http://dx.doi.org/10.4047/jkap.2012.50.2.112

다용도 프라이머가 레진 시멘트와 수복재의 전단 결합 강도에 미치는 영향

김나홍 · 심준성 · 문홍석 · 이근우*

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

연구 목적: 이 연구의 목적은 실란과 인산 모노머를 혼합한 프라이머인 Monobond plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용했을 때 레진 시멘트와 수복물 간의 전단 결합 강도가 귀금속, 비귀금속, 글라스 세라믹과 지르코니아 네 가지 재료 모두에서 기존의 프라이머를 사용했을 때의 결합 강도와 비교하여 유의한지 평가하는 것이다.

연구 재료 및 방법: 디스크 모양(ø 9 mm × 3 mm)의 귀금속(Argedent Euro) 시편 16개, 비귀금속(T-4) 시편 20개, 지르코니아(Cercon) 시편 20개, 글라스 세라믹(IPS e.max press) 시편 20개를 제작한 후 아크릴릭 레진(ø 15 mm × 15 mm)에 포매하였다. 귀금속 시편에 airborne-particle abrasion을 시행하고 대조군으로 사용한 8개 시편에는 귀금속용 프라이머(Metal primer II)를, 나머지 8개 시편에는 Monobond plus를 도포하였다. 비귀금속 시편과 지르코니아 시편은 airborne-particle abrasion 후 각각 두 그룹으로 나누어 대조군 10개 시편에는 비귀금속 및 지르코니아용 프라이머(Alloy primer)를, 나머지 10개에는 Monobond plus를 도포하였다. 글라스 세라믹 시편은 4% 불산으로 부식한 후, 대조군 10개 시편에는 실란(Monobond-S)을, 나머지 10개에는 Monobond plus를 적용했다.

표면 처리된 시편 위에 디스크 형태(ø 5 mm × 2 mm)로 레진 시멘트(Multilink N)를 위치시키고 중합하였다. 제작된 모든 시편을 열순환(5℃와 55℃, 1분씩 2060회)시킨 후 전단 결합 강도를 측정하였다. 전단 결합 강도의 유의차를 살펴보기 위해 Shapiro-Wilk test를 이용하여 모집단의 분포에 대한 검정을 하고 그 결과에 따라 Two sample *t*-test 또는 Mann-Whitney U test를 실시하였다(α=.05). 파절된 시편을 확대경으로 관찰하여 그 양상을 분류하였다.

결과: 귀금속과 글라스 세라믹 군에서는 두 프라이머간의 전단 결합 강도에 유의한 차이가 존재하지 않았으나(P> .05) 비귀금속 군과 지르코니아 군에서는 기존 프라이머(Alloy primer)를 사용했을 때 레진 시멘트와 수복물간의 전단 결합 강도가 Monobond plus를 사용한 군보다 통계적으로 유의하게 높았다(비귀금속 군 P=.004, 지르코니아 군 P=.001).

결론: 실란과 인산 모노머를 혼합한 다용도 프라이머는 귀금속과 글라스 세라믹 군에서는 기존의 프라이머를 대신하여 사용할 수 있을 것이다. 그러나 비귀금속과 지르코니아 세라믹에서는 10-MDP 프라이머에 비해 접착 강도가 낮아 기존 프라이머를 대신하여 적용하기 위해서는 좀 더 연구가 필요할 것이다. *(대한치과보철학회지 2012;50:112-8)*

주요단어: 다용도 프라이머; 실란; 인산 모노머; 레진 시멘트; 전단 결합 강도

서론

보철물의 유지력을 증가시키기 위해 치질이나 수복물에 접착하는 성질을 가진 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride (4-META) 함유 레진 시멘트나 phosphate ester계 레진 시멘트가 개발되어 널리 사용되고 있다. 레진 시멘트는 압축 강도와 파괴 인성이 높고 보철물의 유지력 뿐 아니라 파절 저항성과 변연 적합도를 개선시키는 것으로 알려져 있다.[1,2] 이러한 장점 때문에 보철물과 레진 시멘트간의 결합을 증진시키려는 연구가 계속되었고 수복물 재료가 다양한 만큼 이러한 시도도 여러 방법으로 이루어졌다.

