타이타니움 의치상에 대한 다양한 금속표면처리제의 적용이 첨상레진과의 결합강도에 미치는 영향

단국대학교 치과대학 보철학교실

은준영·조인호·이종혁

Ⅰ. 서 론

의치상은 재료에 따라 레진 의치상과 금속 의치상으로 나눌 수 있다. 이들 중 레진 의치상은 심미성과 조작성이 우수하고, 첨상과 수리가 용이하며, 첨상레진과 높은 결합력을 가진다. 레진 의치상에 비해 금속 의치상은 정확도와 강도가 높으며, 이물감이 적다는 장점을 가짐에도 불구하고, 파절시 수리가 어렵고 첨상과 개상이 어렵다는 단점이 있다.

금속 의치상 재료로는 코발트-크롬 합금, 니켈-크롬 합금 등이 많이 사용되어져 왔으며, 최근에는 타이타니움 합금의 사용이 점차 증가되고 있다.[1] 타이타니움은 금보다 1/4정도, 코발트-크롬 합금보다는 1/2정도 가볍고, 생체친화성이 우수하다. 그리고 전기 화학적 부식 저항성과 강도가 높으며, 탄성율도 금합금과 비슷하여 국소의치 금속구조물이나 의치상 재료로 사용될 수 있다. 레진 의치상과 비교했을 때도 타이타니움 의치상은 부피가 작고, 가벼우며, 또 저항성과 체적안정성이 뛰어나고, 적합도와 생체적합성이 우수하다는 장점이 있다.[2] 주조수복물이나 의치상 제작을 위한 타이타니움의 이용은 새로운 주조기계와 매몰재의 발달과 함께 꾸준히 증가되어져 왔다. 2000년 Silva 등[2]은 타이타니움 의치상 총의치와 레진상 총의치의 적응과 유지, 점막반응에 대한 비교 연구에서 둘 사이에 유의한 차이가 없다고 하였으나 대합치가 자연치인 경우처럼 심한 기계적인 자극을 받거나 다른 재료에 과민반응을 보일 경우 타이타니움 의치상이 적합하다고 하였다.

그러나 의치상의 종류와는 관계없이 의치는 사용기간에 따라 점진적인 잔존치조제의 골 흡수가 발생하기 때문에 의치와 지지조직간의 적합이 불량해지게 되며, 의치의 유지와 안정이 손상되어, 지지조직에 외상성 자극을 지속적으로 가하게 되는 것을 피할 수 없다. 그러므로 적절한 시기에 의치는 첨상을 필요로 하게 된다.[3,4,5] 첨상 방법으로는 기존의치를 이용하여 인상을 채득한 후 기공실에서 의치상 레진으로 대체하는 간접법과 구강내에서 의치의 조직면을 첨상하는 직접법이 있다. 직접법으로 레진 의치상을 첨상할 때는 레진 의치상이 첨상레진과 높은 결합강도를 가지므로 문제가 되지 않으나, 타이타니움 의치상을 포함한 금속의치상은 첨상레진과 금속의치상 간의 결합이 문제가 된다. 첨상레진과 의치상 재료와의 약한 결합은 세균이 증식할 수 있는 환경을 만들어 좋지 않은 냄새의 원인이 되며, 변색이 발생하거나, 두 재료 사이의 분리를 가져오기도 한다.[6]

타이타니움으로부터 이장재의 탈락을 피하기 위한 방법으로 화학적, 기계적 결합기술들이 제

안되고 있다. 화학적인 방법으로는 레진 내에 함유된 기능성 단량체들이나 silane coupler, titanate coupler, carboxylic monomer, phosphate monomer, metal etchant & (thio-)phosphate primer[7]와 같은 표면처리제들을 사용하는 것이며, 기계적인 방법은 retentive beads와 sandblasting 등을 포함한다.[8] 부가적으로 Silicoater, Silicoater MD, Rocatec, 그리고 Siloc system과 같은 표면처리법들이 타이타니움 합금의 결합을 증진시키기 위한 방법으로 보고되어져 왔다.[9,10,11] 여기에서 기본적으로 고려하여야 할 점은 주조 타이타니움 금속구조물이 코발트-크롬 합금보다 더 유연하다는 것인데, 의치의 사용 중 발생하는 의치의 변형도 의치상 레진 또는 첨상레진과의 분리를 야기하므로 변형이 최소화되는 견고한 디자인이 되어야 한다는 점이다.[12]

