Thermocycling이 첨상용 레진과 금속 의치상간의 전단결합강도에 미치는 영향

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

이 준 석

The Effects of Thermocycling on the Shear Bond Strength between Metal Denture Base and Relining Resin

Joon-seok, Lee

Dept. of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

Purpose: Recently, various metal primers have been developed, and these are known to increase the bond strength between metal and relining resin. In this study, the change in bond strength according to amount of thermocycling was evaluated.

Materials and Methods: In this study, 216 specimens were fabricated. Tokuyama Rebase II®(Tokuyama Corp., Japan) and Kooliner®(GC America Inc., Japan) as relining material, and MR. Bond®(Tokuyama Corp., Japan) and Alloy Primer®(Kuraray Medical Inc., Japan) as a metal primers were used. Using Ni-Cr and various metal surface treatment methods, resin was bonded and the change in bond strength during thermocycling was measured. The data was analyzed by one-way ANOVA,, t-test($p<.05$ level of significance).

Results: When comparing the groups with only sandblasting, rapid decrease in shear bond strength could be seen. In the groups using Tokuyama Rebase II®, with the exception of the 1000 and 2000 cycle groups, each group showed statistically significant decrease in shear bond strength($p<0.05$).

In comparison according to relining materials, Kooliner® showed higher shear bond strength than Tokuyama Rebase II® in all groups. In groups using MR bond®, Kooliner® had higher shear bond strength than Tokuyama Rebase II® but, there was no statistical significance($p<0.05$). In the other groups, Kooliner® showed significantly higher shear bond strength($p<0.05$).

There was significant difference between groups with sandblasting and metal primer treatments($p<0.05$). In comparison according to metal primer materials, Alloy primer® showed the highest shear bond strength but there was no statistical significance($p>0.05$).

According to the number of thermocycling cycles, when using Tokuyama Rebase II®, there were no significant differences between the 0, 1000 and 2000 cycle groups regardless of the type of metal primer. There were no differences between the 2000 and 3000 cycle groups. When using Kooliner®, regardless of the type of metal primer, there were no significant differences between the 0, 1000, 2000 and 3000 cycle groups($p>0.05$).

Conclusion: The use of metal primers showed increase in bond strength, and the stability after to thermocycling has been authenticated. Thus, the use of metal primers in relining and rebasing of metal frameworks is essential. But when selecting the material various physical properties should be considered.

Key words : Thermocycling, Sandblasting, MR.Bond®, Alloy Primer®, Shear bond strength

Thermocycling이 첨상용 레진과 금속 의치상간의 전단결합강도에 미치는 영향

단국대학교 치과대학 치과보철학교실

이 준 석

Ⅰ. 서 론

현대의학의 발전으로 우리 사회는 점차 고령화되고 있으며, 노인 인구층 증가에 따라 부분 또는 완전 무치악자 역시 증가되고 있다. 치과 임플랜트 술식으로 인해 많은 무치악자에서 고정성 보철물의 장착이 가능해졌지만, 여러 가지 이유로 인해 가철성 보철물은 아직도 매우 중요한 보철 술식의 하나이다.

잔존 치조제는 시간의 경과에 따라 점진적인 흡수가 일어나게 되고 이로 인해 의치와 지지조직간의 적합이 불량해짐으로써 교합의 변화 및 부조화를 야기하며 지지 점막에 궤양 및 동통이 발생되고, 의치의 유지 및 안정성이 저하되어 치조골의 흡수가 가속화되는 악순환이 거듭된다. 따라서 적절한 시기에 변화를 보상해 줄 수 있는 첨상 및 개상이 필수적이다[1].

첨상 방법으로는 기존의치를 이용하여 인상채득 후 기공실에서 의치상용 레진을 사용하는 간접법과, 구강내에서 첨상용 레진을 이용하여 직접 조직면을 수정하는 직접법이 있으며, 직접법은 간접법에 비해 여러 가지 단점들이 존재함에도 불구하고, 경제적이고 조작이 간편하며 의치를 빼놓고 있어야 하는 기간이 없다는 점 등으로 임상에서 선호된다[2].