금속 수복물에서는 유지력이 약한 레진 접착 보철물이나 지대치의 기계적인 유지력이 낮은 경우에 레진 시멘트의 사용이 추천될 수 있다. 시멘트와 금속 보철물간의 접착력을 높이기 위해 시도된 다양한 표면 처리 방법 중 airborne-particle abrasion을 시행하거나 프라이머를 도포하는 방법을 많이 사용한다. 금속 프라이머에 포함되는 성분 중, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)와 같은 phosphoric acid monomer는 금속 산화물과 화학 결합을 할 수 있어 비귀금속이나 지르코니아 도재에 대한 접착을 개선시킬 수 있다고 알려져 있다.[3] 비귀금속과 달리 귀금속은 레진 시멘트와의 화학적 친화성이 낮아서 여러 표면 처리 방법이 시도되었는데 thiophosphate methacryloyloxyalkyl derivatives (MEPS)나 6-(4-vinylbenzyl-n-propyl) amino-1,3,5-triazine-2,4-dithione (VBATDT)와 같이 황(sulfur)을 포함하는 프라이머를 사용하면 귀금속과 레진 시멘트 사이의 접착 강도를 개선시킬 수 있다고 보고되었다.[4]

최근 심미에 대한 요구도가 높아져 완전 도재 수복물의 사용이 크게 증가했고 도재와 레진 시멘트 간의 접착을 개선하기 위한 다양한 방법들이 소개되었다. 특히 글라스 세라믹 수복물은 굽힘 강도가 낮고 취성이 있어 레진 시멘트를 사용하면 보철물의 파절 강도를 높이고 수명도 늘릴 수 있다고 한다.[5,6] 글라스 세라믹 수복물의 성공적인 접착을 위해서는 도재의 표면 처리가 중요한데 5 - 9.5% 불산으로 부식하고 실란을 도포함으로써 레진 시멘트와의 결합 강도를 높일 수 있다고 하였다.[7-10]

*교신저자: **이근우***

120-752 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 치과대학 보철과학교실 02-2228-3160: e-mail, udprostho@yuhs.ac

원고접수일: 2012년 3월 27일 / 원고최종수정일: 2012년 4월 5일 / 원고채택일: 2012년 4월 16일

*이 연구는 연세대학교 치과대학 2011년도 교수연구비에 의하여 이루어졌음(6-2011-0046).

지르코니아 완전 도재 수복물은 기계적 성질이 우수하여 앞으로 수요가 더욱 커질 것으로 예상된다. 지르코니아는 유리 기질 부분이 없기 때문에 글라스 세라믹에 추천되는 표면 처리 방법으로는 레진과의 접착을 개선시킬 수 없다. 따라서 지르코니아와 레진 시멘트와의 성공적인 접착을 위한 다양한 표면 처리 방법이 제시되었는데, 여러 방법들 중 알루미나로 airborne-particle abrasion을 시행한 후, 10-MDP를 포함하는 프라이머나 레진 시멘트를 사용하는 것이 결합력을 증가시킨다는 보고가 있다.[3,11,12]

이처럼 치과 수복 재료에 따라 레진 시멘트와의 결합을 증진시키기 위해 사용하는 프라이머의 성분이 다르기 때문에 어떤 재료로 수복하느냐에 따라 서로 다른 프라이머를 사용해야 한다. 이러한 불편함을 해소하기 위해 금속, 글라스 세라믹, 지르코니아 모두에 적용 가능하도록 실란과 phosphoric acid monomer를 혼합한 다용도 프라이머가 최근 시판되었다. 본 연구의 목적은 실란과 phosphoric acid monomer 혼합체를 적용했을 때 레진 시멘트와 수복물 간의 전단 결합 강도가 기존의 프라이머를 사용했을 때와 비교하여 유의한지를 평가하기 위함이다. 영가설은 귀금속, 비귀금속, 글라스 세라믹과 지르코니아 모두에서, 다용도 프라이머가 레진 시멘트의 전단 결합 강도에 미치는 효과가 기존의 프라이머와 비교하여 유의할 만한 차이가 없다는 것이다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

이 연구에 사용한 귀금속 시편은 Argedent Euro (The Argen Corp., San Diego, Calif., USA), 비귀금속 시편은 T-4 (Ticonium Division of CMP industries, Albany, NY, USA), 지르코니아 시편은 Cercon base (DeguDent, Hanau, Germany), 글라스 세라믹 시편은 IPS e.max press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용하여 제작하였다. 레진 시멘트는 Multilink N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을, 프라이머는 Alloy primer (Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan), Metal primer II (GC corp., Tokyo, Japan), Monobond-S와 Monobond plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용하였다(Table 1).

2. 시편 제작

1) 귀금속/비귀금속 시편의 제작과 프라이머의 적용

테프론 몰드를 이용하여 원반 형태(직경 9 mm, 두께 3 mm)의 인레이 왁스 납형을 제작하고 매몰 후 소환, 주조하여 16개의 귀금속 시편과 20개의 비귀금속 시편을 얻었다. 테프론 몰드를 사용하여 시편을 원기둥 형태의 아크릴릭 레진(직경 15 mm, 높이 15 mm)에 포매하였다. 포매한 시편을 220 grit과 600 grit silicon carbide paper로 연마하고 5 mm 거리에서 20초간 0.5 MPa의 압력으로 50 ㎛ 알루미나 분말을 이용하여 airborne-particle abrasion을 시행한 후 10분간 증류수에서 초음파 수세하였다. 시편을 건조시킨 후 귀금속 시편 16개와 비귀금속 시편 20개를 무작위로 각각 두 개의 그룹으로 나누었다. 귀금속 시편 8개의 금속면에 귀금속용 프라이머(Metal primer II) 한 방울을 떨어뜨린 후 60초간 적용시켰고(N-MP Group), 나머지 8개에는 Monobond plus 한 방울을 떨어뜨리고 60초간 적용시킨 후 에어 시린지를 사용하여 건조시켰다(N-Plus Group).

