

아말감의 표면처리에 따른 복합레진과의 전단결합 강도에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보존학교실

박문희 · 조영곤 · 황호길

Abstract

A STUDY ON THE SHEAR BOND STRENGTH OF THE COMPOSITE RESIN TO AMALGAM ACCORDING TO AMALGAM SURFACE TREATMENT METHODS

Mun - Hee Park, D. D. S., Young - Gon Cho, D. D. S., M. S. D., Ph. D.,
Ho - Keel Hwang, D. D. S., M. S. D

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the effect on treatment methods to shear bond strength between composite resin and amalgam when the alloy surface was finished with a diamond wheel or an sandblaster.

Forty round acrylic cylinders were fabricated with a diameter of 33mm and a height of 20mm to fit into the device used during shear bond strength testing. A round undercut cavity (diameter, 8mm : depth, 2.5mm) was prepared in the center of the acrylic surface and the cavity was restored using a amalgam.

A total of 40 acrylic cylinders with amalgam were divided into 4 groups according to treatment method.

The group treatment were as follows :

- Group 1 : acid etching after finishing the amalgam with diamond wheel
- Group 2 : no acid etching after finishing the amalgam with diamond wheel
- Group 3 : acid etching after sandblasting the amalgam
- Group 4 : no acid etching after sandblasting the amalgam

The shear bond strength of composite resin bonded to amalgam of each specimen was tested with a universal testing machine at a crosshead speed of 0.5mm/min and 500kg in full scale.

The results were as follow :

1. After diamond finishing, the non-acid etching group had highest shear bond strength with 7.29kg/cm² and after sandblasting, the acidetching group had lowest shear bond strength with 4.49kg/cm².
2. In both diamond finishing and sandblasting group, acid etching of the roughened amalgam surface decreased the shear bond strength.
3. The group treated with a diamond wheel had higher shear bond strength those treated with an sandblaster but there was not significanat.

I. 서 론

치과용 아말감은 적절한 물리적 성질과 생체적합성을 갖고, 조작이 용이하며, 비용이 적게드는 장점을 갖음으로써 과거 150여년동안 치질의 결손부위를 수복하는 충전재로서 구치부에서 가장 널리 사용되어왔으나 치질과의 색조 부조화로 인하여 심미성이 요구되는 전치부에서의 사용은 제한되어 왔다^{10,20,30}.

1955년 Buonocore⁷⁾가 인산 처리한 치면의 미세 요철에 복합레진이 기계적으로 결합하는 것을 발견한 이래, 1960년대에 들어서 범랑질 및 상아질에 접착하는 BIS-GMA계의 복합레진과 MMA계의 복합레진이 개발되었고 그후 복합레진에 대한 지속적인 연구결과로 1980년대 초반에는 구치용 복합레진이 개발되어 금과 아말감의 대체수복물로서 사용할 수 있게 되었다^{1,6,35}. 그러나 구치부에서 복합레진의 단독 사용은 술자의 기술이 고도로 요구되고 많은 시간이 소요되며 강도 및 내마모성이 낮아 강한 교합력이 작용하는 부위에서는 사용이 제한되어 오고 있다^{12,16,27,31}.

아말감 수복물은 시간의 경과에 따라 아말감의 파절이나 수복물의 부식, 인접치질의 변색등이 발생하여, 광범위한 재수복이 필요하고 또한 많은 환자들이 전치부 뿐만 아니라 구치부 수복에서도 심미성에 대한 관심이 증가되어 심미성과 내구성을 동시에 충족시키는 구치부 수복방법이 필요하게 되었다. 따라서 아말감의 장점인 우수한 물리적 성질과 복합레진의 심미적 특성을 이용한 아말감-복합레진 수복물의 임상적 사용을 시도하게 되었다^{4,8,15,17,18,23,24,26,34}.

Durnan¹⁴⁾은 구치부에서의 아말감과 복합레진을 병용한 수복물이 심미적이고 견고하다고 하였으며, Anglis^{등²⁾}은 아말감수복물의 표면에 유지형태를 부여한 후 복합레진을 피복하는 방법을 소개하였고, 또한 Zalkind^{등³⁶⁾}은 소구치에서 금이나 아말감으로 수복된 경우 복합레진의 피복은 심미성을 증진시키고 인접치아와의 접촉점을 유지시킬수 있다고 보

고하였다.