의치상은 재료에 따라 레진 의치상과 금속 의치상으로 나눌 수 있다. 이들 중 레진 의치상은 심미성과 조작성이 우수하고, 첨상과 수리가 용이하며, 첨상레진과 높은 결합력을 가진다[3]. 레진 의치상에 비해 금속 의치상은 정확도가 우수하고 강도가 높으며, 이물감이 적다는 장점을 가짐에도 불구하고, 파절시 수리가 어렵고 첨상과 개상이 어렵다는 단점이 있다[3,4]. 이런 점들 때문에 금속의치상의 사용은 제한되어 왔으며, 특히 첨상레진과 금속 의치상의 불량한 결합강도는 계면에서 미세누출을 야기하여 타액 및 미생물의 침투와 식편의 저류, 변색, 악취, 레진의 균열 및 파절을 야기할 수 있다[5,6].

오래 전부터 금속과 레진간의 결합력을 향상시키기 위한 다양한 방법들이 소개되었다. 이것들은 크게 기계적 방법과 화학적 방법으로 구분된다. 기계적 방법으로는 loop, nail head, mesh 같은 유지 형태를 이용하는 방법[5]과 sandblasting[7], 화학적[8,9] 또는 전기화학적[10,11] 식각 등을 이용하여 금속 표면에 미세요철을 형성하는 방법이 있다. 화학적 방법으로는 금속 표면을 가열[12], tin plating[13], silicoating[14-16] 그리고 ion sputtering법[17]과 금속과 접착력을 갖는 레진 시멘트를 도포하는 방법[18] 등이 있으며 현재 다양한 성분의 금속 표면처리제가 개발되었다.

금속 표면처리제는 성분에 따라 carboxylic acid 유도체, phosphoric acid 유도체 그리고 thiophosphoric acid 유도체로 분류할 수 있으며[13], 이들은 금속과 레진간의 결합력을 증진시키는 것으로 보고되었다[19-23].

현재 임상에서는 레진과 금속간 결합력을 증진시키기 위한 다양한 금속 표면처리제가 사용되고 있으며, 도포시 비귀금속 의치상과 첨상용 레진간의 결합강도가 증가함을 보고하는 몇몇 연구가 있었다[24,25].

이번 연구에서는 금속 표면처리제 도포시 레진과 금속간의 결합력이 thermocycling 하에서 전단결합강도의 변화되는 양상을 연구하고자 하였다. 구강

내 환경은 비주기적으로 반복되는 수많은 온도변화와 하중, 음식물등이 유입되는 등 매우 열악한 환경이다. 그중에서도 온도변화에 대한 고려는 치과재료 물성 실험시 필수적이라 할 수 있다[31]. 몇몇 금속 표면처리제에 대한 논문에서 thermocycling 후에도 우수한 결합력을 보고하였으나 시행범위는 매우 제한적이었다. 이번 연구에서는 thermocycling 횟수를 달리하여 변화되는 강도의 양상을 확인해 보고자 하였다. Ni-Cr 합금을 이용하여 금속표면처리제를 도포한 후 첨상레진과 결합시킨 후 열순환 횟수의 변화를 주어 결합력의 변화양상을 관찰한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

금속 의치상 재료로는 Ticonium Premium 100 (Ticonium Co., CMP Industries Inc., U.S.A.)을 사용하였으며 첨상용 레진으로는 자가중합형 레진 Tokuyama Rebase II®(Tokuyama Corp., Japan) 과 Kooliner®(GC America Inc., Japan)를 사용하였다 (Table 1). 금속 표면처리제로는 MR. Bond® (Tokuyama Corp., Japan)와 Alloy Primer®(Kuraray Medical Inc., Japan)을 사용하였다(Table 2).

Table 1. Composition of relining resins in this study

Relining resin		Composition
Tokuyama Rebase II®	Powder	Polyethyl methacrylate(PEMA)
		Benzoyl peroxide
	Liquid	2-(Acetoacetoxy) ethyl methacrylate
		1,9-Nonanediol dimethacrylate
	Hardener	Sodium Sulfite
		Sodium Bicarbonate
KOOLINER®	Powder	Polyethyl methacrylate(PEMA)
		Benzoyl peroxide
		Silica, Crystalline-Quartz
	Liquid	Isobutyl methacrylate
		2,4-Dihydroxy Benzophenone