타이타니움 의치상과 첨상레진의 결합을 증진시키기 위한 방법들 중 특수한 장비가 필요하지 않으면서 진료실에서 간단하게 적용할 수 있는 화학적 방법인 표면처리제의 사용이 선호된다. 최근 금속과 접착력을 갖는 접착성 레진 시멘트나 수종의 금속표면처리제 등이 시판되고 있으며, 금속의치상과 의치상레진 또는 첨상레진간의 결합에 관한 다양한 연구가 있었다. 하지만 타이타니움 합금과 의치상레진 또는 첨상레진에 관한 연구결과는 많지 않은 상태이다. 본 실험에서는 직접법으로 첨상을 시행했을 때 현재 시판되고 있는 수종의 금속표면처리제가 타이타니움 합금과 첨상레진 간의 결합에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 타이타니움 시편에 4종의 금속표면처리방법과 2종의 자가 중합형 첨상레진을 조합하여 시편을 제작하고 전단결합강도를 측정하여 비교 분석한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험에서는 상업용 순수 타이타니움(cp titanium, Manfredi Co., Italy, 이하 타이타니움)을 이용하여 원형의 시편을 제작하였으며 금속표면처리제로는 MR Bond®(Tokuyama Corp., Japan)와 Alloy Primer®(Kuraray Co., Japan), Super-Bond C&B®(Sun Medical Co., Japan)를 사용하였고, 첨상레진으로는 Kooliner®(GC America INC., U.S.A.)와 Tokuyama Rebase II®(Tokuyama Corp., Japan)를 사용하였으며 각각을 표면처리하여 결합시킨 후 MTS 만능시험기(810 material test system, MTS Corp., U.S.A.)를 이용하여 전단결합강도를 측정하였다.

Table 1은 금속표면처리제의 종류와 구성성분

Table 1. Composition of metal surface treatment agents

Brand name	Manufacturer	Composition
MR Bond®	Tokuyama Corp., Japan	MAC-10 in solvent
Alloy Primer®	Kuraray Co., Japan	MDP, VBATDT in Acetone
Super-Bond C&B®	Sun Medical Co., Japan	Powder : PMMA Liguid : MMA-4-META Catalyst : TBB

MAC-10: 11-methacryloxyundecan-1,1-dicarboxylic acid
MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate
4-META: 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride
VBATDT: 6-(4-Vinylbenzyl-n-propyl) amino-1,3,5-triazine-2,4-dithione
PMMA: polymethyl methacrylate
TBB: tri-n-butylborane

Table 2. Composition of cp titanium

Grade	N%	C%	H%	Fe%	O%	Residual each	Residual total	Ti
2	0.004	0.01	0.0032	0.04	0.11	<0.1	<0.4	Remainder

Table 3. Composition of relining resins

Relining resin		Composition
Kooliner®	Powder	Polyethyl methacrylate(PEMA)
		Benzoyl peroxide
		Silica, Crystalline-Quartz
	Liquid	Isobutyl methacrylate
		2,4-Dihydroxy Benzophenone
Tokuyama Rebase II®	Powder	Polyethyl methacrylate(PEMA)(99%)
		Benzoyl peroxide
	Liquid	2-(Acetoacetoxy) ethyl methacrylate(59%)
		1,9-Nonanediol dimethacrylate(39%)
	Hardener	Sodium Sulfite
		Sodium Bicarbonate

을 보여주고 있다.

Table 2와 Table 3은 타이타니움과 첨상레진의 조성에 대해 보여주고 있다.

2. 방법

1) 타이타니움 원형 시편의 제작

1.5mm 두께의 wax를 지름 13mm의 원판 모양으로 잘라낸 후, 주입선을 연결하여 매몰하고 이지 캐스팅 머신(Neutrodyn Easyti®, Manfredi Co., Italy)을 이용하여 주조하였다. 주조된 시편(Fig. 1)을 폴리우레탄 모형재(Modralit®3K, Dreve Dentamid GmbH, Germany)로 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. 증기세척 후 증류수에서 10분간 초음파세척 후 건조하였다. 이 후 모든 시편의 접착면적이 동일하도록 내경 5.5mm의 구멍이 있는 masking tape을 부착하였다(Fig. 2).



Fig. 1. Titanium disk.

2) 금속 표면의 처리

본 연구에서는 2가지의 첨상레진과 4가지의 표면처리방법을 조합하여 8개 실험군에 대하여 각 군당 10개씩, 총 80개의 시편을 제작하였다. Kooliner®또는 Tokuyama Rebase II®를 적용하기 전 타이타니움에 대한 표면처리방법에 따라

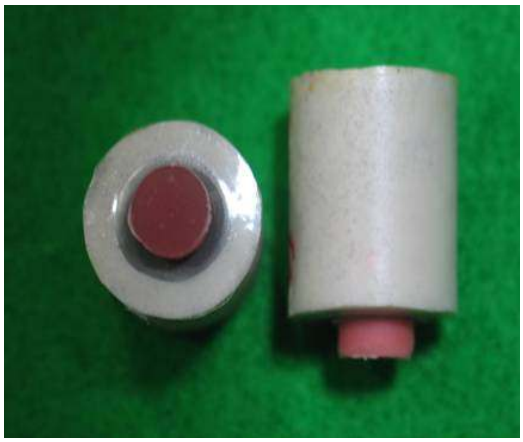

Fig. 2. Embedded titanium specimen and masking tape.

