

화학적 표면처리에 따른 의치상 레진과 이장재 간의 전단 결합강도

최에스더^{1*}, 권은자¹
¹해전대학교 치기공과

Effects of chemical surface treatment on the shear bond Strength of denture reliners and denture base resin

Esther Choi^{1*} and Eun-Ja Kwon¹

¹Dept. of Dental Laboratory Technology, Hyejeon Collage

요 약 본 논문은 monomer에서 결합증진에 많은 역할을 하는 MMA와 TEGDMA의 농도별 표면 처리와 silane coupling agent로 표면 처리한 것이 의치상 레진과 이장재간의 결합력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 의치상 레진에 MMA와 TEGDMA의 농도별 표면 처리와 silane coupling agent로 표면처리 후 이장재를 주입하여 전단결합강도를 측정하였다. MMA와 TEGDMA의 농도별 표면 처리에 따른 의치상 레진과 이장재간의 전단결합강도에서는 Vertex self curing resin에서 95%, 90%, 80%, Kooliner에서는 95%, 90%에서 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 또한, silane coupling agent 5%로 표면 처리한 그룹이 Vertex self curing resin과 Kooliner 모두에서 전단결합강도가 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 따라서 적절한 화학적 표면 처리는 의치상 레진과 이장재간의 결합력 증가에 영향을 미치리라 사료된다.

Abstract The purpose of this study was to evaluate the effect of the surface treatment of MMA and TEGDMA concentration, silane coupling agent on the shear bond strength of denture base resin and denture reliners. Denture base resin surface was treated with MMA and TEGDMA concentration, silane coupling agent. After denture reliners were injected bond strength was measured. The results of MMA and TEGDMA concentration on the shear bond strength of Vertex self curing resin showed that the value of MMA 95% and TEGDMA 5%, MMA 90% and TEGDMA 10%, MMA 80% and TEGDMA 20% groups were higher than that of other group($P<0.05$). MMA and TEGDMA concentration on the shear bond strength of Kooliner resin showed that the value of MMA 95% and TEGDMA 5%, MMA 90% and TEGDMA 10% were higher than that of other group($P<0.05$). Silane coupling agent on the shear bond strength of Vertex self curing resin and Kooliner showed that the value of MMA 95% and silane coupling agent 5% groups was higher than that of other group($P<0.05$). Therefore, we could conclude that appropriate chemical surface treatments are supposed to affect the bond of denture base resin and denture reliners.

Key Words : Shear bond Strength, TEGDMA, Silane coupling agent, Reliner, Denture base resin

1. 서론

총의치나 국소의치의 성공은 의치의 적합성, 심미성, 편안함과 기능에 달려있다[1]. 그러나 의치상 하방의 잔

존치조제는 시간이 지남에 따라 점진적으로 흡수가 일어난다. 이로 인해 기존의 의치는 지지조직과의 적합성이 떨어질 뿐만 아니라 교합관계가 변화되어 지지점막의 손상을 일으키기도 하고, 의치의 유지력이나 안정성이 저하

본 논문은 해전대학교 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Esther Choi (Hyejeon Collage)

Tel: +82-41-630-5286 email: esther@hj.ac.kr

Received October 4, 2013

Revised October 14, 2013

Accepted November 7, 2013

되기도 한다[2,3]. 이러한 상황에서 단단한 의치상과 하방 지지조직 사이에 연성 의치상 이장재 사용은 완충효과를 나타내어 교합압을 보다 균일하게 분산시켜준다[4-6]. 이러한 이장재는 잔존골 흡수가 심하거나 얇고 탄성이 없는 점막을 가진 환자 또는 악안면 결손 환자나 아크릴릭 의치상의 딱딱함을 참지 못하는 환자 등에 주로 사용되어 왔다[7,8]. 이러한 문제를 해결하기 위해 의치상은 변화된 잔존치조제와 지지점막에 맞게 이장해야 한다[2,3].

