료된다. 그러므로 레진돌기의 형성과 인장강도 사이에는 밀접한 연관관계가 있다는 것으로 볼 수 있고, 레진돌기의 길이는 어느 한도 이하가 되면 타액오염시의 양상과 같이 결합력이 전적으로 레진과 치아간의 결합력에 의존하게 되어 결합력이 상당히 약해지고, 반대로 어느 한도 이상의 길이가 되면 레진과 치아간의 결합력 외에 레진 자체의 결합력 등이 추가되어 결합력이 현저히 증진된다고 볼 수 있다. 그 레진돌기의 한도길이는 본 실험의 결과로 추정해 보면 대체로 4~8 μ m 사이의 어느 길이가 될 것으로 사료된다.

Maryland bridge 접착실패의 가장 큰 이유 중의 하나가 타액에 의한 오염으로, 구강내에서 탈회된 치아가 오염되지 않도록 rubber dam으로 충분히 방

습하여 건조한 상태를 유지하여 접착시키는 것이 필수조건이다.³⁵⁾ 그러나 타액오염이 되었을 때는 즉시 시술을 멈추고 다시 치아를 세척하는 것으로도 충분하다고 한다.³⁵⁾

Conclude의 레진돌기길이는 $7.74\mu\text{m}$ 로 나왔는데 99% 유의수준으로 보면 Comspan과는 통계적으로 차이가 나고, Panavia와는 차이가 없는 것으로 나왔다. 그러나 실제로 Conclude의 인장강도는 Comspan, Panavia와는 별로 차이가 없을 것으로 사료되고, 1987년 Ferreira, Wiltshire등이³⁸⁾ Comspan opaque와 Conclude의 인장강도를 조사해본 결과 통계적으로 차이가 없다는 보고를 하였다.

V. 결 론

Maryland bridge의 유지에 있어서 가장 취약한 부분인 레진과 법랑질간의 결합력이 임상적으로 가장 중요한 부분으로 생각되어 복합레진계 시멘트인 Panavia, Comspan, 그리고 Conclude를 산으로 탈회한 법랑질에 접착시켜 나타나는 각각의 레진돌기의 길이를 주사전자현미경사진으로 측정, 비교해 보았다. 아울러 Maryland bridge의 유지력을 크게 감소시키는 원인 중의 하나인 치면의 타액오염시 나타나는 레진돌기의 길이도 비교해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레진돌기의 평균길이는 Panavia는 $8.29\mu\text{m}$, Comspan은 $8.72\mu\text{m}$, Conclude는 $7.74\mu\text{m}$, 그리고 치면타액오염시 Panavia는 $3.92\mu\text{m}$ 로 나왔다.
2. Comspan, Panavia, 그리고 Conclude는 상호간의 레진돌기길이는 큰 차이를 보이지 않았다.
3. 탈회된 치아면의 타액에 의한 오염은 레진시멘트의 wettability를 격감시켰다.

REFERENCES

1. Buonocore, M.G.. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res. 34:849-853, 1955.
2. Rochette, A.L.. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. J. Prosthet. Dent., 30:418-423, 1973.
3. Simonsen, R., Thompson, V.: and Barrack, G.. Etched cast restorations: Clinical and Laboratory Techniques. Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago, Illinois, 1983.
4. Retief, D.H., Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. J. Dent. Res. 52:333-341, 1973.
5. Gwinnett, A.J. and Buonocore, M.G.: Adhesive and Caries Prevention, Brit. Dent. J. 119:77-80, 1965.
6. Arana, M.E.: Clinical observation of enamel after acid etch procedure, JADA 89:1102-1106, 1974.
7. Albert, M. and Grenoble, D.E.: An in vivo study of enamel remineralization after acid etching, J. So. Cal. Dent. Assoc.
8. Lee, H., et al.: Application of scanning electron microscopy to in vivo remineralization studies of human enamel, Lee Pharmaceuticals, Res. Rep. n° 70-147, 1970.
9. 양 재 호 : Maryland Bridge의 적용분포 및 결합실패에 관한 임상적 연구(I) : 대한치과보철학회지, 24:7 - 16. 1986.
10. Andrew, J. Cassidy and David Q. Storie: Saliva contamination and resin bonding of etched metal restoration. J. Prosthet. Dent. 57:29-32, 1987.
11. Guyer, S.E. et. al.: Etched-metal resin bonded intracoronal cast restorations. Part I. The attachment mechanism. J. Prosthet. Dent. 56:267-274, 1986.
12. Livaditis, G.J. and Thompson, V.P.: Etched castings: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers, J. Prosthet. Dent. 47:52-58, 1982.