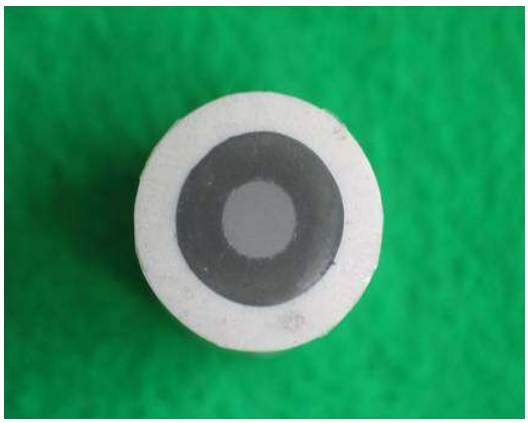

Fig. 3. Fabricated specimens.

sandblasting만 시행한 군(이하 S 군), sandblasting 후 MR Bond®를 적용한 군(이하 MR 군), sandblasting 후 Alloy Primer®를 적용한 군(이하 AP 군), 그리고 sandblasting 후 Super-Bond C&B®를 적용한 군(이하 SB 군)으로 분류하여 금속시편의 표면에 제조사의 지시에 따라 금속표면처리제를 도포한 후 건조시켰다. 그 후 3mm 두께로 첨상제를 적용할 수 있도록 실리콘 몰드를 제작하여 표면처리된 금속시편에 위치시키고 첨상제를 제조사의 지시에 따라 혼합하여 적용하고, 유리판으로 압접하였다.

완성된 시편(Fig. 3)들은 전단결합강도 측정 전까지 24시간동안 실온의 증류수에 보관하였다. 2종의 첨상제와 4가지 표면처리방법을 조합한 실험군은 Table 4에서와 같이 분류하였다.

3) 전단결합강도의 측정과
파절면 관찰

금속과 첨상레진의 계면에 평행하게 전단하중을 가할 수 있도록 시편의 기저부를 고정할 수 있는 metal jig를 제작하여 시편을 MTS 만능시험기(Fig. 4)에 위치시킨 후 2mm/min의 cross-head speed로 전단결합강도를 측정(Fig. 5)하였다.

Fig. 6은 만능시험기에 metal jig로 시편을 고정하여 전단결합강도를 측정하는 모식도이다. 전단결합강도 측정 후에는 파절면의 양상을 관찰하였다(Fig. 7).

Table 4. Classification of experimental groups (N=80)

Relined resin	Surface treatment	N
Kooliner®	sandblasting only (S)	10
	sandblasting & MR Bond® (MR)	10
	sandblasting & Alloy Primer® (AP)	10
	sandblasting & Super-Bond C&B® (SB)	10
Tokuyama Rebase II®	sandblasting only (S)	10
	sandblasting & MR Bond® (MR)	10
	sandblasting & Alloy Primer® (AP)	10
	sandblasting & Super-Bond C&B® (SB)	10



Fig. 4. Material Test System to test shear bond strength.

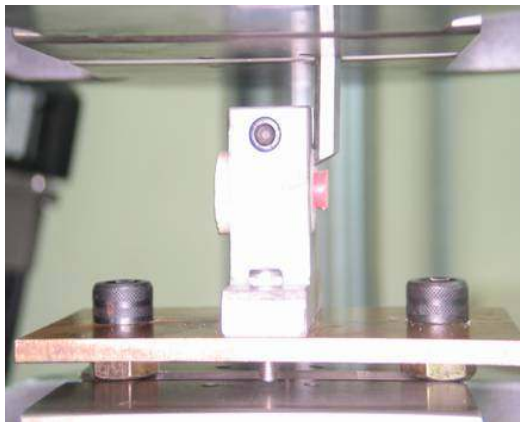

Fig. 5. Testing of shear bond strength.

4) 통계처리

측정한 전단결합강도 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 SPSS V. 10.0 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(Tuckey test)를 통하여 유의성을 분석하였다.

Ⅲ. 연구성적

2종의 첨상제에 4가지의 표면처리방법을 각각 적용하여 전단결합강도를 측정하였으며, 각 군의 평균과 표준편차는 Table 5와 같았다.