의치상을 이장하는 방법으로는 진료실에서 시행하는 직접법과 기공실에서 시행하는 간접법이 있으며[9], 직접법은 간접법에 비해 간편하고 임상에서 쉽게 할 수 있다는 장점이 있지만 기존 의치상 레진과의 결합강도가 문제되는 것으로 알려져 있다[10]. 임상에서 직접법으로 이장을 시행한 의치의 경우, 결합강도의 문제로 계면에서 재료간 분리가 일어나 색소 침착이 일어나고, 입냄새의 원인이 되는 경우를 흔히 볼 수 있다[3].

의치상 이장용 레진으로는 열중합레진, 자가중합레진, 광중합 레진이 사용되며, 자가중합레진과 광중합레진은 열중합레진에 비해 직접법을 이용하기 때문에 간편하고, 임상에서 쉽게 사용할 수 있으나, 역시 의치상 레진과의 결합강도가 문제가 된다[10]. 의치상 레진과 이장재간의 분리는 의치를 불결하게 하고 기능 장애를 초래한다 [6,11]. 따라서 이러한 의치상 레진과 이장용 레진의 결합 강도는 이장 재료 자체나 이장시 표면처리, 단면 형태, 오염 등의 영향을 받는다[3]. 오래 전부터 의치상 레진과 이장재간의 결합력을 증진시키기 위한 다수의 연구가 보고 되어 왔다. 열중합 의치상용 레진과 이장재간의 결합력을 증진시키기 위하여 bur 또는 sandblasting 등을 이용하여 의치상 표면을 거칠게 하는 기계적 처리와 acetone 이나 ethyl acetate와 같은 용매를 이용하여 의치상 표면에 화학적 처리를 하는 것으로 구분할 수 있겠다. 화학적인 처리로 monomer를 사용하는 방법이 많이 사용된다[12-17].

또한, 화학적 결합을 위한 여러 가지 연구들에서 무기물의 표면과 중합분자 사이의 접착을 증진시키기 위하여 silane coupling agent의 사용도 제안되어왔다[18,19].

하지만 각각의 재료마다 monomer에 들어간 성질과 농도가 다르므로 결합강도를 평가 시 정확한 기준이 되지 못하였고 다른 재료를 사용하는 것에서 한계가 있었

다. 치과계에서 가장 보편화되어 사용되고 있는 silane coupling agent를 적용한 실험은 대부분 컴포짓 레진과 치과용 시멘트에서 이루어지기 때문에 의치상용 레진과 이장재간의 연구는 미비한 편이다.

따라서 본 실험에서는 monomer에서 결합 증진에 많은 역할을 차지하는 MMA와 TEDGMA의 농도별에 의한 화학적 표면처리에 따른 열중합 의치상용 레진과 이장재간의 결합강도를 평가하고, 또한, silane coupling agent로 표면처리한 것이 의치상 레진과 이장재간의 결합력에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구재료

본 연구에 시편제작 시 사용한 의치상용 레진은 열중합형 레진(Vertex RS, Vertex Dental B.V., Zeist, Netherlands)으로 국제표준 제 29022 호(ISO 29022:2013, Dentistry-Test method of adhesion to tooth structure with notched-edge shear testing fixture)을 이용하였고, 이장재료는 자가중합형 레진(Vertex SC, Dental B.V., Zeist, Netherlands)과 경질 이장재(Kooliner, GC., America)를 사용하였다. 그리고 결합면에 MMA와 TEGDMA 농도별과 silane coupling agent로 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane (MPS)를 도포하였다.