비귀금속 시편의 경우, 10개의 금속면에 비귀금속용 프라이머(Alloy primer) 한 방울을 떨어뜨리고 60초간 적용시켰고(B-AP Group), 나머지 10개의 시편에는 Monobond plus 한 방울을 떨어뜨리고 60초간 적용시킨 후 에어 시린지를 사용하여 건조시켰다(B-Plus Group).

Table 1. Materials used in this study

Material	Component	Manufacturer
Noble metal alloy Argedent Euro (N)	Au 40.0%, Pd 39.40%, Ag 10.0%, In 8.8%, Ga 1.4%, Sn<1%, Ru<1%	Argen corp., San Diego, CA, USA
Base metal alloy T-4 (B)	Ni 65.7%, Cr 20.1%, Mo 1.3%, Si 3.3%, Al 2.4%, W 7.1%, La1%	Ticonium Division of CMP industries, Albany, NY, USA
Zirconium Cercon Base (Z)	Zirconium oxide 93%, yttrium oxide 5%, hafnium oxide >2%, aluminum oxide and silicon oxide >1%	DeguDent, Hanau, Germany
Glass ceramic IPS e.max press (E)	SiO_2 57 - 80%, Li2O 11 - 19%	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Primer Alloy primer (AP)	6-(4-vinylbenzyl-n-propyl)amino-1,3,5-triazine-2,4-dithione (VBATDT), 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP)	Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan
Metal primer II (MP)	Thiophosphate methacryloyloxyalkyl derivatives (MEPS)	GC corp., Tokyo, Japan
Monobond-S (MS)	Ethanol, water, silane, acetic acid	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Monobond plus (Plus)	Alcohol solution of silane methacrylate, phosphoric acid methacrylate, sulfide methacrylate	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Resin cement Multilink N	Dimethacrylate, 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA), barium glass, ytterbium trifluoride, spheroid mixed oxide	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

2) 지르코니아 시편의 제작과 프라이머의 적용

Pre-sintered Y-TZP ceramic block을 sintering한 후 직경 9 mm, 두께 3 mm의 원반 디스크 형태로 milling하여 20개의 시편을 얻었다. 금속 시편에서와 같은 방법으로 지르코니아 시편을 아크릴릭 레진에 포매시켰다. 지르코니아와 레진 시멘트간의 접착을 위해 제안된 여러 표면 처리 방법들 중 알루미나로 airborne-particle abrasion을 시행한 후, 10-MDP를 포함하는 프라이머나 레진 시멘트를 사용하는 것이 결합력을 증가시킨다는 보고가 있다.[3] 이에 따라 포매한 시편을 10 mm 거리에서 15초간 0.25 MPa로 50 ㎛ aluminium oxide를 이용하여 airborne-particle abrasion을 시행하고 10분간 증류수에서 초음파 수세하였다. 시편을 건조시킨 후, 10개의 지르코니아 시편에는 지르코니아용 프라이머(Alloy primer) 한 방울을 떨어뜨린 후 60초간 적용시켰고(Z-AP Group), 나머지 10개의 시편에는 Monobond plus 한 방울을 떨어뜨리고 60초간 적용시킨 후 에어 시린지를 사용하여 건조시켰다(Z-Plus Group).

3) 글라스 세라믹 시편의 제작과 프라이머의 적용

테프론 몰드를 이용하여 원반 형태(직경 9 mm, 두께 3 mm)의 인레이 왁스 납형을 제작하고 매몰하여 IPS e.max press로 20개의 시편을 만들었다. 금속 시편에서와 같은 방법으로 지르코니아 시편을 아크릴릭 레진에 포매시켰다. 포매한 시편을 220 grit과 600 grit, 1000 grit silicon carbide paper로 연마한 후 10분간 증류수에서 초음파 수세하고 건조하였다. 글라스 세라믹 면을 4% 불산(Porcelain etchant, Bioco, Inc., Schaumburg, IL, USA)으로 20초간 부식한 후 1분 동안 수세하고 건조하였다. 10개의 글라스 세라믹 시편에는 실란(Monobond-S) 한 방울을(E-MS Group), 나머지 10개에는 Monobond plus 한 방울을(E-Plus Group) 떨어뜨린 후 60초간 적용시키고 에어 시린지를 사용하여 건조시켰다.