Kooliner®와 Tokuyama rebase II® 모두 sandblasting 후 Super-Bond C&B®를 적용한 군에서 가장 높은 전단결합강도를 보였고, sandblasting만 시행한 군에서 가장 낮은 전단결합강도를 보였다. 8개 군 중에서도 sandblasting 후 Tokuyama rebase II®를 적용한 군이 가장 낮은 전단결합강도를 보였고, sandblasting 후 Super-Bond C&B®를 도포하고 Kooliner®를 적용한 군이 가장 높은 결합강도를 보였다.

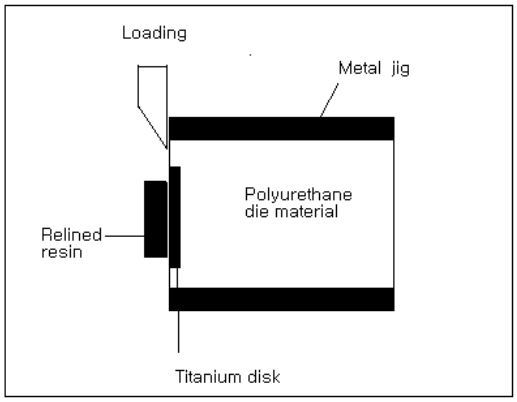

Fig. 6. Cross-sectional diagram of specimen placed in the testing machine for shear bond strength test.



Fig. 7. Photograph of mixed failure and adhesive failure after debonding.

Table 5. Mean and standard deviation of shear bond strength of each group (unit : MPa)

Relined resin	Surface treatment	Mean	SD
Kooliner®	sandblasting only	7.12	1.15
	sandblasting & MR Bond®	8.74	1.22
	sandblasting & Alloy Primer®	8.18	1.08
	sandblasting & Super-Bond C&B®	10.64	1.35
Tokuyama rebase II®	sandblasting only	4.73	0.90
	sandblasting & MR Bond®	6.50	1.01
	sandblasting & Alloy Primer®	9.45	1.40
	sandblasting & Super-Bond C&B®	10.05	1.05

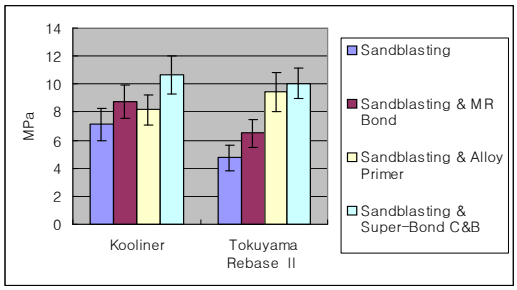

Fig. 8. Graph of shear bond strength according to relining resins.

Table 6. Comparisons of shear bond strength according to relining resins

(unit: MPa)

Relining resin	N	Mean	Std. Deviation
Kooliner®	40	8.67	1.74
Tokuyama Rebase II®	40	7.68	2.44

Fig. 8은 각 군별로 전단결합강도의 평균과 표준편차를 나타낸 그래프로서, sandblasting을 시행하고 Super-Bond C&B®를 도포한 후 Kooliner®를 적용한 군이 가장 높은 전단결합강도를 보였고, sandblasting만 시행한 후 Tokuyama Rebase II®를 적용한 군이 가장 낮은 전단결합강도를 보였다.

1. 첨상제의 종류에 따른 전단결합강도의 비교

첨상제 종류에 따른 전단결합강도의 비교에서 Kooliner®가 다소 높게 나타났고(Table 6), 두 군 간의 유의성을 확인하기 위하여 independent t-test를 실시하였다. Independent t-test의 결과는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있음($p<0.05$)을 보여주었다(Table 7).

2. 표면처리방법에 따른 전단결합강도의 비교

본 실험에서 측정한 전단결합강도 측정치는 K-S test 결과 각 군에서 정규분포를 이루었으며,

Table 7. Results of independent t-test for shear bond strength according to relining resins

Result	t-test for Equality of Means			
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed	2.08	78	.04	.98
Equal variances not assumed	2.08	70.39	.04	.98

Table 8. Results of multiple range test(Tuckey) for shear bond strength according to surface treatments regardless of relining resins

	S 5.92MPa	MB 7.62MPa	AP 8.82MPa	SB 10.34MPa
S				
MB	*			
AP	*			
SB	*	*	*	

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level.

표면처리제의 종류에 따른 전단결합강도 비교시 각 군 간의 유의성을 확인하기 위해 one-way ANOVA test를 실시한 결과 유의한 차이를 보였으며($p<0.05$), 표면처리제 각각의 재료 간의 비교를 위해 multiple range test를 시행한 결과 각각의 재료 간에 통계적 유의차가 있었다($p<0.05$).