[Table 2] Materials used in this study

Brand name	Type	Manufacturer	Batch no.
Vertex Heat Curing	Powder +	Vertex Dental B.V., Netherlands	YX481P08
	Liquid		YX165L06
Vertex Self Curing	Powder +	Vertex Dental B.V., Netherlands	YG512P04
	Liquid		YG152L05
Kooliner	Powder +	GC., America	1005106
	Liquid		

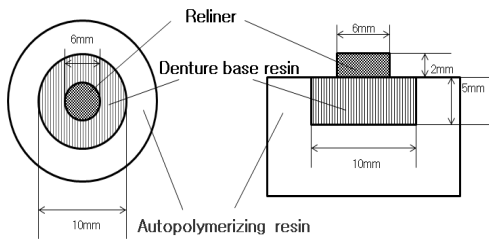
[Table 1] Chemical surface treatment

Brand name	Code	Manufacturer	Batch no.
3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane	MPS	DAMI POLYCHEM, KOREA	110408
Triethylene glycol dimethacrylate	TEGDMA	SIGMA-ALDRICH, U.S.A	09709PD
Methyl methacrylate	MMA	SIGMA-ALDRICH, U.S.A	MKBF3580V

2.2 연구방법

2.2.1 열중합형 레진 모체 제작

열중합형 의치상용 레진을 이용한 모체제작은 국제표준 제 29022 호(ISO 29022:2013)에 따라 수행되었다. 열중합형 레진의 모체를 제작하기 위하여 직경 10 mm, 두께 5 mm의 disk 형태의 금속 matrix를 제작하여 주형을 형성하였다.



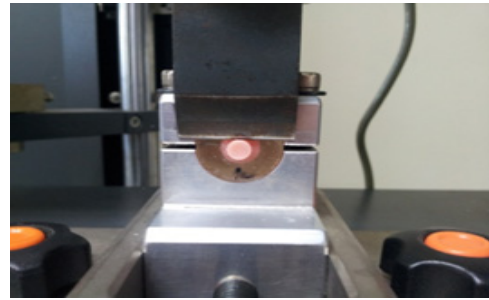
[Fig. 1] Schematic diagram

열중합 레진을 제조사의 지시에 따라 분말 12.9 g/ 액 5.7 g으로 30초간 혼합한 후 병상기가 되었을 때 채워준다. 온성과정은 2단계 방법으로 레진이 전입된 금속 matrix를 수조에 넣고 온도를 서서히 올려 72℃에서 2시간 동안 중합한 후 100℃에서 1시간 동안 중합하였다. 수조에서 꺼내 30분 간 상온에 위치시키고, 흐르는 물에 15분간 놓아두었다. 중합이 끝난 후 플라스크에서 제거한 시편을 Sic 연마지 500번, 1000번, 1200번으로 순차적으로 연마하여 시편을 제작하였다.

모든 시편은 금속 matrix를 사용하여 autopolymerizing resin에 박아 넣은 후 중합하여 열중합형 레진 모체를 제작하였다.

2.2.2 MMA와 TEGDMA 농도별 표면처리 후 이장재 주입

MMA와 TEGDMA 농도별 표면처리하기로 한 모든 시편을 37℃에서 1주 동안 보관한 후 MMA 95%와 TEGDMA 5%, MMA 90%와 TEGDMA 10%, MMA 80%와 TEGDMA 20%, MMA 70%와 TEGDMA 30%, MMA 60%와 TEGDMA 40%로 표면에 화학적 처리를 시행하고 금속 matrix를 사용하여 자가중합레진(Vertex SC)과 경질 이장재(Kooliner)를 직경 6 mm, 높이 2 mm로 주입하고 압력 없이 실온에서 중합 후 시편을 37℃의 증류수에 24시간 동안 침수시켰다. 각 군당 시편 수는 10개씩이었다.



[Fig. 2] Shear bond strength test

2.2.3 Silane coupling agent 표면처리 후 이장재 주입

Silane coupling agent로 표면처리하기로 한 모든 시편을 37℃에서 1주 동안 보관한 후 MMA 95%와 silane coupling agent인 MPS 5%로 표면에 화학적 처리를 시행하고 금속 matrix를 사용하여 자가중합레진(Vertex SC)과 경질 이장재(Kooliner)를 직경 6 mm, 높이 2 mm로 주입하고 압력 없이 실온에서 중합 후 시편을 37℃의 증류수에 24시간 동안 침수시켰다. 각 군당 시편 수는 10개씩이었다.