3. 레진 시멘트의 충전

레진 시멘트와 시편과의 접착 면적을 제한하기 위해 직경 5 mm의 구멍이 뚫려있는 두께 2 mm의 테프론 원반을 이용하였다. 테프론 몰드를 시편의 윗면 중앙에 고정시키고 이중 중합 중합형 접착 레진 시멘트인 Multilink N (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)을 자동혼합 시린지를 이용하여 구멍 내로 충전하였다. 20분간 실온에서 자가 중합시키고 과량의 레진 시멘트를 제거한 후 LED 광중합기를 이용하여 두 방향에서 10초씩 광중합하였다(Fig. 1). 테프론 몰드를 제거하고 시편을 8시간 동안 실온에서 보관한 후 5℃와 55℃로 설정된 열순환 수조(Lab companion, Daejeon, Korea)에서 1분씩 2060회의 열순환을 시행하였다.

4. 전단 결합 강도 측정

전단 결합 강도를 측정하기 위해 만능시험기(Instron 3366, Instron Co. Ltd., Norwood, MA, USA)를 사용하였다. 지그에 시편을 고정시키고 접착 계면으로부터 0.5 mm 떨어진 지점에서 접착면과 동일한 방향으로 1 mm/min의 cross head speed의 하중을 가하였다(Fig. 2). 접착 실패 때까지의 최대 하중을 측정하고 접착 단면적으로 나누어 전단 결합 강도를 측정하였다. 시편의 접착 실패 양상을 확대경(X8, S300 II, Tokyo, Kinzoku, Japan)으로 관찰하여 시편으로부터 레진 시멘트가 깨끗하게 탈락되면 접착 파절(adhesive failure)로, 레진 시멘트나 시편 내에서 파절이 일어나면 응집 파절(cohesive failure), 접착 파절과 응집 파절이 혼합되어 나타나면 혼합 파절(mixed failure)로 구분하였다(Table 2, Fig. 3).

Table 2. Abbreviations of tested groups in this study

Group	Adherend material	Primer
N-MP	noble metal alloy	Metal primer II
N-Plus	noble metal alloy	Monobond plus
B-AP	base metal alloy	Alloy primer
B-Plus	base metal alloy	Monobond plus
Z-AP	zirconia	Alloy primer
Z-Plus	zirconia	Monobond plus
E-MS	glass ceramic	Monobond-S
E-Plus	glass ceramic	Monobond plus

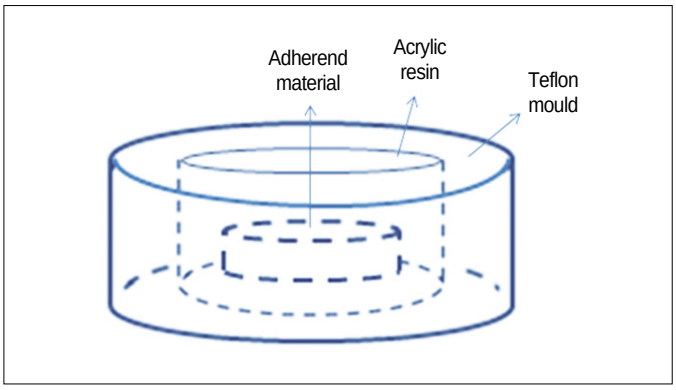

Fig. 1. Illustration of embedding specimen in the acrylic resin.

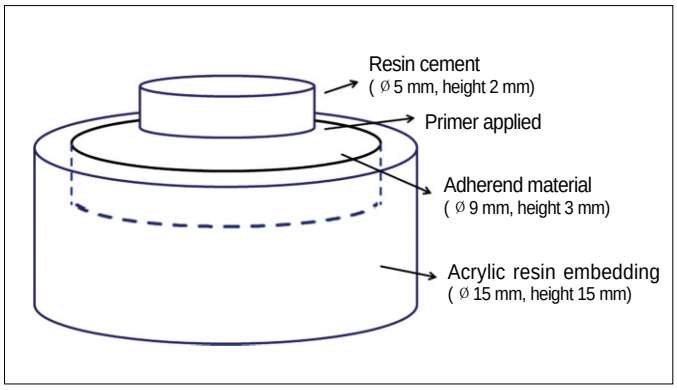

Fig. 2. Illustration of bonded specimen.

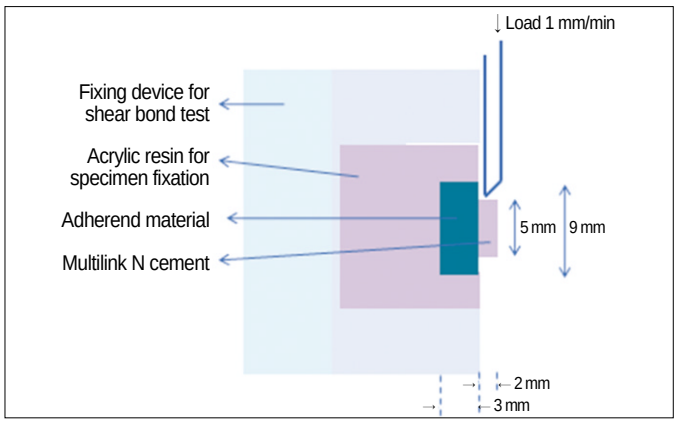

Fig. 3. Cross-sectional illustration of shear bond strength test.