Multiple range test의 결과는 Table 8에서 보여주고 있다. 이는 첨상제의 종류에 상관없이 금속 표면처리방법 상호간에서만 비교한 것으로 각 군의 시편 개수를 20개씩으로 하였다. 결과는 sandblasting 후 Super-Bond C&B®를 적용한 군이 나머지 세 군과 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

3. 동일한 첨상제 적용 시 표면처리방법간의 전단 결합강도 비교

동일한 첨상제를 적용했을 때, one-way ANOVA test를 실시한 결과 표면처리방법 각 군간에는 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$). Table 9는 Kooliner®를 적용했을 때 각 군간 multiple range test의 결과이고 Table 10은 Tokuyama Rebase II®를 적용했을 때의 각 군간 multiple range test의 결과이다.

Kooliner®를 적용한 군에서의 금속 표면처리제 상호간의 multiple range test의 결과(Table 9), sandblasting 후 Super-Bond C&B®로 처리한 군이 나머지 세군과 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 나머지 세 군 사이에는 유의한 차이가 없었다.

Tokuyama Rebase II®를 적용한 군에서의 금속 표면처리제 상호간의 multiple range test의 결과, sandblasting 후 Super-Bond C&B® 처리군이 가장 높은 전단 결합강도를 보였으나, sandblasting 후 Alloy Primer®군과는 유의한 차이가 없었다. 나머지 두 군과는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 10).

Table 9. Results of multiple range test(Tuckey) for shear bond strength according to surface treatments in applying Kooliner®

	S 7.12MPa	MB 8.18MPa	AP 8.74MPa	SB 10.64MPa
S				
MB				
AP				
SB	*	*	*	

*Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level.

Table 10. Results of multiple range test (Tuckey) for shear bond strength according to surface treatments in applying Tokuyama Rebase II®

	S 4.73MPa	S. & MB 6.50MPa	S. & AP 9.45MPa	S. & SB 10.05MPa
S				
S & MB	*			
S & AP	*	*		
S & SB	*	*		

* Denotes pair of groups significantly different at the 0.05 level.

Ⅳ. 총괄 및 고안

많은 연구들을 통해 sandblasting이 레진과 금속 간의 결합강도를 증진시킨다는 사실은 이미 입증되었다. Sandblasting으로 표면적증가와 화학적으로 활성화된 표면을 얻고, 금속표면의 불순물을 기계적으로 제거함으로써 접착제의 젖음성을 증진시키며 금속면의 거칠기를 증가시켜 기계적인 결합을 증가시킨다고 하였다.[13] 1997년 May 등[14]은 4-META를 함유한 PMMA 의치상레진과 타이타니움 간의 결합에서 110㎛의 산화알루미나로 sandblasting 한 군이 3배의 전단 결합강도를 보였다고 보고하였다. 1994년 Choi와 Vang[13]은 금속면 처리방법에 따른 레진과 금속간의 접착강도에 관한 연구에서 50㎛과 250㎛의 입자를 사용하여 sandblasting 하였을 경우 결합력 간 유의한 차이가 없음을 보고하였다. 반면 2000년 Lee 등[4]은 25㎛과 75㎛의 입자를 사용했을 때 입자 크기에 따른 결합강도와 표면 거칠기의 증가를 보고하였다. 대부분의 연구에서 금속표면의 sandblasting은 레진과의 결합력을 증진시켰고, 본 연구에서도 금속표면처리제에 선행하여 50㎛의 sandblasting을 실시하였다. 그 후 수종의 금속표면처리제를 도포하였는데, 금속표면 처리제는 3가지 그룹으로 분류할 수 있으며,[15] carboxylic acid 유도체(4-META, 4-AET, MAC- 10), phosphoric acid 유도체(MDP), 그리고 thiophosphoric acid 유도체(MEPS) 등이 그것이다. 본 연구에서 사용된 Super-Bond C&B® 는 4-META(4-methacryloxy-ethyltrimellitate anhydride)가 주성분이고, MR bond® 는 MAC-10 (11-methacryloyloxyundecan-1, 1-dicarboxylic acid)이 주성분이며, Alloy Primer® 는 MDP(10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate)를 주성분으로 함유하고 있다.[16]

Super-Bond C&B®는 methyl methacrylate 단량체에 함유되어 있는 접착성 단량체인 4-META 분자의 극성이 금속면을 향하여 배열하여 산화막에 있는 산소나 수산화기와 수소결합에 의해 금속과 결합하게 된다.[17,18] 4-META 함유 의치상레진이 금속표면에 높은 결합강도를 가진다는 많은 연구 결과[1,19]도 4-META의 금속접착기능에 대해 이야기하고 있다. 다른 금속표면처리제도 역시 함유된 기능성 단량체들이 금속 표면에 형성된 산화막과 친화성을 가진다.[3]

Park 등[5]은 금속표면처리제가 첨상레진과 금속상의 결합강도를 증가시킨다고 보고하였고, Kim 등[3]도 금속표면처리제나 접착용 레진시멘트를 니켈-크롬 합금에 도포함으로써 결합강도를 크게 향상시킨다고 하였다. 또 다른 많은 연구[5,18,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29]에서도 금속표면처리제가 금속과 레진간의 결합력을 향상시킨다고 보고하였다.