2.3 전단강도 측정

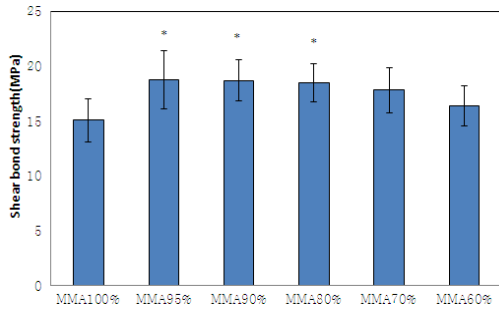
제작된 시편은 실험을 할 때 까지 밀폐된 용기 내에 증류수를 담아 37℃ Oven에서 (48 ± 2)시간 동안 보관하였다. 만능시험기(Z20, Zwick, Ulm, Germany)를 이용하여 전단강도를 측정하였고 crosshead-speed는 1.0 mm/min이었다.

2.4 통계분석

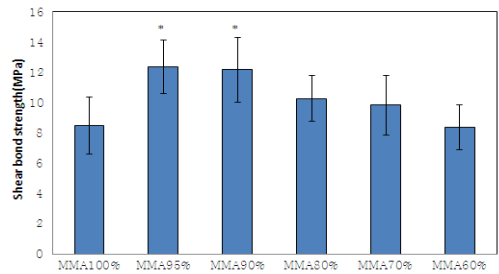
통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 12.0; SPSS GmbH, Munich, Germany)을 이용하였다. 농도별 전단강도를 one-way ANOVA로 신뢰수준 95%에서 분석하였고, 사후검정으로 Tukey's test를 시행하였다.

3. 결 과

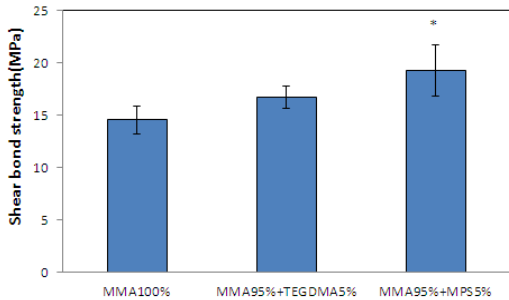
MMA와 TEGDMA 농도별로 표면처리한 전단결합강도의 결과는 Figure 3,4와 같고, silane coupling agent로 표면처리한 전단결합강도는 Figure 5,6에 나타났다.



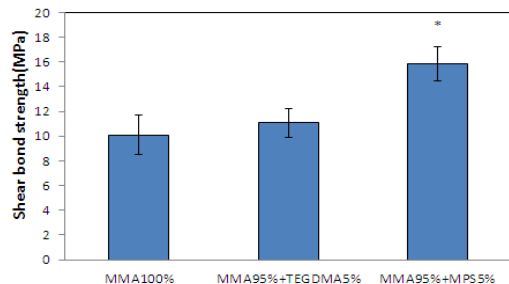
[Fig. 3] Shear bond strength of vertex self resin on the MMA concentration



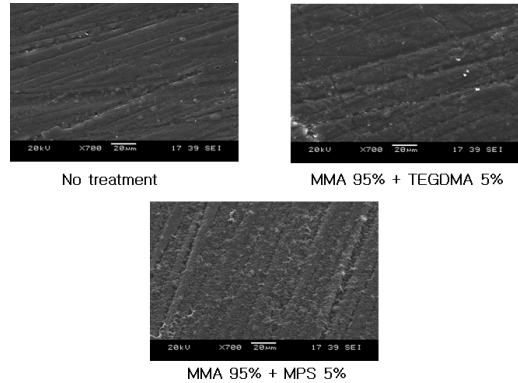
[Fig. 4] Shear bond strength of Kooliner on the MMA concentration



[Fig. 5] Shear bond strength of Vertex self resin on the surface treatment of silane coupling