Cooley^{등¹¹⁾}은 diamond stone이나 air polisher로 아말감을 표면처리한 후 접착제로 Cover-up II나 Panavia를 사용하여 복합레진을 결합시킨 결과 diamond stone으로 표면처리한 후 접착제로 Cover-up II을 사용한 경우에서 가장 높은 결합강도를 나타냈다고 하였으며, Hadavi^{등¹⁹⁾}은 Cover-up II와 Prisma universal bond를 사용해 복합레진과 아말감의 전단결합강도를 평가한 결과 접착제 간에 유의한 차이는 없었으며 접착제의 사용으로 결합강도가 5배이상 증가되었고 또한 접착제를 도포하기전의 산 부식은 전단결합강도를 45% 정도 감소시켰다고 보고하였다.

본 연구 목적은 아말감의 기계적 표면처리 방법과 산부식에 의한 화학적 처리방법에 따라 복합레진과의 전단결합강도를 측정하고 이를 비교 평가하여 두 재료를 병용하는데 가장 바람직하고 효과적인방법을 제시하기 위함이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

직경 33mm, 높이 10mm의 금속 주형틀을 이용하여 40개의 acrylic cylinder를 제작하였고, 아말감 외동형성을 위해 # 34 inverted cone bur를 사용하였다.

충전재는 아말감 (ULTRATABS: SDI, Australia)과 구치용 복합 레진(P-50: 3M Dental Product Division, U.S.A)을 사용하였고, 아말감의 표면처리를 위해 Fine grit diamond wheel(G-C Co., Japan)과 sandblaster (Vernon-benshoff, U.S.A)를 사용하였으며 아말감표면의 산부식을 위해 35% 인산 젤을 사용하였다.

아말감과 복합레진을 접착시키기 위해서 접착제(Scotchbond 2: 3M Dental Product Division, U.S.A)를 사용하였고 복합레진과 접착제의 중합을 위해 가시광선조사기(Visilux 2: 3M Dental Product Division, U.S.A)를 사

용하였다.

2. 실험방법

금속 주형틀에 자가중합레진을 부어 40개의 acrylic resin cylinder를 제작한 후 저속의 # 34 inverted cone bur를 이용하여 acrylic resin cylinder의 중앙에 직경 8mm, 길이 2.5mm의 원형와동을 형성하여 아말감을 과충전한

후 Hollenback carver로 아말감 표면을 평활하게 하였다. 15분간 공기중에 방치한 후 실온의 물에 10일간 보관하였다.

아말감이 충전된 40개의 시편을 무작위로 선택하여 아말감의 기계적 표면처리 방법과 산부식에 의한 화학적 처리방법에 따라 표 1과 같이 10개씩 4개의 실험군으로 분류하였다.

표 1. 아말감의 표면처리와 산부식 유무에 따른 실험군 분류

군	표면처리방법	산부식 유무
1	diamond finishing	0
2	diamond finishing	x
3	sandblasting	0
4	sandblasting	x

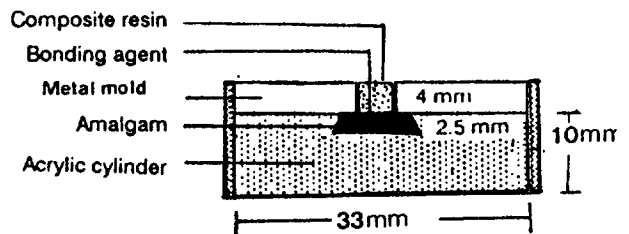
1군과 2군은 고속의 diamond wheel을 이용하여 힘을 가하지 않고 아말감표면을 연마하였고, 3군과 4군은 sanblaster를 이용하여 10초간 아말감표면을 sandblasting 한 후 다시 1군과 3군은 35%의 인산 젤로 60초간 산부식을 시행하였다. 산부식이 완료된 아말감 표면은 깨끗이 세척하고 건조시켰다.

각 군의 acrylic resin cylinder는 금속주형틀에 위치시켜 즉시 아말감표면에 접착제(Scotchbond 2)를 도포하고 공기를 가볍게 불어 준 후 Visilux-2로 20초간 광중합하였다. 직경 4mm, 높이 4mm의 구멍이 뚫린 분리가 가능한 원형의 금속틀에 분리제를 도포하여 acrylic resin cylinder위에 위치시킨 후 충전기구를 이용하여 P-50을 2mm씩 2번으로 나누어 충전하였으며 적층 충전시마다 Visilux 2로 60초간 광조사하여 아말감에 부착시켰다. 금속주형틀에서 acrylic resin cylinder를 주의깊게 분리한 후 모든 시편은 37°C의 증류수에 24시간 동안 저장하였다.