13. Craig, R.G.: Restorative Dental materials. 7th ed. The C.V. Mosby Co., 1985, pp. 225-252.
14. Phillips, R.W.: Skidders science of dental materials, 8th ed. W.B. Saunders Co. 1982 pp. 216-247.
15. Aksu, M.N. and Powers, J.M.: Variables affecting bond strength of resin-bonded bridge cements. Dent. Mater. 3:26-28, 1987.
16. Retief, D.H.: Optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part III: Enamel wettability studies. J. Prosthet. Dent. 53:42-46, 1985.
17. Galan, J., Mondelli, J. and Corodazzi, J.L.: Marginal leakage of two composite restorative systems. J. Dent. Res. 55:74, 1976.
18. Hembree, J.H., and Andrews, J.J.: Micro-leakage of several acid-etch composite resin systems: a laboratory study. Op. Dent. 1:71, 1976.
19. L. Lorton, J. Brady: Criteria for successful composite resin restorations, General Dentistry June: 234-236, 1981.
20. V.D. Williams: Factors that affect the adhesion of composite to enamel. General Dentistry Nov.-Dec.: 477-480, 1982.
21. Uy, K.C., and Chang, R.: An approach to the study of the mechanism of adhesion to teeth. In Austin, R.H., Wilsdorf, H.G.F., and Phillips, R.W., editors. Adhesive Restorative Dental Materials: II. Washington D.C., 1966, U.S. Dept. of Health, Education and Welfare (Publ. No. 1494), pp. 103-131.
22. Glantz, P.O.: The adhesiveness of teeth. J. Colloid Interface Sci. 37:281, 1971.
23. Glantz, P.O.: Adhesion to teeth. Int. Dent. J. 27:324, 1977.
24. Newman, G.V., and Sharpe, L.H.: On the wettability of teeth surfaces, JNJ State Dent. Soc. 37:289, 1966.
25. Retief, D.H.: A comparative study of three etching solutions effects of contact angle, rate of etching and tensile bond strength. J. Oral Rehabil. 1:381, 1974.
26. Breakspeare, R.J., and Wilton, A.: The variation in contact angle of a fissure sealant on enamel surfaces, J. Oral Rehabil. 4:77, 1977.
27. Poulsen, S., and Peltoniemi, A.L.: Retention of fissure sealant in primary second molars after 6 months. Second J. Dent. Res. 87: 328-330, 1979.
28. Silverstone, L.M.: State-of-the-art on sealant research and priorities for further research. In proceedings of dental sealants in the prevention of tooth decay. J. Dent. Educ. 48 (Suppl): 107-118, 1984.
29. 박현석, 이선형, 양재호, 장완식: 식각된 비귀금속 합금과 법랑질을 복합레진계 시멘트로 접착시킨 경우의 접착인장강도에 관한 연구. 대한치과보철학회지, 24: 85-90, 1986.
30. Garberoglio, R., and Cozzani, G. In vivo effect of oral environment on etched enamel. a scanning electron microscopic study. J. Dent. Res. 58:1859-1865, 1979.
31. Kastendieck, M.J., and Silverstone, L.M.: Remineralization of acid-etched human enamel by exposure to oral fluid in vivo and in vitro. J. Dent. Res. 58:163, 1979.
32. Wei, S.H.: Remineralization of enamel and dentin-a review J. Dent. Child. 34:444-451, 1967.
33. Silverstone, L.M., Fissure sealants: The susceptibility to dissolution of acid-etched and subsequently abraded enamel in vitro. Caries Res. 11:46-51, 1977.
34. Silverstone, L.M.: The susceptibility to dissolution of fissure-sealed enamel surfaces artificially abraded in vitro. Helv. Odont.