[Fig. 6] Shear bond strength of Kooliner on the surface treatment of silane coupling



[Fig. 7] Shear bond strength of denture base resin on the surface treatment of silane coupling

3.1 MMA와 TEGDMA의 농도별로 표면 처리한 전단강도

MMA와 TEGDMA의 농도별에 의한 화학적 표면처리에 따른 열중합 의치상용 레진과 이장재 간의 전단결합강도는 자가중합형 레진인 Vertex self curing resin에서는 MMA 95%와 TEGDMA 5%, MMA 90%와 TEGDMA 10%, MMA 80%와 TEGDMA 20%로 표면 처리한 그룹이 유의적으로 높게 나타났고, 경질이장재인 Kooliner에서는 MMA 95%와 TEGDMA 5%, MMA 90%와 TEGDMA 10%로 표면 처리한 그룹에서 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

3.2 silane coupling agent로 표면 처리한 전단강도

Silane coupling agent로 표면 처리한 전단결합강도는 Vertex self curing resin과 Kooliner에서 모두 MMA 95%와 silane coupling agent인 MPS 5%로 표면 처리한 전단결합강도가 유의적으로 가장 높게 나타났다($P<0.05$).

3.3 주사전자현미경

주사전자현미경으로 표면 처리한 시편을 살펴본 결과, silane coupling agent로 표면처리한 시편의 표면이 silane coupling agent인 MPS로 인하여 표면에 새로운 물질이 적층되어 별모양처럼 나타났다.

4. 고 찰

의치상 영구 이장재로는 열중합레진, 자가중합레진, 그리고 광중합 레진을 사용할 수 있는데, 일반적으로 자

가중합 레진은 열중합 레진보다 기계적, 물리적 성질이 열등하며[20,21], 재료에 따라 차이가 크기 때문에 이장용 레진으로 자가중합레진을 사용할 경우에는 수분흡수, 용해도, 의치상과 이장용 레진간의 결합강도와 같은 물리적 성질을 고려하여 재료선택에 신중을 기해야 한다[22]. 열중합 레진을 이용한 방법은 강도, 색안정성, 심미성, 정확도, 조직 친화성 면에서 모두 우수하지만, 별도의 기공작업 등 부가적인 시간과 비용이 필요하며 의치상이 변형될 위험이 있다[20,23]. 광중합 레진을 이용한 방법은 적합도가 우수하고 완전히 중합되어 레진 단량체의 유출이 없고, 색안정성과 조작성이 간편한 장점이 있으나 장기간의 임상적 결과가 부족하다[10,23,24]. 자가중합레진은 구강내에서 직접 사용할수 있어 간편하고 적합도가 우수하나, 중합시 발생하는 열과 중합되지 않은 레진 단량체의 유출로 인한 구강점막의 자극, 색안정성이 불량하다는 단점과 의치상 자체의 강도저하가 문제가 된다[23].

열중합 의치상용 레진과 자가 중합 수리 레진 사이의 높은 결합을 얻는 것은 쉽지 않다. 이전의 연구들에서 monomer, acetone, ethyl acetate, chloroform 등과 같은 화학물질로 표면처리한 연구들이 있었다[12-17]. 본 연구에서는 이전의 실험들과는 다른 새로운 화학적 결합을 찾아내보고자 치아수복용 레진에서 가교제 역할로 첨가되어 가교 효과를 높이는 Triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA)를 사용하여 MMA와 TEGDMA의 농도별 표면처리를 연구하였고, 또한, 치과에서 가장 보편화된 silane coupling agent로 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane인 MPS를 사용하여 의치상용 레진의 표면처리에 적용시켜 효과를 알아보았다.

TEGDMA는 제조회사에 따라서 약간씩 다르나 무색 투명한 액체이고, 분자량이 330, 밀도가 1.06 정도이다. 접착제나 고무, 필름 등에 사용이 되고, 열이나 방사선, peroxide 등에 의하여 중합된다[25]. 첨가된 TEGDMA의 양은 MMA에 대해 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%로 하였다. 그 결과 5%의 TEGDMA를 첨가하여 표면 처리한 시편에서 가장 높은 전단 결합강도를 나타냈고, 5%이상 TEGDMA의 농도가 증가함에 따라 오히려 전단결합강도는 감소하였다.