그림 1은 제작된 시편의 절단면을 도식화한 것이다. 각 시편은 만능재료시험기(Universal testing machine, Model No. AGS-100A, Shimazu, Japan)에 위치시킨 후 500kg의 load cell을 이용하여 1분당 0.5mm의 cross-

head speed로 아말감 표면에서 복합레진이 떨어질때의 전단 결합 강도를 측정하였고, 측정값들은 통계 처리하여 평균과 표준편차를 구하고 유의성 검정은 ANOVA(LSD)를 이용하였다.

그림 1. 시편의 절단면



III. 실험성적

각 군의 전단결합강도의 평균과 표준편차는 표 2와 그림 1과 같고 각 군간의 유의성에 대한 검정결과는 표 3과 같다.

아말감을 Diamond wheel로 표면처리한 후 산부식을 시행하지 않은 2군이 7.29 ± 0.69 kg/cm²로 가장 높은 전단결합강도를 나타냈고, sandblasting한 후 산부식을 시행한 3군이 4.49 ± 1.14kg/cm²로 가장 낮은 전단결합강도를

보였다(표 2, 그림 1).

Diamond wheel로 아말감을 표면처리한 1군과 2군의 전단결합강도는 산부식을 시행하지 않은 2군이 산부식을 시행한 1군보다 더 높게 나타나 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며($P < 0.01$), 또한 아말감의 표면을 sandblasting한 3군과 4군에서도 산부식을 시행하지 않은 3군이 산부식을 시행한 4군보다 더 높은 전단결합강도를 나타내어 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($P < 0.01$)(그림 1, 표 3).

산부식을 시행한 1군과 3군 그리고 산부식을 시행하지 않은 2군과 4군간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($P > 0.01$)(그림 1, 표 3).

표 2. 각 실험군들의 전단결합강도의 평균 및 표준편차

(unit : kg/cm ²)			
군	시 편 수 (개)	평 균	표 준 편 차
1	10	5.04	1.00
2	10	7.29	0.69
3	10	4.49	1.14
4	10	6.41	1.46

그림 2. 각 실험군들의 평균 전단결합강도 (kg/cm²)

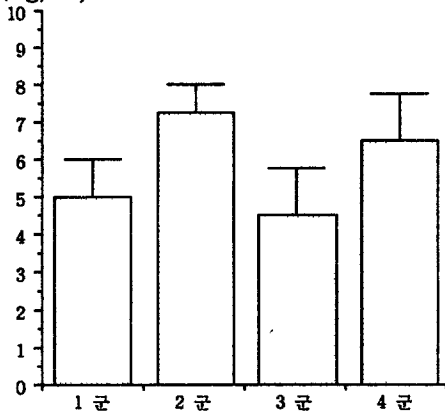


표 3. 각 실험군간의 전단결합강도에 대한 유의성 검정

군	1	2	3	4
1	—	**	NS	**
2		—	**	NS
3			—	**
4				—

NS : Not Significantly difference

** : Significantly difference, $p < 0.01$

IV. 총괄 및 고안

아말감은 결손된 구치의 수복에 흔히 사용되는 수복재로 물리적 성질은 우수하나 치아와의 색조 부조화로 인해 심미적인 문제점이 고려되고 있다. 최근 환자들의 구치부에 대한 심미적 관심이 증가됨에 따라 구치부에도 기존의 아말감 수복물에 레진을 피복하므로써 심미성을 증진시키려는 시도가 여러 연구자에 의해서 이루어졌다^{2,4,8,11,14,17,36}.