Taria 등[15]은 타이타니움과 레진시멘트 간의 결합에 phosphate나 thiophosphate가 함유된 접착성 금속표면처리제 가운데 Cesead Opaque Primer와 Metal Primer II가 가장 높은 결합력을 보였다고 보고하였고, Yanagida 등[8]은 8종의 금속표면처리제를 사용했을 때 주조 타이타니움과 보철용 광중합 레진(Artglass®) 간의 결합력을 비교하여 MDP 성분의 Cesead II Opaque primer®가 가장 높은 결합강도를 보였고, 그 다음으로 MDP 성분의 Alloy Primer®, 4-META 성분의 Metafast Bonding Liner®, MAC-10성분의 MR Bond® 순서로 결합강도가 낮아졌다. Park 등[24]은 의치상용 열중합 MMA-PMMA 레진과 코발트-크롬 합금과의 결합에 thiophosphate기와 phosphate기를 갖는 Cesead Opaque Primer(MDP)와 Metal Primer (MEPS)가 결합에 가장 효과적이라고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 PEMA(polyethyl methacrylate)를 주성분으로 하는 자가중합형 첨상레진을 사용하였다는 차이는 있으나, 기존의 연구결과와는 다르게 carboxylic acid 유도체인 4-META를 주성분으로 하는 Super-Bond C&B®가 가장 높은 결합강도를 보였다. 다음으로 Alloy Primer®이며, MR Bond®가 금속표면처리제 중에 가장 낮은 결합강도를 보였다. 하지만 첨상제의 종류에 상관없이 표면처리방법만을 비교하였을 경우 MDP 성분의 Alloy Primer®와 MAC-10 성분의 MR Bond® 간에는 유의한 차이가 없었다. Kooliner®로 첨상하였을 때도 역시 Super-Bond C&B®가 가장 높았고, Alloy Primer®와 MR Bond® 간에는 유의한 차이가 없었다. 그

리고 Tokuyama Rebase II®로 첨상하였을 때도 Super-Bond C&B®가 가장 높았고, Alloy Primer®가 그 다음으로 높았으나, Super-Bond C&B®와 Alloy Primer®간에는 유의한 차이가 없었다.

첨상제간의 비교에서는 Kooliner®가 Tokuyama Rebase II® 보다 전단 결합강도가 더 높게 나타났으며, 군 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

파절면 관찰시 sandblasting만 시행한 군에서는 모든 시편이 레진과 금속 계면에서의 접착성 파절(adhesive failure, Fig. 7. Right)이 나타났고, 금속표면처리제로 처리한 군에서는 시편 60개중에 9개가 레진내의 파절과 레진과 금속 계면에서의 파절이 혼합된 혼합형 파절(Mixed failure, Fig. 7. Left) 양상을 보였다. 이중에 Super-Bond C&B®와 Tokuyama Rebase II®를 조합한 시편이 5개, Super-Bond C&B®와 Kooliner®를 조합한 시편이 3개, MR-Bond®와 Tokuyama Rebase II®를 조합한 시편이 1개로 나타났으며, 나머지는 모두 접착성 파절이었고, 응집성 파절(cohesive failure)은 없었다.

이상의 결과는 첨상제로는 Kooliner®가 우수한 결합강도를 얻을 수 있고, 금속표면처리는 sandblasting후에 Super-Bond C&B®를 도포하는 것이 높은 결합강도를 얻을 수 있는 방법임을 보여주고 있다. 또 하나 주목할 점은 Kooliner®로 첨상할 시에는 sandblasting만으로도 상대적으로 높은 결합강도를 보였다는 점이다. 하지만 구강내에서 장기간 유지되고 있었을 때도 같은 결과를 보일 것이라는 데는 의심의 여지가 있다. Lee와 Vang[30] 그리고 Kim[31] 등은 열순환을 시행함에 따라 레진과 금속간의 결합강도가 감소한다고 하였고, Lee 등[21]은 Metal Primer®를 도포한 군에서는 열순환을 1000회 실시한 후에도 인장결합강도가 감소하지 않았으나 silicoating을 시행한 군에서는 열순환 후 인장 결합강도가 감소하였다고 보고하였다. 이상의 결과에 비추어 볼 때, 본 실험에서 사용된 금속표면처리제의 시간의 경과에 따른 예후에 대해서는 단정지을 수 없고, 구강내에서 장기간 사용 후 금속표면처리제에 의한 결합강도가 어떻게 변화할 것인가에 대하여서는 추가적인 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