Silane coupling agent는 필러 표면의 수산기와 반응하여 실록산 결합을 만드는데 유기실란의 공식은 R'-Si-(OR)₃이다. R'은 유기물 그룹이고, 3개의 알콕시 그룹을 R이라고 하였다[18,26]. 화학적 반응은 알콕사이드 그룹의 가수분해로 인해 시작된다. 따라서 silane coupling agent는 무기물과 유기물의 매트릭스 사이의 접착성을 증대하여 본질적인 두 가지 반응성을 통하여 유기물과 무기물의 혼합물로 구성되어 있다[18].

치아 응용에 가장 보편화되어 사용하고 있는 silane coupling agent는 단일 반응성인 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane와 에탄올-물을 희석하여 만든 pH4-5의 솔루션이다. silane coupling agent는 porcelain과 복합레진에 응용 시 25%의 결합을 향상시킨다고 보고되었다[26].

본 실험에서는 가장 보편화된 silane coupling agent인 MPS를 사용하였고, 그 결과 silane coupling agent인 MPS를 첨가한 시편에서 높은 전단결합 강도를 나타내었다 (P<0.05).

Clancy와 Boy는 굴곡강도에 영향을 주는 인자로 재료의 cross-linking, monomer의 이용도, 중합시의 오염 정도 등을 지적하였다[27]. 또, Shen 등은 열중합표면은 자가 중합 monomer에 의해 용해된다고 하였다[28]. Vallittu와 Ruyter은 의치상의 monomer 침투는 그들의 중합 참여와 의치상의 용해에 의해 결합이 향상된다고 하였다[29].

본 연구에서는 MMA와 가교제 역할을 하는 TEGDMA의 농도별에 의한 화학적 표면처리와 silane coupling agent로 화학적 표면처리 한 것이 의치상 레진과 이장재간의 결합력에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다.

그 결과 전단결합강도는 자가중합형 레진인 Vertex self curing resin과 경질이장재인 Kooliner 모두에서 MMA 95%와 TEGDMA 5%로 표면 처리한 것이 유의적으로 가장 높게 나왔고, TEGDMA가 5% 이상인 표면처리에서는 전단결합강도가 점점 감소하였다.

또한, silane coupling agent인 MPS를 표면 처리한 그룹이 Vertex self curing resin과 경질이장재인 Kooliner 모두에서 유의적으로 가장 높은 전단결합강도를 나타냈다.

Satas에 따르면 접착레진이 응집파괴를 일으킬 때 기계적 성질이나 기하매개변수에 의해 강성이 증가함에 따라 접착강도도 증가하다가 최고점에 달한 다음 감소한다고 보고되었고[30], TEGDMA가 레진과 상아질 접촉에 미치는 영향에서도 상아질에서의 인장접착강도 값이 6%까지는 증가하였지만 8%부터는 감소함을 나타내는 것으로 보고되었다[25].

가교제의 역할을 하는 TEGDMA가 과량 첨가된 표면처리에서는 레진의 물리적 성질을 개선시키고 이렇게 개선된 물리적 성질은 전단결합강도에도 영향을 미치나, 지나친 물리적 성질의 증가는 레진의 강도를 감소시키는 것을 알 수 있었다. 따라서 적절한 농도의 TEGDMA를 사용한 표면처리가 열중합 의치상용 레진과 이장재 간의 결합강도를 높일 수 있다고 할 수 있다.

또한 MMA와 TEGDMA이 혼합한 것은 레진의 물리적 성질을 개선시키고, silane coupling agent인 MPS를 혼합하여 레진의 표면에 도포한 것은 의치상 레진 표면에 새로운 물질이 적층되어 silane coupling agent의 효과를

증대시켰다.