5. 통계 분석

다용도 프라이머를 사용했을 때 기존 프라이머와 비교하여 전단 결합 강도의 차이가 있는지를 살펴보기 위하여 Shapiro-Wilk test를 통해 모집단의 분포에 대한 검정을 하였다. 그 결과에 따라 정규 분포를 따르는 경우 Two sample *t*-test를, 정규 분포를 따르지 않는 경우 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 본 연구의 분석은 모두 유의수준 α=0.05에서 검정하였으며 통계 처리는 SPSS 18 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 사용하였다.

결과

전단 결합 강도의 평균과 표준편차를 Table 3에 나타내었고 Fig. 4에 도표로 나타내었다. Shapiro-Wilk test 결과, 귀금속과 글라스 세라믹 군은 정규 분포를 따랐고 비귀금속과 지르코니아 군은 정규 분포를 따르지 않았다. Two sample *t*-test에 따르면 귀금속과 글라스 세라믹 군에서는 프라이머에 따른 접착 강도에 유의한 차이가 존재하지 않았다(P>.05). 비귀금속과 지르코니아 군의 경우, Mann-Whitney U test 결과, Alloy primer를 사용한 군의 전단 결합 강도가 Monobond plus를 사용한 군보다 유의하게 높았다(P<.05) (Table 4).

파절 양상을 살펴보면, 귀금속 시편인 N-MP군과 N-Plus군은 모두 접착 파절이 일어났다. 비귀금속과 지르코니아의 경우,

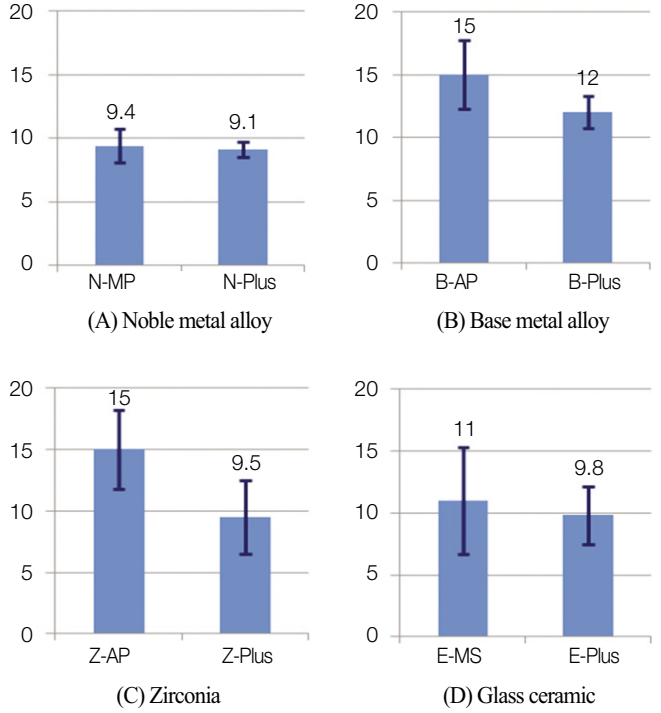

Fig. 4. Shear bond strength (MPa) between resin cement and restorative materials. *B: base metal alloy, E: glass ceramic, N: noble metal alloy, Z: zirconia, AP: Alloy primer, MP: Metal primer II, MS: Monobond-S, Plus: Monobond plus.

Alloy primer를 사용한 B-AP군과 Z-AP군에서는 혼합 파절이 주로 일어났고, Monobond plus를 사용한 B-Plus군과 Z-Plus군에서는 접착 파절과 혼합 파절이 같은 비율로 나타났다. 글라스 세라믹의 경우 주로 접착 파절이 일어났는데 Monobond plus를 사용하고 혼합 파절이 일어난 모든 시편에서 세라믹 일부가 파절된 양상을 관찰할 수 있었다(Table 5).

Table 4. Comparison of average shear bond strength

Group	Group	*P*-value
N-MP	N-Plus	.155
B-AP	B-Plus	.004
Z-AP	Z-Plus	.001
E-MS	E-Plus	.733

Two sample *t*-test (N-MP/N-Plus, E-MS/E-plus)
Mann-Whitney U test (B-AP/B-Plus, Z-AP/Z-Plus) (α=0.05)

Table 3. Mean and standard deviation of shear bond strength

Group	Mean (MPa)	Standard deviation
N-MP	9.4	1.3
N-Plus	9.1	0.6
B-AP	15	2.7
B-Plus	12	1.3
Z-AP	15	3.2
Z-Plus	9.5	3
E-MS	11	4.3
E-Plus	9.8	2.3