V. 결 론

타이나티움 의치상의 첨상시 가장 큰 실패의 원인은 금속과 이장재료간의 접착성 파절이며 본 실험에서는 타이타니움을 이용하여 원형의 시편을 제작한 후 표면처리제로는 MR bond®(Tokuyama Corp., Japan)와 Alloy Primer®(Kuraray Co., Japan), Super-Bond C&B®(Sun Medical Co., Japan)를 사용하였고, 첨상레진으로는 Kooliner®(GC America INC., U.S.A.)와 Tokuyama Rebase II®(Tokuyama Corp., Japan)를 사용하여 결합강도를 측정하였고, 각 군에서 측정된 값들은 independent t-Test, one-way ANOVA test, multiple range test(Tuckey test)를 통하여 각 인자들 간의 유의성을 분석하였다.

1. 첨상제의 종류에 따른 전단 결합강도를 비교 시 Kooliner®로 첨상한 군이 Tokuyama Rebase II®로 첨상한 군보다 높은 결합강도를 보였다 ($p<0.05$).
2. 표면 처리제에 따른 전단 결합강도 비교 시 Super-Bond C&B® 군이 가장 높은 결합강도를 보였고, 나머지 세 군들과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 다음으로 Alloy Primer® 군, MR Bond® 군, sandblasting 군 순으로 결합강도가 낮아졌으며, Alloy Primer® 군과 MR Bond® 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
3. 2종의 첨상제 각 군내에서 표면 처리제간 비교 시 Kooliner®를 사용하였을 때에는 Super-Bond C&B® 군이 가장 높은 결합강도를 보였고, 나머지 세 군들과 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p<0.05$), Tokuyama rebase II®를 사용할 때는 Super-Bond C&B® 군이 가장 높은 값을 보였지만, Alloy Primer® 군과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과에서 타이타니움 의치상을 첨상할 시에는 Tokuyama Rebase II®보다 Kooliner®가 유리할 것으로 생각되고, 표면처리제로는 sandblasting 후 Super-Bond C&B®를 적용하는 것이

유리할 것으로 생각되나, 차후 long-term 결과를 얻기 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Park HJ, Kim CW, Kim YS. A study on the flexural bond strength of the gold and the Co-Cr alloy to the denture base resins. J Korean Acad Prosthodont 2000;38(4):500-509.
2. Da Silva L, Martinez A, Rilo B, Santana U. Titanium for removable denture bases. J Oral Rehabil 2000;27(2):131-135.
3. Kim YI, Jeong CM, Jeon YC. Effects of metal surface treatments on the shear bond strength between Ni-Cr denture base and reline resins. J Korean Acad Prosthodont 2002;40(4):396-405.
4. 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): 1-11.
5. Park IC, Lee JK, Chung CH. A study on the tensile strength between light-cured relining resin and metal denture base. J Korean Acad Stomatognathic Function and Occlusion 2000;16:161-170.
6. Arena CA, Evans DB, Hilton TJ. A comparison of bond strengths among chairside hard reline materials. J Prosthet Dent 1993;70(2):126-131.
7. Taira Y, Yanagida H, Matsumura H, Atsuta M. Effects of a metal etchant and two primers on resin bonding durability to titanium. Eur J Oral Sci 2004;112(1):95-100.
8. Yanagida H, Matsumura H, Taira Y, Atsuta M, Shimoe S. Adhesive bonding of composite material to cast titanium with varying surface preparations. J Oral Rehabil 2002;29(2):121-126.
9. Ishijima T, Caputo AA, Mito R. Adhesion of resin to casting alloys. J Prosthet Dent 1992;67(4):445-449.
10. May KB, Fox J, Razzoog ME, Lang BR. Silane to enhance the bond between polymethyl methacrylate and titanium. J Prosthet Dent 1995;73(5):428-431.
11. Pesun S, Mazurat RD. Bond strength of acrylic resin to cobalt-chromium alloy treated with the Silicoater MD and Kevloc systems. J Can Dent Assoc 1998;64(11):798-802.
12. Ohkubo C, Watanabe I, Hosoi T, Okabe T. Shear bond strengths of polymethyl methacrylate to cast titanium and cobalt-chromium frameworks using five metal primers. J Prosthet Dent 2000;83(1):50-57.
13. 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.
14. May KB, Van Putten MC, Bow DA, Lang BR. 4-META polymethyl methacrylate shear bond strength to titanium. Oper Dent 1997;22(1):37-40.
15. Taria Y. Yoshida K. Matsumura H. Atsuta M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. J Prosthet Dent 1998:79:384-388.
16. Barkmeier WW, Latta MA. Laboratory evaluation of a metal-priming agent for adhesive bonding. Quintessence Int 2000;31(10):749-752.
17. 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 (5):570-576.
18. 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.
19. Khasawne S, al-Wahadni A, Lloyd CH. Comparison of Bond Strengths Between Adhesive and Conventional Acrylic Resins to Cobalt Chromium Denture Base Alloy. Eur J Prosthodont Rest Dent 2003;11(3):119-124.
20. Jin JS, Kim KH, Lee CH, Jo KH. Effect of cobalt-chromium alloy surface treatment when bonding with 4-META/MMA-TBB resin. J Korean Acad Prosthodont 2000;38(4):510-525.
21. Lee JH, Jung EM, Jang BS, Chung DJ, Heo SJ, Han DH, Shim JS. : Effect of surface treatments on the bond strength of denture base resins to dental alloy. J Korean Acad Prosthodont 2002;40(4):344-350.
22. NaBadalung DP, Powers JM, Connelly ME. Comparison of bond strengths of denture base resins to nickel-chromium-beryllium removable partial denture alloy. J Prosthet Dent 1997;78(6):566-573.
23. NaBadalung DP, Powers JM, Connelly ME. Comparison of bond strengths of three denture base resins to treated nickel-chromium-beryllium alloy. J Prosthet Dent 1998;80(3):354-361.
24. Park JI, Kwon JH, Lee HH, Cho HW. Bond strength