본 연구에서 주사전자현미경으로 표면 처리한 시편을 살펴본 결과, silane coupling agent로 표면처리한 시편의 표면이 silane coupling agent로 인하여 의치상 레진 표면에 새로운 물질이 적층되어 별모양으로 변하여 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 MMA와 가교제 역할을 하는 TEGDMA의 농도별에 의한 화학적 표면처리와 silane coupling agent로 화학적 표면처리 한 것과 같이 적절한 화학적 표면처리는 의치상 레진과 이장재간의 결합력 증가에 영향을 미치지라 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 monomer에서 결합 증진에 많은 역할을 차지하는 MMA와 TEGDMA의 농도별에 의한 화학적 표면처리와 silane coupling agent를 처리한 것이 의치상 레진과 이장재간의 결합력에 미치는 영향에 대해 평가하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 자가중합형 레진인 Vertex self curing resin과 경질 이장재인 Kooliner 모두에서 MMA 95%와 TEGDMA 5%로 표면 처리한 것이 전단결합강도가 가장 높았다($P < 0.05$).
2. 자가중합형 레진인 Vertex self curing resin과 경질 이장재인 Kooliner 모두에서 TEGDMA 5%이상으로 표면 처리한 것은 전단결합강도가 점점 감소하였다.
3. Silane coupling agent인 MPS 5%로 표면 처리한 전단결합강도는 MMA 95%와 TEGDMA 5%로 표면 처리한 전단결합강도보다 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$).

References

[1] E. J. Nam, "A study for bond strengths of acrylic and silicone based soft lining materials", Dankook University, 1999.

[2] Jeong CM, "Atlas of Chairside Relining Technique", Seoul: Shinhung, 5-12, 2001.

[3] Kim GS, "The effect of denture cleansers on the bond strength and the surface hardness of relined resin to denture base resin", J Korean society Dent Prosthet, 41,4, 493-502, 2003.

[4] Y. M. Kim, "The study on the physical property of the permanent soft denture liners", Chonnam National University, 1999.

[5] Ducan JD, Clark LL, "The use of a soft denture liner for chronic residual ridge soreness", J Am Dent Assoc, 111:64-65, 1985.

[6] Kawano F, Dootz ER, "Comparison of bond strength of six soft denture liners to denture base resin", J Prosthet Dent, 68:368-371, 1992.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(92\)90347-D](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(92)90347-D)

[7] Sarac YS, Basoglu T, Ceylan GK, Sarac D, Yapici O, "Effect of denture base surface pretreatment on microleakage of a silicone-based resilient liner", J Prosthet Dent, 92:283-7, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2004.06.004>

[8] C. M. Jeong, "Effect of resin surface primers used for bonding chair-side relining resin to thermoplastic denture base resin", J Korean society Dent Mater 28(4):359-366, 2001.

[9] Chung CH, "Complete denture prosthodontics", Seoul:Jisung, 1:496-499, 1994.

[10] Ogle RE, Sorensen SE, Lewis EA, "A new visible light cured resin system applied to removable prosthodontics", J Prosthet Dent, 56:497-506, 1986.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(86\)90397-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(86)90397-5)

[11] M. C. Yoon, "Effect of denture base surface treatments on the tensile bond strength between a resilient liner and a processed denture base resin", Pusan National University, 2007.

[12] Takahashi Y, Chai J, "Assessment of shear bond strength between three denture relined materials and a denture base acrylic resin", Int J Prosthodont, 14(6):531-5, 2001.

[13] Siddesh CS, Aras MA, "In vitro evaluation of transverse strength of repaired heat cured denture base resins with and without surface chemical treatment", J Oral Prosthodont, 8:87-93, 2008.