Table 5. The number of each fracture type in each group

Group	Cohesive	Adhesive	Mixed
N-MP	0	0	8
N-Plus	0	0	8
B-AP	0	8	2
B-Plus	0	5	5
Z-AP	0	7	3
Z-Plus	0	5	5
E-MS	0	1	9
E-Plus	0	4	6

고찰

본 연구에서는 새로 출시된 실란과 phosphoric acid methacrylate monomer를 포함하는 프라이머(Monobond plus)가 여러 종류의 수복물에 대해서 기존의 프라이머와 비슷한 정도로 접착 강도를 개선시킬 수 있는지를 비교, 평가하고자 하였다. 연구 결과, 귀금속과 글라스 세라믹에서는 기존 프라이머를 사용했을 때와 유사한 접착 강도를 가지지만 비귀금속과 지르코니아의 경우에는 기존 프라이머(Alloy primer)를 사용한 군의 전단 결합 강도가 다용도 프라이머를 사용했을 때보다 유의하게 높았다.

레진 시멘트는 압축 강도와 파괴 인성이 높고 보철물의 유지력 뿐 아니라 파절 저항성과 변연 적합도를 개선시키는 것으로 알려져 있다.[1,2] 이러한 레진 시멘트의 장점 때문에 보철물과 레진 시멘트간의 결합을 증가시키기 위한 다양한 시도가 이루어졌다. 보철물과 레진 시멘트간의 접착 강도는 탈회된 법랑질과 레진 시멘트 사이의 접착 강도보다 크지만 실제 임상에서는 수복물 표면의 적절한 전처리, 온도 변화와 같은 구강 내 환경 요인에 영향을 받아 레진과 수복물 사이의 탈락이 보고되고 있다.[13,14] 레진 시멘트와 보철물 간의 접착 강도를 증가시키기 위한 방법 중 수복물 내면에 프라이머를 도포하는 방법은 보철물의 재료에 작용할 수 있는 성분이 달라 수복물의 종류에 따라 다른 프라이머를 사용해야 한다.

금속 수복물에서 레진 시멘트의 사용은 유지력이 약한 레진 접착 보철물이나 지대치의 기계적인 유지력이 낮은 경우에 추천될 수 있다. 24도 경사의 지대치를 접착성 레진 시멘트로 합착하는 것이 6도 경사의 지대치를 기성 시멘트로 합착하는 것보다 높은 유지력을 가진다고 하였다.[1] 귀금속의 경우 레진 시멘트와 화학적 친화성이 낮기 때문에 접착력을 높이기 위해 다양한 방법이 시도되었다. 귀금속에 대한 프라이머는 황(sulfur)을 포함하는 monomer로서, 치과 귀금속에 흔히 사용되는 구리(Cu)와 은(Ag)에 강한 결합을 할 수 있어 귀금속과 레진 사이 접착력을 개선시킨다는 보고가 있다.[15] 황을 포함하는 monomer로는 thiophosphate ester-containing monomer인 methacryloyloxyalkyl thiophosphate derivatives (MEPS)나 thiol-containing monomer인 VBATDT 등이 있는데 이번 실험에서 사용한 Metal primer II는 MEPS를, Monobond plus는 sulfide methacrylate를 포함한다. 두 프라이머를 사용한 그룹의 전단 결합 강도는 유의차가 없었고 모두 접착 파절 양상을 보였다. 이번 실험 결과에 따르면, 다용도 프라이머(Monobond plus)는 귀금속을 위한 프라이머로서 기능할 수 있을 것으로 생각된다.

이 때, 실험에서 사용한 귀금속이 프라이머의 영향을 받아 접착 강도가 개선되었는지에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다. 금속의 조성은 접착 강도에 영향을 미칠 수 있고,[16] 이번 실험에 사용된 귀금속은 도재 소성용으로 팔라디움(Pd)이 39.40% 포함되어 있는데 현재까지의 연구 결과에서, VBATDT monomer가 Pd과 결합하는지에 대해서는 아직 논쟁의 여지가 있기 때문이다.[13]

글라스 세라믹의 경우, 굽힘 강도가 낮고 취성이 있어 레진 시멘트를 사용함으로써 보철물의 파절 강도를 높이고[5] 수명도 늘릴 수 있다.[17] 글라스 세라믹 수복물과 레진 사이의 접착 강도를 높이기 위해 5 - 9.5% 불산으로 도재 표면을 산부식하고 실란 처리를 하는 것이 효과적이라고 알려져 있다.[7-10] 2.5 - 10%의 불산 용액으로 0.5 - 3분 동안 도재 표면을 부식시키면 유리 기질과 선택적으로 반응하면서 표면적이 넓어져서 접착에 적절한 표면을 얻을 수 있고[18] 실란은 도재의 표면 장력을 낮추고 젖음성을 증가시켜 표면 에너지를 높임으로써 접착을 개선시킨다.[19] 본 연구에서는 silane coupling agent로 3-methacryloyloxyprophyl trimethoxysilane (MPS)이 포함된 Monobond-S와 Monobond plus를 사용하였다. 실험 결과, 프라이머에 따른 접착 강도의 유의한 차이는 없었다. 다용도 프라이머(Monobond plus)는 3-MPS 뿐 아니라 phosphoric acid와 sulfide methacrylate도 포함하고 있지만 이 실험 결과에 따르면 Monobond-S와 비슷한 정도로 silane coupling agent로서 기능을 한다.