2. 연구 방법

1) 금속 원형 시편의 제작

지름 12mm, 두께 1.5mm의 아크릴릭 원판을 제작한 후, 고리 및 주입선을 왁스로 형성하여 매몰하고 고주파주조기를 이용하여 주조하였다. 주조된 시편(Fig. 1)을 아크릴릭 레진(Acryfix®, Struers, Germany)으로 포매하여 고정하고 600번 SiC 연마지를 이용해서 연마한 후, 50㎛의 Al_2O_3로 0.5MPa의 압력하에서 5mm의 거리를 유지하며 20초 동안 sandblasting (VarioJet®, Renfert USA Inc., U.S.A.)하였다. 그 후 시편을 증기세척하였고, 증류수에서 10분간 초음파세척 후 건조하였다. 이 후 모든 시편의 접착면적이 동일하도록 내경 5.5mm의 구멍이 있는 masking tape을 부착하였다.

2) 금속 표면의 처리

본 연구에서는 2가지의 첨상레진과 3가지의 표면처리방법, 4가지의 열순환처리를 조합하여 24개 실험군에 대하여 각 군당 9개씩, 총 216개의 시편을 제작하였다. Kooliner®(이하 K군) 또는 Tokuyama Rebase II®(이하 T군)를 적용하기 전 타이코늄 시편에 표면처리방법에 따라 sandblasting만 시행한 군(이하 S군), sandblasting 후 MR Bond®를 적용한 군(이하 M군), sandblasting 후 Alloy Primer®를 적용한 군(이하 A군)으로 분류하여 금속시편의 표면에 제조사의 지시에 따라 금속 표면처리제를 도포한 후 건조시켰다. 그 후 3mm 두께로 첨상 레진을 적용할 수 있도록 직경 6.5mm의 금속 링을 제작하여 표면처리된 금속시편에 위치시키고 첨상레진을 제조사

Table 2. Composition of metal primers in this study

Metal primer		Compositon
MR BOND®	Liquid	11-methacryloyloxyundecan-1, 1-dicarboxylic acid
ALLOYPRIMER®	Liquid	10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate



Fig. 1. Ticonium disk.



Fig. 2. Bonded specimens



Fig. 3. Thermocycling machine

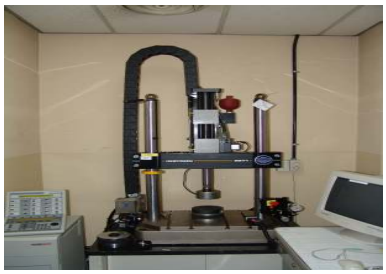

Fig. 4. Series IX Automated Material Testing System

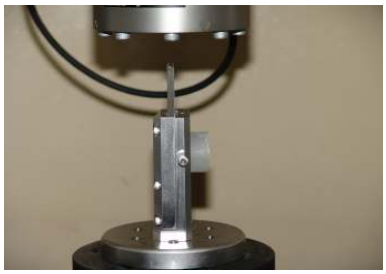

Fig. 5. Testing of shear bond strength.

의 지시에 따라 혼합하여 적용하고 경화시켰으며, 완성된 시편(Fig. 2)들은 24시간동안 실온의 증류수에 보관하였다. 그 후 0회(이하 N군), 1000회(이하 1군), 2000회(이하 2군), 3000회(이하 3군) thermocycling을 시행하였으며(Fig. 3), 결합강도 검사 전까지는 37℃ 증류수에 보관하였다.

3) 전단결합강도의 측정

금속과 첨상레진의 계면에 평행하게 전단하중을 가할 수 있도록 시편의 기저부를 고정할 수 있는 metal jig를 제작하여 시편을 Series IX Automated Material Testing System(Instron Corp. U.S.A., Fig. 4)에 위치시킨 후, 1mm/min의 cross-head speed로 전단결합강도를 측정하였다(Fig. 5). 측정된 전단결합강도는 자동적으로 전산화되어 컴퓨터에 저장되었다. Fig. 6은 만능시험기에 metal jig로 시편을 고정하여 전단결합강도를 측정하는 모식도이다.