- Acta. 17:64, 1973.
35. Silverstone, L.M. and Hicks, M.J. and Featherstone, M.J.: Oral fluid contamination of etched enamel surfaces, an SEM study. JADA 110.329-332, 1985.
36. Sturdevant, J.R., Brunson, W.D., Brantley, C.F.. Bond strengths of resin-bonded metal castings. Dent. Mater. 1:219-224, 1985.
37. Hormati, A.A., and others: Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. JADA 100(1): 34-38, 1980.
38. Wiltshire, W.A., Ferreira, M.R., Nel, J.C.: Tensile bond strengths of resin luting cements for resin-bonded bridges to etched-enamel. Dent. Mater. 3:56-59, 1987.
-

— Abstract —

SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY ON THE TAG
LENGTH OF RESIN IN THE ETCHED ENAMEL CEMENTED
WITH THE COMPOSITE RESIN CEMENT

Chang-Keun, Park, D.D.S, Wan-Shik Chang, D.D.S., Ph.D.,
Jae-Ho Yang, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Sun-Hyung Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

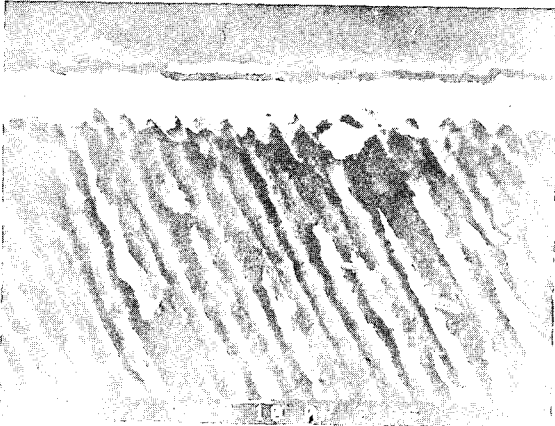
The purpose of this study was to compare the resin tag length of 3 composite resin cements: Panavia, Compsan, Conclude, and the resin tag length of Panavia cemented to saliva-contaminated enamel using scanning electron microscopy.

The following conclusions can be drawn from this study.

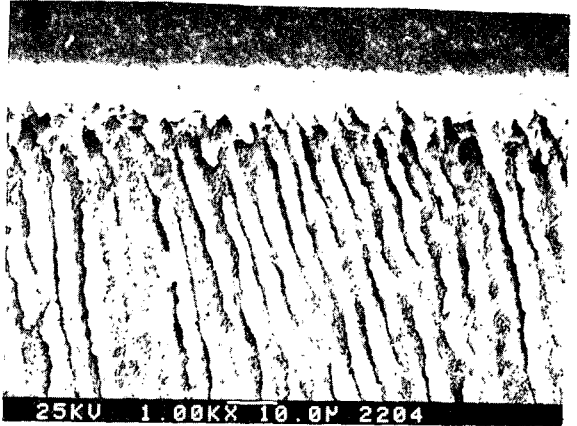
1. The resin tag length of panavia was 8.29 μm , compsan 8.72 μm , conclude 7.74 μm , and Panavia cemented to saliva-contaminated enamel 3.92 μm .
2. No significant difference of resin tag length between Panavia, Comspan and Conclude could be observed.
3. Saliva contamination of etched enamel surface decreases the wettability of composite resin cement.

논문 사진부도 ①

PANAVIA



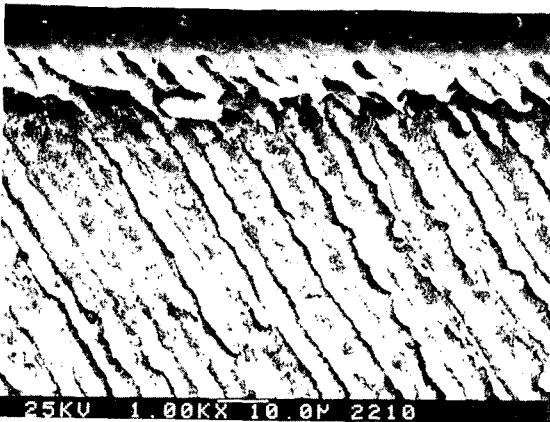
(X 1,000)



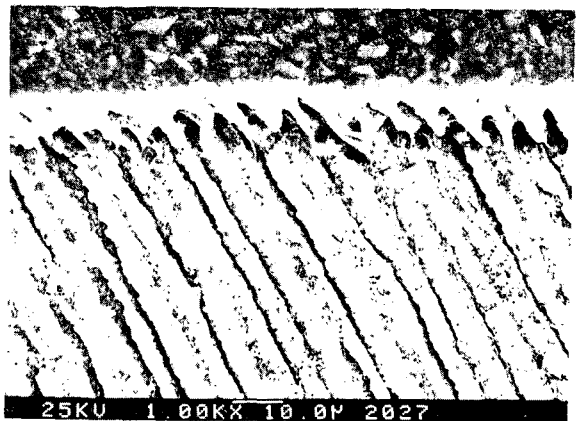
(X 1,000)