파절 양상을 살펴보면 E-MS군이 거의 접착 파절인 것에 비해, E-Plus군은 4개의 시편에서 도재 부위의 파절을 동반한 혼합 파절 양상을 보였다. 이를 통해 접착 강도의 통계학적인 유의차는 없었지만 Monobond-plus가 Monobond-S에 비해 좀 더 안정적인 접착을 이루게 한다고 추측해볼 수 있다.

비귀금속과 지르코니아를 이용한 실험에서는 Alloy primer를 사용한 그룹이 Monobond plus보다 접착 강도가 더 높게 나타났고 파절 양상 또한 주로 혼합 파절을 보였다. Monobond plus가 Alloy primer에 비해 더 낮은 접착 강도를 보이는 이유로 두 가지를 생각해 볼 수 있다. 다용도 프라이머가 silane을 포함함으로써 phosphate monomer의 기능이 저하되었을 가능성이 있다. 또는 silane의 포함 유무와 상관없이 phosphate monomer가 비귀금속이나 지르코니아에 대한 프라이머로서의 기능이 10-MDP에 비해 떨어지는 것일 수도 있다.

10-MDP의 phosphate ester group은 산화된 금속 표면이나 지르코니아와 같은 도재에 직접 결합하여 가수분해에 안정적인 접착을 이루는 것으로 알려져 있다.[3] Kern 등[20]에 따르면, air-abrasion한 지르코니아 원반 디스크를 Metal/Zirconia primer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Alloy primer와 Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan)로 각각 처리한 후 artificial aging을 하고 인장 결합 강도를 측정한 결과, 10-MDP를 포함하는 Alloy primer와 Clearfil Ceramic Primer을 사용한 경우가 phosphoric acid acrylate monomer를 포함하는 Metal/Zirconia primer보다 더 높은 접착 강도를 보였다. 또한 10-MDP를 포함하는 primer resin (Clearfil SE Bond Primer, Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan)와 bonding resin (Clearfil SE Bond Bond, Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan), 레진 시멘트(Panavia Ex and Panavia 21 Ex; Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan)를 사용할 때 지르코니아 도재와 레진 간의 안정적인 결합을 얻을 수 있다고 보고되고 있다.[21] 따라서 이번 실험의 결과는 여러 monomer가 다용도 프라이머에 포함되어 나타난 결과라기보다 10-MDP monomer가 phosphoric acid methacrylate monomer

에 비해 더 강하고 안정적인 접착을 이루기 때문이라고 추측할 수 있다. 따라서 phosphate monomer 대신 10-MDP를 실란과 혼합한 다용도 프라이머(Clearfil Ceramic Primer, Kuraray Co., Ltd., Kurashiki, Japan)에 대해서도 이번 연구와 같은 실험이 필요할 것이라 생각된다.

결론

이번 연구는 귀금속, 비귀금속, 글라스 세라믹과 지르코니아 모두에서, 실란과 phosphate monomer를 포함하는 다용도 프라이머가 레진 시멘트의 전단 결합 강도를 개선시키는지를 기존의 프라이머와 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실란과 phosphate monomer를 포함하는 프라이머 사용시, 귀금속과 글라스 세라믹에서는 기존 프라이머에서와 유사한 접착 강도 개선 효과를 보였다($P>.05$).
2. 다용도 프라이머를 비귀금속과 지르코니아 세라믹에 사용시, 10-MDP를 포함하는 프라이머에 비해 낮은 전단 결합 강도를 나타내었다($P<.05$).

따라서 실란과 Phosphate monomer를 포함하는 프라이머가 귀금속, 비귀금속, 글라스 세라믹과 지르코니아 세라믹 모두에 적용 가능하기 위해서는 비귀금속과 지르코니아 세라믹에서의 안정적 결합을 위한 개선이 필요할 것으로 사료된다. 이를 위해서는 실험에서 사용한 phosphate monomer가 실란과 혼합하기 전에도 10-MDP 포함 프라이머에 비해 기능이 떨어지는지, 실란과 혼합하는 과정에서 결합력이 저하된 것인지에 대한 실험이 추가적으로 필요할 것이다.