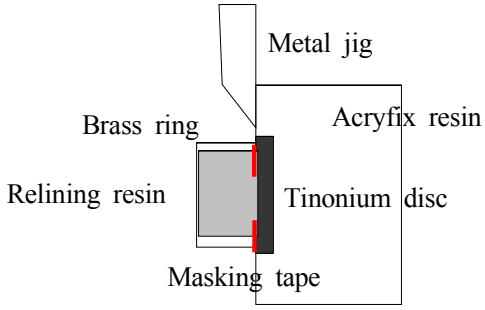

Fig. 6. Cross-sectional diagram of specimen placed in the testing machine for shear bond strength test.

4) 통계처리

측정한 전단결합강도 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 SPSS V. 12.0 for win(SPSS Inc., U.S.A.)를 사용하였다. 각 측정값들이 정규분포를 이루는지 검사하기 위하여 K-S test(Koimogorov-Smirnov Goodness of fit test)를 시행하였고, independent t-test, one-way ANOVA test, multiple range test(Scheffe test)를 통하여 유의성을 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 각 군의 전단결합강도 측정 결과

각 군의 평균과 표준편차는 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Mean and standard deviation of shear bond strength of each group (unit : MPa)

Thermo.	Relining resin	Surface treatment		Mean	SD
None	Tokuso Rebase II	Sandblasting	NTS	12.18	4.93
		MR BOND	NTM	23.16	1.46
		ALLOYPRIMER	NTA	24.76	2.49
	KOOLINER	Sandblasting	NKS	15.79	5.93
		MR BOND	NKM	28.47	2.50
		ALLOYPRIMER	NKA	29.74	1.67
1000	Tokuso Rebase II	Sandblasting	1TS	10.62	1.28
		MR BOND	1TM	22.45	2.62
		ALLOYPRIMER	1TA	24.17	1.53
	KOOLINER	Sandblasting	1KS	12.72	4.71
		MR BOND	1KM	28.27	2.30
		ALLOYPRIMER	1KA	29.41	1.40
2000	Tokuso Rebase II	Sandblasting	2TS	9.76	5.17
		MR BOND	2TM	22.04	1.32
		ALLOYPRIMER	2TA	23.54	3.44
	KOOLINER	Sandblasting	2KS	10.93	4.04
		MR BOND	2KM	27.72	2.62
		ALLOYPRIMER	2KA	29.27	1.60
3000	Tokuso Rebase II	Sandblasting	3TS	8.19	4.88
		MR BOND	3TM	20.42	4.61
		ALLOYPRIMER	3TA	21.97	2.14
	KOOLINER	Sandblasting	3KS	8.92	3.58
		MR BOND	3KM	26.55	2.25
		ALLOYPRIMER	3KA	28.70	2.59

2. 첨상제의 종류에 따른 전단결합강도의 비교

첨상제 종류에 따른 전단결합강도의 비교에서 모든 군에서 Kooliner®가 Tokuyama Rebase II®보다 다소 높게 나타났다.

MR bond®를 도포한 군에서는 Kooliner®와 Tokuyama Rebase II®군 간에 유의차는 없었지만($p>0.05$), Kooliner®가 더 높게 나타났으며, 다른 군에서는 t-test 결과, Kooliner®가 유의성 있게 높은 전단결합강도를 보였다($p<0.05$).

3. Thermocycling시 표면처리방법에 따른 전단결합강도의 비교

Sandblasting만 시행한 군을 비교했을 때, 레진 종류에 상관없이 thermocycling 횟수의 증가에 따라 전단결합강도의 감소를 보였으며, Tokuyama Rebase II®를 사용한 군 중, 1000회와 2000회 간에는 유의한 차이가 없었으나, 다른 모든 실험군에서 전단강도의 유의한 감소를 보였다($p<0.05$).

또한 thermocycling 횟수에 관계없이 모든 실험군에서 sandblasting처리한 군과 금속 표면처리제를 도포한 군간에 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 금속 표면처리제간의 비교시에는 통계적 유의차가 있지는 않았으나 3000회 시행시 두 금속 표면처리제 간에도 유의한 차이가 존재했다. 3000회 시행시 Tokuyama Rebase II® 군과 Kooliner® 군 모두에서 Alloy primer®가 높게 나왔으며 유의성 있게 높은 결과를 보였다($p<0.05$, Table 4).