아말감과 복합레진의 병용에 관한 실험적 연구에서 Zalkind 등³⁶은 복합레진과 아말감을 병용하여 수복한 결과 복합레진이 아말감에 영구적으로 결합한다고 주장하였으나 Gordon 등¹⁷은 두 재료의 병용시 영구적인 심미적 수복물은 기대할수 없다고 보고 하였다. 또한 최근에 복합레진과 아말감을 화학적으로 결합시키는 접착제가 개발되었는데 Hadavi 등¹⁹은 접착제인 Cover Up II와 Prisma Universal Bond를 사용하여 복합레진과 아말감을 결합시킨 결과 접착제를 사용한 경우에서 결합강도가 4.30MPa에서 4.34MPa를 나타내어 접착제를 사용하지 않는 경우보다 5배이상으로 결합강도가 증가됨을 보고하였고, Cooley 등¹¹도 Cover-up II나 Panavia같은 접착제를 이용하여 아말감과 복합레진을 결합시킨 결과 4.40 MPa에서 7.47 MPa의 결합강도를 얻어 접착제의 사용으로 결합력이 증진되었음을 보고하였다. Murrey 등²⁹은 Cover-Up을 이용한 Tytin과 복합레진의 결합시 3MPa에

서 5.2MPa의 결합강도를 보고하였고, Tytin과 dispersalloy와 Cover-Up의 결합강도에 관한 연구에서 아말감과 복합레진과의 결합강도를 비교한 결과 아말감 종류에 따른 복합레진과의 결합강도에 있어 유의한 차이가 없음을 보고하였다.

이에 저자는 아말감을 diamond wheel이나 sandblaster로 표면처리하고 산부식처리 유무에 따라 복합레진을 결합시킨 후 두 재료의 전단결합강도를 측정하여 가장 바람직한 결과를 갖는 방법을 제시하기 위하여 본 실험을 고안 하였다.

Asmussen등³⁾은 복합레진 수복시 범랑질의 산부식은 복합레진의 미세누출을 감소시키고 결합면적을 넓히며 범랑질표면에 미세유지형태를 만들어 복합레진이 범랑질 표면으로 잘 스며들게 한다고 하였다.

본 연구에서는 아말감을 diamond wheel과 sandblaster로 표면처리한 군 모두에서 산부식을 시행한 1군과 3군은 산부식을 하지 않은 2군과 4군과 비교시 전단결합강도가 낮았으며 유의한 차이를 나타냈다. 이는 diamond bur로 표면처리 한 후에 거칠어진 아말감 표면을 35% 인산으로 60초간 산부식 후 전단결합강도가 45%정도 감소되었다고 보고한 Hadavi등¹⁹⁾의 연구결과와 유사하게 나타났다. Tanaka등^{20,21)}은 치과용 합금과 복합레진을 결합시 접착제로 사용된 4-META(4-Methacryloxyethyl trimellitate anhydride)가 금속 자체보다는 산화막에 더 강하게 결합하는 것을 발견하고 합금 표면을 산화시키므로써 접착력이 현저히 증진된다고 보고하였고 산화막과 복합 레진의 어떤 성분이 결합에 관여하였음을 제시하였다. Hadavi등¹⁹⁾은 아말감과 복합레진의 미세누출의 평가에서 아말감표면을 산부식한후에 접착제를 도포하고 복합레진을 결합시켰을때 산부식이 아말감 표면으로부터 산화막을 제거함으로써 아말감과 복합레진의 결합을 방해하여 미세누출을 증가시키고 결합강도를 감소시킨다고 주장했고 또한 산부식시 사용된 인산젤이 완전히 제거되지 않고 아말감표면에 남아서 두 재료

의 결합을 방해할 수 있다고 하였다.

본 연구에서 Diamond wheel과 sandblasting으로 표면처리한 군을 비교실험 한 결과 Diamond wheel로 처리한 1군과 2군이 sandblasting한 3군과 4군 보다 더 높은 전단결합강도를 나타내었으나 유의한 차이는 보이지 않았다. Cooley등¹¹⁾은 diamond stone이나 air polisher로 아말감을 표면처리한 후 복합레진을 결합시킨 결과 diamond stone으로 표면처리한 후 접착제로 Cover-up II를 사용한 경우가 가장 높은 결합강도를 갖음을 보고하였는데 사용된 diamond stone의 종류에 대한 언급이 없어 본 연구와의 비교는 어려웠고 본 실험에서 사용된 diamond wheel의 직경과 입자크기, sandblasting에 사용된 입자의 크기와 거칠기 또한 결합강도에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

선학들은 복합레진과 접착제의 경화동안 일어나는 중합수축이 결합강도를 저하시킨다고 하였고 접착제를 얇게 도포해서 이 수축응력을 최소화시켜도 결합력을 감소시킬수 없다고 하였다^{6,12,13,21,22,23,28)}.