[14] Canan B, "Flexural properties of repaired heat-polymerising acrylic resin after wetting with monomer and acetone", Gerodontology, 27:217-223, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1741-2358.2009.00321.x>

[15] Debora B. B, "Effect of monomer treatment and polymerisation methods on the bond strength of resin teeth to denture base material", Gerodontology, 26:225-231, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1741-2358.2008.00262.x>

[16] Hiroshi S, "Effect of surface preparation using ethyl

- acetate on repair strength of denture base resin”, Acta Odontol Scand, 64(3):159-63, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00016350500514808>
- [17] C. R. Leles, “Bonding strength between a hard chairside reline resin and a denture base material as influenced by surface treatment”, J Oral Rehabil, 28(12):1153-7, 2001
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2842.2001.00786.x>
- [18] Daniel MW, Francis LF, “Silane adsorption behavior, microstructure, and properties of glycidoxypolytrimethoxysilane-modified colloidal silica coatings” J colloid interface sci, 205(1):191-200, 1998.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jcis.1998.5671>
- [19] Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C, “Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics”, J Adhes Dent, 2(4):305-13, 2000.
- [20] Ortman HR, Ortman LF, “Denture refitting with today’s concepts and materials”, Dent Clin North Am, 19:269-290, 1975.
- [21] Ruyter IE, Svendsen SA, “Flexural properties of denture base polymers”, J Prosthet Dent, 43:95-104, 1980.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(80\)90362-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(80)90362-5)
- [22] Cucci AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Maria C, “Water sorption, solubility and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat polymerizing acrylic resins”, J Prosthet Dent, 80:434-438, 1998.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(98\)70008-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(98)70008-3)
- [23] S. Y. Kim, “The change in transverse strength of denture base after reline procedure”, Chonnam National University, 1999.
- [24] Khan Z, Fraunhofer JA, Razavi R, “The staining characteristics transverse strength and micro hardness of a visible light cured denture material”, J Prosthet Dent, 57:384-386, 1987.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(87\)90319-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(87)90319-2)
- [25] H. Y. Na, “Effect of crosslinking agent on the adhesion of barbituric acid-initiated resin to dentin”, J Korean society Dent Mater 28(2) :139 - 144, 2001.
- [26] Matinlinna JP, Ozcan M, Lassila LV, Vallittu PK, “The effect of a 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane and vinyltriisopropoxysilane blend and tris(3-trimethoxysilylpropyl)isocyanurate on the shear bond strength of composite resin to titaniummetal”, Dent Mater, 20(9):804-13, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2003.10.009>
- [27] Clancy JM, Boyer DB, “Comparative bond strengths of light-cured, heat-cured, and autopolymerizing denture resins to denture teeth”, J Prosthet Dent, 61(4):457-62, 1989.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913\(89\)90014-0](http://dx.doi.org/10.1016/0022-3913(89)90014-0)
- [28] Shen C, Colaizzi FA, Birns B, “Strength of denture repairs as influenced by surface treatment”, J Prosthet Dent, 52(6):844-8, 1984.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(84\)80016-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(84)80016-5)
- [29] Vallittu PK, Ruyter IE, “Swelling of poly(methyl methacrylate) resin at the repair joint” Int J Prosthodont, 10(3):254-8, 1997.
- [30] Satas D, Handbook of pressure sensitive adhesive technology(2nd Ed.), 124-127, New York:Van Nostrand Reinhold, 1989.
- [31] International Organization for standardization ISO 29022, “Dentistry-Dentistry – Adhesion – Notched edge shear bond strength test”, Geneva: Switzerland, ISO, 2013.

최 에스더(Esther Choi)

[정회원]



- 2004년 8월 : 중앙대학교 보건학과 (보건학 석사)
- 2012년 2월 : 원광대학교 치의학과 (치의학 박사 수료)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 해전대학교 치기공과 교수

<관심분야>
치과기공, 생체재료, 치과재료

권 은 자(Eun-Ja Kwon)

[정회원]



- 2000년 2월 : 단국대학교 보건행정학과 (보건행정학 석사)
- 2007년 8월 : 배재대학교 재료공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 해전대학교 치기공과 교수

<관심분야>
치과기공, 생체재료, 치과재료