between cobalt-chromium alloy and denture base resin according to adhesive primers. J Korean Acad Prosthodont 2000;38(2):160-168.
25. Taira Y, Imai Y. Primer for bonding resin to metal Dent Mater 1995;11(1):2-6.
26. Yoshida K, Kamada K, Atsutta M. Adhesive primers for bonding cobalt-chromium alloy to resin. J Oral Rehabil. 1999;26(6):475-478.
27. Yoshida K, Taira Y, Matsumura H, Atsula M. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. J Prosthet Dent 1993;69:357-362.
28. Yoshida K, Taira Y, Sawase T, Atsuta M. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobalt-chromium alloy. J Prosthet Dent 1997;77(6):617-620.
29. Watanabe I, Matsumura H and Atsuta H. Effect of two metal primers on adhesive bonding with type 4 gold alloys. J Prosthet Dent 1995;73:299-303.
30. Lee SY, Vang MS. The effects of thermocycling on the bond strength between cobalt-chromium alloy and denture base resin. J Korean Acad Prosthodont 2000;38(1):38-49.
31. Kim JY, Pfeiffer P, Niedermeier W. Effect of laboratory procedures and thermocycling on the shear bond strength of resin-metal bonding systems. J Prosthet Dent 2003;90(2):184-189.

Corresponding Author: In-Ho Cho
Dept. of Prosthodontics, School of Dentistry, Dankook University. San 7-1, Shinbu-dong, Cheonan, Choongnam. 330-180

ABSTRACT

The Effects of Various Metal Surface Treatments on the Shear Bond Strength between Titanium Denture Base and Relined Resins

Jun-Young Eun, In-ho Cho, Jong-Hyuk Lee

Department of Prosthodontics, Graduate School, Dankook University

The purpose of this study was to evaluate the effect of various metal surface treatments on the shear bond strength between titanium denture base and relined resins.

The surfaces of commercially pure(cp) titanium were sandblasted with 50㎛ Al_2O_3 for 20 seconds and each group was treated with MR Bond®, Alloy Primer®, and Super-Bond C&B® accordingly. The specimens were completed by application of relining resins. The specimens were stored in room temperature. And the shear bond strength of the specimens were measured with the MTS universal testing machine®.

The results were as follows:

1. In comparison with the relining materials, Kooliner® groups showed statistically higher shear bond strength than Tokuyama Rebase II® groups($p<0.05$).
2. Comparing shear bond strength, according to surface treatment, Super-bond C&B® groups showed the highest bond strength and were significantly higher than the other three groups($p<0.05$). Alloy Primer® groups showed no significant difference with the MR Bond® groups, but was significantly higher than the sandblasting-only groups($p<0.05$).
3. Comparing surface treatment in each groups, for two types of relining resin, the group which applies Kooliner® and Super-bond C&B® showed the highest bond strength and showed significant difference compared to the other groups($p<0.05$). When using Tokuyama Rebase II®, Super-bond C&B group showed the highest bond strength, but there were no significant difference compared to the Alloy Primer® group.

In this limited study, applying Kooliner® and Super-Bond C&B® after sandblasting is considered to be advantageous for relining of titanium base dentures.

Key words: cp titanium, denture base, relined resin, shear bond strength