본 연구와 선학들의 연구들을 통해서 아말감과 복합레진을 병용하여 사용할 경우 접착제의 단독 사용만으로는 수복물로서의 제 기능을 하기 어려우므로 유지력을 향상시키고 더 기능적인 수복물이 되기위해 부가적인 유지형태가 필수적이다 할수 있겠다. Barzilay⁵⁾등도 금속표면에 대한 복합레진의 기계적 화학적 유지력의 평가에서 단순한 기계적 유지에 화학적 유지력을 부가시 더 우수한 유지력을 제공하고 금속표면과 복합레진사이에 미세간극 형성을 감소시킨다고 하였다. 아말감 수복물에 유지력을 증가시키기위한 방법으로 pin의 사용, 유지구의 형성, 변연 범랑질을 부식시키는 여러가지 방법들이 소개되고 있다^{2,17,30)}.

본 연구는 단순히 아말감과 복합레진 자체의 결합강도를 측정한 실험으로 이상의 연구들을 토대로 임상에 적용시 기존에 있던 아말감 수복물에 여러 가지 방법의 유지 형태를 부여하고 인접해 있는 범랑질을 산부식시

켜 결합 면적을 늘리면 더 기능적이고 구조적인 강한 결합을 갖는 수복물을 예상할 수 있어 아말감의 물리적 성질과 복합레진의 심미성을 이용한 만족할 만한 수복물을 기대할 수 있으리라 생각된다.

V. 결 론

저자는 아말감과 복합레진의 결합시 아말감의 표면처리와 산부식 유무에 따른 결합강도를 평가하기 위하여 제작된 40개의 acrylic resin cylinder에 와동을 형성하고 아말감을 충전한 다음 Diamond wheel과 sandblaster를 이용한 기계적 표면처리 방법과 산부식에 의한 화학적 처리 방법에 따라 4개의 군으로 분류한 후 각 시편에 복합레진을 결합시켜 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 아말감을 diamond wheel로 표면처리한 후 산부식을 시행하지 않은 2군이 $7.27 \pm 0.69\text{kg/cm}^2$ 로 복합레진과의 가장 높은 전단결합강도를 나타내었고, sandblasting한 후 산부식을 시행한 3군이 $4.49 \pm 1.14\text{kg/cm}^2$ 로 가장 낮은 전단결합강도를 나타내었다.
2. 아말감 표면의 기계적 처리방법과 관계없이 아말감표면을 산부식하지 않는 2, 4군이 아말감표면을 산부식한 1, 3군보다 더 높은 전단결합강도를 나타내어 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($P < 0.01$).
3. 산부식을 시행한 1군과 3군 그리고 산부식을 시행하지 않은 2군과 4군간에서 diamond wheel로 표면처리한 군이 sandblasting한 군보다 더 높은 전단결합강도를 나타내었으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($P > 0.01$).

참고문헌

1. 山下 敦 : "A Dental adhesive and It's clinical applications", 내외 학술, 13-14.

2. Anglis, L.F. and Fine, L. : "The amalgam-composite resin restoration", J. Prosthet. Dent., 47:685, 1982.
3. Asmussen, E. : "Marginal adaptation of restorative resins in acid etched cavities", Acta Odontologica Scandinavia, 35:125-133, 1977.
4. Barkmeier, W.W. and cooley, R.L. : "Amalgam restorations with a composite resin windows", Quintessence Int., 10(4) : 31-34, 1979.
5. Barzilay, I., Meyers, M. and Cooper, L. : "Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces", J. Prosthet. Dent., 59 : 131-137, 1988.
6. Bowen, R.L., Nemoto, K. and Rapson, J. E. : "Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues", 106 : 475-477, 1983.
7. Buonocore, M.G. : "A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces", J. Dent. Res., 34 : 849, 1955.
8. Cardash, H. S., Bichacho, N., Imber, S. and Liberman, R. : "A combined amalgam and composite resin restoration", J. Prosthetic Dent., 63(5) : 502-505, 1990.
9. Chadwick, R.G., McCabe, J.F., Walls, A.W.G. and Storer, R. : "The effect of placement technique upon the compressive strength and porosity of a composite resin", J. of Dent., 17 : 230-233, 1989.
10. Charbeneau, G.T. : "Principles and Practice of Operative Dentistry", 3rd edition, Philadelphia : Lea & Febiger, 253-257, 1988.
11. Cooley, R.L., Mccourt, J.W. and Train, T.E. : "Bond strength of resin to amalgam as affected by surface finish", Quintessence Int., 20 : 237-239, 1989.
12. Craig, R.G. editor : "Chemistry, composition, and properties of composite resins", Dent. Clin. North Am., 25(2) : 219, 1981.