COMSPAN

87010143인 002



(X 1,000)



(X 1,000)

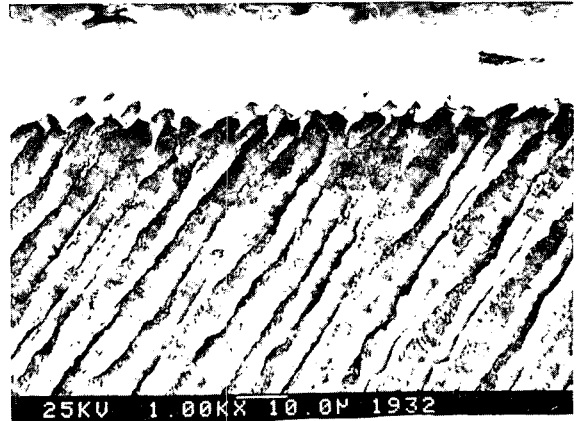
논문 사진부도 ②

CONCLUDE

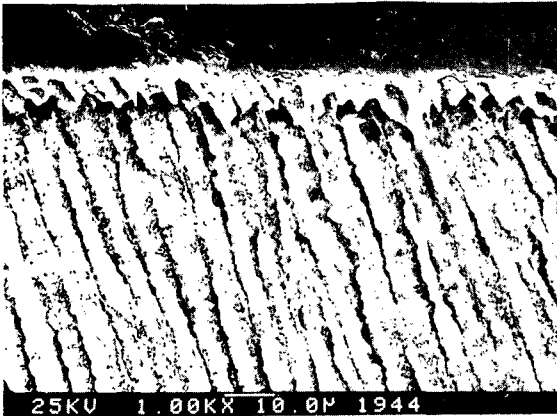
PANAVIA CEMENTED to SALIVA -
CONTAMINATED ENAMEL



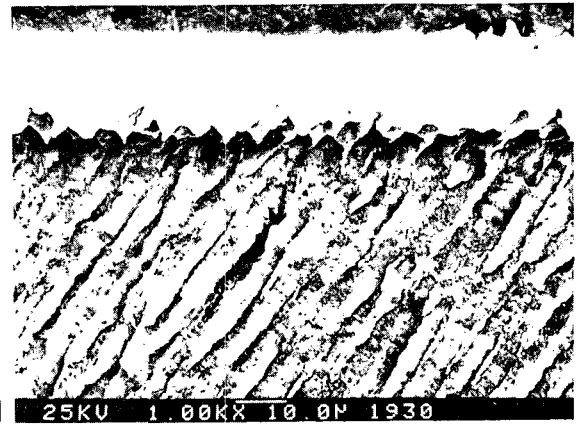
(X 1,000)



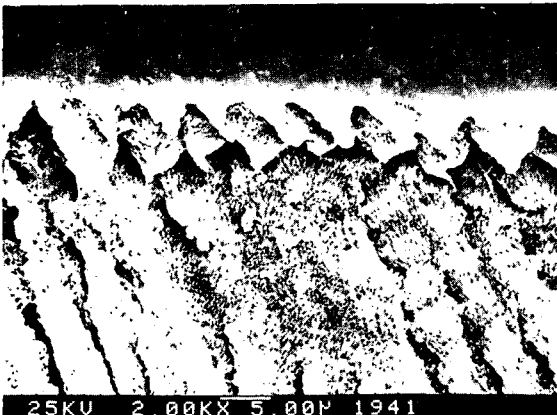
(X 1,000)



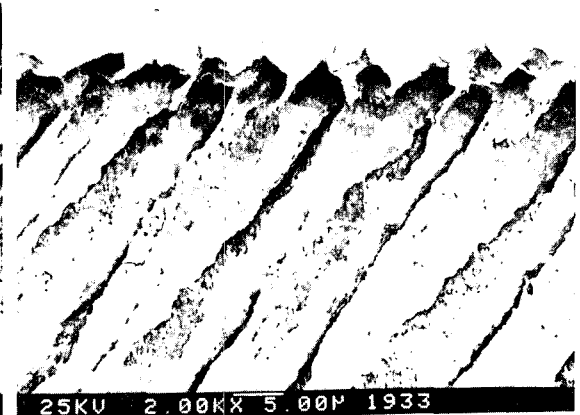
(X 1,000)



(X 1,000)



(X 2,000)



(X 2,000)