참고문헌

1. Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. J Prosthet Dent 2003;89:565-71.
2. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. J Prosthet Dent 1998;80:280-301.
3. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. Dent Mater 1998;14:64-71.
4. Watanabe I, Matsumura H, Atsuta M. Effect of two metal primers on adhesive bonding with type IV gold alloys. J Prosthet Dent 1995;73:299-303.
5. Scherrer SS, De Rijk WG, Belser UC. Fracture resistance of human enamel and three all-ceramic crown systems on extracted teeth. Int J Prosthodont 1996;9:580-5.
6. Bindl A, Lüthy H, Mörmann WH. Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. Dent Mater 2006;22:29-36.
7. Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. J Prosthet Dent 2003;89:479-88.
8. Roulet JF, Söderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. J Dent Res 1995;74:381-7.
9. Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. J Adhes Dent 2000;2:305-13.
10. Lu R, Harcourt JK, Tyas MJ, Alexander B. An investigation of the composite resin/porcelain interface. Aust Dent J 1992;37:12-9.
11. Jung JH, Jung SH, Cho HW, Kim YL. The influence of surface conditioning on the shear bond strength of self-adhesive resin cement to zirconia ceramics. J Korean Acad Prosthodont 2010;48:251-8.
12. Kim SJ, Lee KW, Han CH. Bonding between resin and ceramics. J Korean Acad Prosthodont 2007;45:159-68.
13. Olsson KG, Fürst B, Andersson B, Carlsson GE. A long-term retrospective and clinical follow-up study of In-Ceram Alumina FPDs. Int J Prosthodont 2003;16:150-6.
14. Pröbster L. Four year clinical study of glass-infiltrated, sintered alumina crowns. J Oral Rehabil 1996;23:147-51.
15. Okuya N, Minami H, Kurashige H, Murahara S, Suzuki S, Tanaka T. Effects of metal primers on bonding of adhesive resin cement to noble alloys for porcelain fusing. Dent Mater J 2010;29:177-87.
16. Antoniadou M, Kern M, Strub JR. Effect of a new metal primer on the bond strength between a resin cement and two high-noble alloys. J Prosthet Dent 2000;84:554-60.
17. Bindl A, Richter B, Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. Int J Prosthodont 2005;18:219-24.
18. Pisani-Proenca J, Erhardt MC, Valandro LF, Gutierrez-Aceves G, Bolanos-Carmona MV, Del Castillo-Salmeron R, Bottino MA. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. J Prosthet Dent 2006;96:412-7.
19. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. Dent Mater 2004;20:338-44.
20. Kern M, Barloi A, Yang B. Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding. J Dent Res 2009;88:817-22.
21. Heikkinen TT, Lassila LVJ, Matinlinna JP, Vallittu PK. Effect of Primers and Resins on The Shear Bond Strength of Resin Composite to Zirconia. SRX Dent 2010, Article ID 295137, 8 Pages. doi:10.3814/2010/295137

Effect of universal primer on shear bond strength between resin cement and restorative materials

Nahong Kim, DDS, **June-Sung Shim**, DDS, PhD, **Hong-Suk Moon**, DDS, PhD, **Keun-Woo Lee***, DDS, PhD

Department of Dentistry, Graduate School, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the difference in shear bonding strength between resin cements to dental materials when a universal primer (Monobond plus) was applied in place of a conventional primer. **Materials and methods:** Four groups of testing materials: gold alloy (Argedent Euro, n = 16), non precious metal (T-4, n = 20), zirconia (Cercon, n = 20) and glass ceramic (IPS e.max press, n = 20), were fabricated into discs, which were embedded in an acrylic resin matrix. The gold alloy specimens were airborne-particle abraded, 8 of the specimens were coated with Metal primer II, while the remaining 8 specimens were coated with Monobond plus. The non precious and zirconia specimen were airborne-particle abraded then, the control group received Alloy primer coating, while the other was coated with Monobond plus. Glass ceramic specimens were etched. 10 specimens were coated with Monobond-S and the remaining specimens were coated using Monobond plus. On top of the surface, Multilink N was polymerized in a disc shape. All of the specimens were thermal cycled before the shear bonding strength was measured. Statistical analysis was done with Two sample *t*-test or Mann-Whitney U test (α=.05). **Results:** There were no significant differences in bonding strength depending on the type of primer used in the gold alloy and glass ceramic groups (P>.05), however, the bonding strengths of resin cements to non precious metal and zirconia groups, were significantly higher when the alloy primer was used (P<.05). **Conclusion:** Within the limitations of this study, improvement of universal primers which can be applied to all types of restorations is recommended to precious metals and zirconia ceramics. But, the bond strengths of non precious metals and zirconia ceramics were significantly lower when compared to a 10-MDP primer. More research is needed to apply universal primers to all types of restorations. *(J Korean Acad Prosthodont 2012;50:112-8)*

Key words: Universal primer; Silane; Phosphate monomer; Resin cement; Shear bond strength

**Corresponding Author: Keun-Woo Lee*

Department of Dentistry, Graduate School, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Sedaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

+82 2 2228 3160: e-mail, udprostho@yuhs.ac

Article history

Received March 27, 2012 / Last Revision April 5, 2012 / Accepted April 16, 2012