13. Davidson, C.L., de Gee AJ, Feilzer, A. : "The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress", J. Dent. Res., 63 : 1396-1399, 1984.
14. Durnan, J. R. : "Esthetic dental amalgam-composite resin restorations for posterior teeth", J. Prosthet. Dent., 25 : 175-176, 1971.
15. Fayyad, M.A. : "The tensile bond strength of resin-bonded, electrolytically etched alloy to enamel", Quintessence Int., 21 : 377-380, 1990.
16. Fuks, A.B. and Shey, Z. : "In vitro assessment of marginal leakage of combined amalgam-sealant restorations on occlusal surfaces of permanent posterior teeth", J. Dent. child., 50(6) : 425-429, 1983.
17. Gordon, M., Laufer, B.Z. and Metzger, Z. : "Composite-veneered amalgam restorations", J. Prosthet. Dent., 54 : 759-762, 1985.
18. Gourley, J. M., and Ambrose, E. R. : "Veneering amalgam restorations", J. Canad. Dent. Assoc., 48 : 49-50, 1982.
19. Hadavi, F., Hey, J. H. and Ambrose, E.R. : "Assessing microleakage at the junction between amalgam and composite resin : a new method in vitro", Operative Dent., 16 : 6-12, 1990.
20. Howard, W.W. and Moller, R.C. : "Atlas of operative dentistry", 3rd edition, The C.V. Mosby Co., 83-87, 1981.
21. Huang, G.T., soderholm, K.J. : "In vitro investigation of shear bond strength of a phosphatate based dentinal bonding agent", Scand. J. Dent. Res., 97 : 84-92, 1989.
22. Hegdahl, T. and Gjerdet, N. R. : "Contraction stresses of composite resin filling materials", Acta. Odon. Scand., 35 : 191-195, 1977.
23. Kossa, A.P. : "Microleakage in a hybrid amalgam-composite restoration", General Dentistry, 35(4) : 289-291, 1987.
24. Lambert, R.L., Scrabeck, J.G. and Robinson, F.B. : "Esthetic composite resin facings or amalgam restorations", General Dentistry, 31(3) : 222-224, 1983.
25. Leinfelder, K.F. : "Posterior composite resins", J. Am.Dent.Assoc., : 21-26, 1988.
26. Maroney, W.F., Blank, L.W., Hargrave, J. W., Pelleu, G.B.JR., : "Microleakage at the etched-amalgam/composite resin interface of etched-metal resin-bonded retainers", General Dentistry, 36(1) : 18-19, 1988.
27. Mitchem, J. : "The use and abuse of aesthetic materials in posterior teeth", Int. Dent. J., 38 : 119-125, 1988.
28. Munksgarrd, E.C., Hansen, E.K. and Asmussen, E. : "Effect of five adhesives on adaptation of resin in dentin cavities", Scand. J. Dent. res., 92 : 544-548, 1984.
29. Murrey, A.J. and Bailey, J.O. : "Strength of aged and thermocycled 4-META bonds to amalgam", J. Dent. Res., 67 : Abstracts of papers p 223, 1988.
30. Phillips, R.W. : "Skinner's science of dental materials", 8th edition, W.B.saunders company, 238-241, 1982.
31. Phillips, R.W. : "Skinner's science of dental materials", 8th edition, W.B.saunders company, 302-305, 1982.
32. Tanaka, T., Atsuta, M., Nakabayashi, N. and Masuhara, E. : "Surface treatment of gold alloys for adhesion", J. Prosthet. Dent., 60 : 271-279. 1988.
33. Tanaka, T., Nagata, K., Takeyama, M., Atsuta, M., Nakabayashi, N. and Masuhara, E. : "4-META opaque resin : a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy", J. Dent. Res., 60 : 1697-1706, 1981.
34. St Arnault, F. D. and Coury, T. L. : "Aesthetic treatment of an amalgam", General

- Dentistry, 31(1) : 49, 1983.
35. Sturdevant, C.M. : "The art and science of operative dentistry", 2nd edition, The C.V. Mosby Co., 333–336, 1985.
36. Zalkind, M., Rehany, A., Revah, A. and Stern, N. : "A composite resin bonded to dental materials", J. Prosthet. Dent., 46 : 300–303, 1981.