Table 4. Results of multiple range test(Scheffe) for shear bond strength in Tokuyama Rebase II® and Kooliner®group in 3000 cycle

Surface tx.	Sandblasting	MR bond®	Alloy primer®
Sandblasting			
MR bond®	*		
Alloy primer®	*	*	

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

Table 5. Results of multiple range test (Scheffe)for shear bond strength in TM group & TA group

Thermocycling No.	None	1000	2000	3000
None				
1000				
2000				
3000	*	*		

* denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level

4. 표면처리제 도포시 thermocycling에 대한 첨상용 레진간 전단결합강도의 변화

Tokuyama Rebase II®를 도포한 경우, 금속면처리제 종류에 상관없이 0회, 1000회, 2000회간에 유의한 차이가 없었으며, 2000회와 3000회 간에도 유의한 차이를 나타내지 않았다. 0 ~ 1000회와 3000회 시행 군 간에는 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$, Table 5).

Kooliner®를 사용한 경우 금속표면처리제 종류에 관계없이 시행횟수에 따라 미세한 강도의 변화는 보였지만 0회, 1000회, 2000회, 3000회 모든 군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$)

Ⅳ. 총괄 및 고안

Sandblasting은 표면적을 증가시키고 표면을 화학적으로 활성화하며, 금속표면의 불순물을 제거함으로써 레진의 젖음성을 증진시키며 금속면의 거칠기를 증가시켜 기계적인 결합을 증가시킨다[25]. 또한 최 와 방[26]은 금속면 처리방법에 따른 레진과 금속간의 접착강도에 관한 연구에서 50㎛과 250㎛의 입자를 사용하여 sandblasting 하였을 경우 결합력간 유의한 차이가 없음을 보고하여 다른 기계적 방법에 비해 조작 용이성 및 결합력 면에서 우수한 것으로 알려져 있다. 하지만, Matsumura 등[28,29]은 sandblasting 초기에는 비교적 결합강도가 높으나 thermocycling 후 현저히 감소되는 것을 보고하였으며, 본 연구에도 sandblasting만 시행한 군을 보면, thermocycling 횟수가 증가될 수록 급격한 감소를 보였다. 이것은 화학적인 결합력의 결여에 인한 것으로 보이며, 모든 군에서 금속 표면처리제를 도포한 군과도 유의성 있는 차이를 보인 바, 금속과 첨상용 레진을 결합시킬 경우 금속 표면처리제를 반드시 도포해야만 할 것이다.

금속 표면처리제는 carboxylic acid 유도체, phosphoric acid 유도체, thiophosphoric acid 유도체로 분류된다[30]. 본 연구에서 사용된 MR. bond® (Tokuyama Corp., Japan)는 MAC-10(11-methacryloyloxyundecan-1,1-dicarboxylic acid) 성분으로 구성되며, Alloy primer®(Kuraray Medical Inc., Japan)는 MDP(10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) 성분으로 구성되어 있다. 그밖에 4-META 계열의 접착성 시멘트를 사용하기도 하는데, Matsumura 등[29]은 4-META 계열의 레진 시멘트를 도포시 다른 군에 비하여 우수한 결합강도를 보고하였고, 그 밖의 많은 연구에서 4-META계열의 접착성 레진 시멘트를 사용했을 때 금속과 레진간의 결합력이 우수함을 나타내며 thermocycling 시에도 가장 우수한 결합력을 보고하는 논문도 있다. 하지만 본 연구에서는 첨상레진이 금속 주연결 장치에 첨상되는 두께는 매우 얇고, 레진 시멘트를 사용할 경우 레진간의 혼합이 일어나거나 첨상 레진이 도포되지 못하는 양상으로 나타날 수 있다는 점을 고려하여, 임상적 의미가 없는 것으로 판단하여 본 연구에서는 포함되지 않았다. 이러한 표면처리제가 함유하고 있는 기능성 단량체들은 비귀금속 합금의 표면에 형성된 크롬 산화막과 친화성을 갖는다.

Yoshida 등[22], 김 등[25]은 MAC-10, MDP, MEPS을 주성분으로 하는 금속 표면처리제를 도포후 thermocycling을 한 결과 MDP 성분에서 더 우수한 결과를 나타내었다고 보고하였다.

본 연구에서도 Alloy primer®가 좀 더 높은 전단결합강도를 나타내는 것으로 나타났으나 thermocycling을 3000회 시행한 군을 제외하고는 유의차를 나타내진 않았다. 이번 연구의 결과만으로 MDP 성분이 MAC-10 성분에 비해 더 우수하다고 볼 수는 없으며 다른 물성에 대한 검증이 필요하겠지만 임상에서 적용시 고려될 수 있을 것으로 보인다.

Thermocycling은 구강내 조건과 유사하게 온도범위, 계류시간 등을 재현함으로써 온도 변화및 계류시간에 따른 결합계면의 미세누출, 결합강도 변화 등을 평가하는 방법이며[31], Fraser가 1929년에 온도 변화의 중요성을 강조한 이래, 구강내 환경과 유사한 조건을 알아보는 수 많은 연구들이 있었다. Nelson 등[32]은 구강내 온도범위가 9℃~52℃라고 하였고, Peterson 등[33]은 15℃~45℃이며 15초 후에 수복물의 내면에 온도의 변화가 감지된다고 하였으며, Moody 등[34]은 레진의 결합강도에 관한 연구에서 최소한 1000회 이상의 열변환시 강도의 변화가 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 한국인의 식습관을 고려하여 온도범위를 5℃~55℃로, 계류시간은 15초로 하였다. thermocycling 횟수는 첨상용 레진에 대한 적절한 기준이 없어 Moody의 주장에 따라 1000회를 기준으로 하여 0회, 1000회, 2000회, 3000회로 하였다.

본 연구의 결과로 보면 금속표면 처리제의 도포시, thermocycling 횟수가 증가됨에 따라 전단결합강도의 감소를 보였지만, Tokuyama Rebase II®군에서 2000회 까지는 유의한 전단강도의 차이를 발견할 수 없었으며, Kooliner®군에서는 0에서 3000회 사이에도 유의한 강도 저하를 나타내지 않았다. 이는 향후 온도변화에 대한 연구시 적용할 수 있을 것으로 보인다.

또한 본 연구 결과로 보면 Kooliner®가 Tokuyama Rebase II®에 비해 우수한 전단결합강도를 보이는 것으로 나타났다. 하지만 Kooliner®가 더 우수한 것이라고 보기에는 의문시 된다. 제조사의 지시에 따른 혼합시 Kooliner®가 Tokuyama Rebase II®에 비해 훨씬 더 좋은 흐름성을 보였으며, 이로 인한 결합과정에서의 유리함 때문에 결합력이 증가되었을 가능성도 있으며, 경화시 성상 및 표면 활택도를 볼 때 Tokuyama Rebase II®가 훨씬 더 우수한 양상을 나타냈다. 그러므로 임상적인 적용시에는 다른 여러 가지 물성을 종합하여 선택하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

이상의 연구결과를 종합해보면, 금속 의치상 첨상시 금속 표면처리제를 도포함으로써 첨상레진과 금속의치상과의 결합력을 향상시킬 수 있으며, 열변환 처리 결과를 보아 구강내 환경의 온도변화에 대하여 결합력은 상당기간 유지가 되는 것으로 보인다. 다만 구강내 환경이 온도변화만 있는 것은 아니므로 향후 다른 조건하에서 이루어지는 연구들과 비교 분석이 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

금속 의치상의 첨상시 가장 큰 문제점은 금속과 이장재료간의 접착 실패이며, 금속 표면처리제에 의해 우수한 결합강도가 성취되었지만 구강내에서 얼마나 강도를 유지할 수 있느냐는 아직 의문시되고 있다.

본 실험에서는 타이코늄을 이용하여 금속시편을 제작한 후 표면처리제로는 MR bond®(Tokuyama Corp., Japan)와 Alloy Primer®(Kuraray Medical Inc., Japan)를, 첨상용 레진으로는 Kooliner®(GC America Inc., U.S.A.)와 Tokuyama Rebase II®(Tokuyama Corp., Japan)를 사용하여 시편을 제작한 후 각각 다른 횟수의 thermocycling을 시행하여 결합강도를 측정하였고, 각 군에서 측정된 값들은 independent t-test, one-way ANOVA test, multiple range test (Scheffe test)를 통하여 각 인자들간의 유의성을 분석하였다.

1. Sandblasting만 시행한 군들을 비교했을 때, thermocycling 횟수의 증가에 따라 급속한 전단결합강도의 감소를 보였으며, Tokuyama Rebase II® 를 사용한 군 중, 1000회와 2000회간을 제외하고는 다른 모든 실험군에서 전단강도의 유의한 감소를 보였다($p<0.05$).
2. 첨상제 종류에 따른 비교시 모든 군에서 Kooliner®가 Tokuyama Rebase II®보다 높게 나타났다.

MR bond®를 도포한 군에서는 Kooliner®와 Tokuyama Rebase II®군간에 유의차는 없었지만 ($p>0.05$), Kooliner®가 더 높게 나타났으며, 다른 군에서는 Kooliner®가 유의성있게 높은 전단결합강도를 보였다($p<0.05$).

3. Thermocycling 횟수에 관계없이 모든 실험군에서 sandblasting처리한 군과 금속 표면처리제를 도포한 군간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).
4. 금속 표면처리제간의 비교시 Alloy primer®가 더 높은 전단결합강도를 나타냈으나 통계적인 유의성은 없었다($p>0.05$).
5. Thermocycling에 따른 결합강도 비교시, Tokuyama Rebase II®를 도포한 경우, 금속면처리제 종류에 상관없이 0회, 1000회, 2000회간에 유의한 차이가 없었으며, 2000회와 3000회 간에도 유의한 차이를 나타내지 않았다. Kooliner®를 사용한 경우 금속표면처리제 종류에 관계없이 0회, 1000회, 2000회, 3000회 모든 군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$)

이상의 결과에서 금속 표면처리제를 도포하는 것이 전단결합강도를 증가시키고, 강도 유지에 관한 구강내 안정성도 일정부분 확립된 바, 금속 의치상을 첨상할 시에는 금속 표면처리제의 도포가 필수적임을 알 수 있다. 다만, 재료의 선택시에는 온도변화 외에 다른 물성들도 고려해야 하며, 향후 반복하중시 영향에 대한 연구 및 안정성에 대한 더 장기간의 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Zarb GA, Bolender CL, Hickey JC, Carlsson GE. Boucher's Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients. 10th ed. CV Mosby. 1990. p577-586
2. Jeong CM. Atlas of Chairside Relining Technique. Shinhung International Inc. 2001. p13-22
3. Renner RP, Boucher LJ, Removable Partial Dentures. Quintessence Publishing Co. Inc., 1987. p108-110
4. McGivney GP, Castleberry DJ. McCraken's Removable Partial Prosthodontics. 9th ed. CV Mosby. 1995. p141-144
5. NaBadalung DP, Powers JM, Connelly ME. Comparison of bond strength of three denture base resins to treated nickel-chromium-beryllium alloy. J Prosthet Dent 1998;80:354-361
6. Jacobson TE, Chang JC, Keri PP, Watanabe LG. Bond strength of 4-META acrylic resin denture base to cobalt chromium alloy. J Prosthet Dent 1988;60:570-576
7. Tanaka T, Fujiyama E, Shimizu H et al. Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1986;55:456-462.
8. Livaditis GJ. A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. J Prosthet Dent 1986;56:181-188.
9. Krueger GE, Diaz-Arnold, Aquilino SA, Scandrett FR. A comparison of electrolytic and chemical etch systems on the resin-to-metal tensile bond strength. J Prosthet Dent 1990;64:610-617.
10. Zurasky JE, Duke ES. Improved adhesion of denture acrylic resins to base metal alloys. J Prosthet Dent 1987;57:520-524.
11. Livaditis GJ, Thompson VP. Etched castings: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. J Prosthet Dent 1982;47:52-58.
12. Tanaka T, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. Surface treatment of gold alloys for adhesion. J Prosthet Dent 1988;60:271-279.
13. Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. J Dent Res 1988;67:479-483.
14. Hero H, Ruyter IE, Waarli ML, Hultquist G. Adhesion of Resins to Ag-Pd Alloys by Means of the Silicoating Technique. J Dent Res 1987;66:1380-1385.
15. Laufer BZ, Nicholls JI, Townsend JD. SiOx-C Coating: A composite-to-metal bonding mechanism. J Prosthet Dent 1988;60:
320-327.
16. Munsil R, Tiller HJ. The adhesion of dental resins to metal surfaces. The silicoater technique, 1th ed., Kulzer & Co. GmbH, Wehrheim, 1984.p1-5.
17. Tanaka T, Hirano M, Kawahara M et al. A New Ion-coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. J Dent Res 1988;67:1376-1380.
18. Matsumura H, Kawahara M, Tanaka T, Atsuta M. Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. J Prosthet Dent 1991;66:10-15.
19. 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.

20. Matsumura H, Shimoe S, Nagano K, Atsuta M. Effect of noble metal conditioners on bonding between prosthetic composite material and silver-palladium-coppergold alloy. J Prosthet Dent 1999;81:710-714.
21. Matsumura H, Tanaka T, Taira Y, Atsuta M. Bonding of a cobalt-chromium alloy with acidic primers and tri-n-butylborane-initiated luting agents. J Prosthet Dent 1996;76:194-199.
22. Yoshida K, Taira Y, Sawase T, Atsuta M. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobaltchromium alloy. J Prosthet Dent 1997;77:617-620.
23. Ohkubo C, Watanabe I, Hosoi T, Okabe T. Shear bond strengths of polymethyl methacrylate to cast titanium and cobaltchromium frameworks using five metal primers. J Prosthet Dent 2000;83:50-57.
24. Lee JS, Lim JH, Cho IH. A study on the tensile strength between metal denture base and relining materials. J Korean Acad Prosthodont 2000;38:1-11.
25. Kim YI, Jeong CM, Jeon YC. Effects of metal surface treatment on the shear bond strength between Ni-Cr denture base and reline resins. J Korean Acad Prosthodont 2002;40:396-404.
26. Choi NJ, Vang MS. The effects of metal surface treatment on bond strength between resin and metal interface of resin veneered crown. J Korean Acad Prosthodont. 1994; 32(4): 471-493.
27. Yim HS, Heo SJ, Cho IH. Comparison of retentive force of repair resin by various surface treatment methods in the repair of fractured porcelain fused to metal crown. J Korean Acad Prosthodont. 1992; 30(1).
28. Matsumura H, Shimoe S, Nagano K, Atsuta M. Surface preparations for metal frameworks of composite resin veneered prostheses made with an adhesive opaque resin. J Prosthet Dent 1991;66:10-15.
29. Matsumura H, Tanaka T, Taira Y, Atsuta M. Bonding of a cobalt-chromium alloy with acidic primers and tri-n-butylborane-initiated luting agent. J Prosthet Dent 1996;76:194-199.
30. TairaY, Yoshida K, Matsumura H, Atsuta M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding proshodontic luting materials to titanium. J Prosthet Dent 1998;79: 384-388.
31. Lee SY, Vang MS. The effects of thermocycling on the and strength between cobalt-chromium alloy and denture base resin. J Korean Acad Prosthodont. 2000; 38(1): 38-49.
32. Nelson RJ, Wolcott RB, Paffenarger GC. Fluid exchange at the margin of dental restorations. J Am Dent Assoc 1952;44:288-295
33. Peterson EA, Philips RW, Swartz ML. A comparison of the physical properties of four restorative resins. J Am Dent Assoc 1966;73:1324-1336
34. Moody CR, Dewald JP, Ferracane JL. Comparative study of luting agent with composite resin cores. J Prosthet Dent 1989;62:527-529
35. Arena CA, Evans DB, Hilton TJ. A comparison of bond strengths among chairside hard reline materials. J Prosthet Dent. 1993 Aug; 70(2): 126-131
36. Barkmeier WW, Latta MA. Laboratory evaluation of a metal-priming agent for adhesive bonding. Quintessence Int. 2000 Nov-Dec; 31(10): 749-752.
37. Ishijima T, Caputo AA, Mito R. Adhesion of resin to casting alloys. J Prosthet Dent. 1992 Apr; 67(4): 445-449
38. Ryu YR, Lim JH, Cho IH. A study on the shear bond strength between nonprecious metal surface and resin cement according to the various surface treatment methods. J Korean Acad Prosthodont. 2001; 39(2): 157-170

Reprint request to: Dr. Joon-seok Lee, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University 7-1, Shinbu-dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea joon322@dankook.ac.kr