수종의 의치상 레진과 레진치아의 전단결합강도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

이상욱·조인호·이준석

A Study on the Shear Bond Strength between Various Denture Bases Resin and Artificial Resin Teeth

Sang-Wook Lee, D.D.S., In-Ho Cho, D.D.S., M.S., Ph.D., Joon-Seok Lee, D.D.S., M.S.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

The bond strength of denture base resin and resin teeth, is an important factor in the long term prognosis of dentures. The purpose of this study is to find an appropriate combination of commercial denture base resin and artificial resin teeth according to shear bond strength.

In this study, the shear bond strength of various denture base resins (Vertex RS®(Dentimax Ziest, Holland), PERform®(Hedent GmbH., Germany), SR IVOCAP®(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein)) and resin teeth (SR Orthosit PE(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), Trubyte® Biotone®(Dentsply, U.S.A.)) was evaluated.

1. In comparison of denture resin, the shear bond strength increased in the order of IVOCAP®, PERform®, Vertex RS®.
2. In resin teeth, Trubyte® Biotone® showed higher strength, but there was no statistical difference between the groups.
3. According to loading direction, the lingual showed higher strength, but there was no statistical difference.
4. When using SR Orthosit PE, SR IVOCAP® showed significantly higher shear bond strength(p<0.05).
5. Fracture tendancy showed more cohesive fractures(59) than adhesive failures(13).

IVOCAP® showed the most superior results statistically. Trubyte®Biotone® showed the highest shear bond strength. When using the SR Orthosit PE, it is thought that IVOCAP® would present the most superior results.

Key words : Artificial teeth, Denture base resins, Shear bond strength.

수종의 의치상 레진과 레진치아의 전단결합강도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보철학교실

이상욱·조인호·이준석

Ⅰ. 서 론

인간 수명의 연장과 의술의 발달로 노인 인구는 계속 증가하는 추세에 있다. 더불어 부분 혹은 완전 무치악 환자의 수도 증가하고 있어, 의치의 필요성이 점차 늘어나고 있다. 의치상 레진과 레진치아간의 결합 강도는 의치의 내구성을 증진시켜, 장기적인 의치의 기능적 및 심미적 예후를 결정하는 중요한 요소 중 하나이다.

이상적인 의치상 재료는 생체 친화적이고, 경제적이며 강도가 커야하고, 구강 환경에서 우수한 열팽창성과 색조 안정성을 가지며, 수분흡수성이 낮아야 한다[1]. 임상에서 사용되는 의치상 재료로는 금속, 나일론, 에폭시 레진, 폴리카보네이트, 아크릴릭 레진 등이 있다. 그 중 아크릴릭 레진이 가장 널리 이용되고 있으며, 이는 아크릴릭 레진이 가공장비가 간단하고 강도, 심미성, 체적 안정성, 타액에 대한 저항성 등 많은 장점을 가지고 있기 때문이다[2]. 그러나 아크릴릭 레진을 이용한 의치도 의치상 파절이나 의치상 레진과 레진치아간의 접합실패로 인해 수리가 필요한 경우가 다수 발생하며[3], 이 중 접합실패에 의한 의치 수리는 전체 수리를 요하는 의치 실패의 1/3에 달한다[4]. 미국 치과의사협회 규격 15번[5]에 따르면 열중합법의 경우 레진치아는 아크릴릭 의치상용 레진과 화학적 결합을 형성하여야 하며, 그 결합의 강도는 31.0Mpa 이상이어야 한다고 하였고, Austrailian Standard 1626에서는 인장결합강도가 32.0Mpa 이상이어야 한다고 규정하고 있다. ISO 3336는 전단-인장강도를 규정하고 있으며[6], Japanese Standard 6506는 치아-의치상 결합에 대해 규정하고 있다[7]. 대한치과의사협회(KDA) 규격 제9호[8]에서는 레진치아와 의치상 레진간의 결합은 레진치가 아크릴릭 의치상용 레진과 화학적인 결합을 형성하여야 한다고 규정하였으나, 결합강도에 대한 구체적 언급은 하고 있지 않다.

Rupp등[9]은 전통적 열중합레진, 새로운 광학 아크릴릭 레진, 자가 중합 레진 중 열중합형 레진이 가장 안정적이라 보고하였고, 1993년 Darbar 등은 수선이 필요한 의치 손상 중 가장 흔한 것은 레진치아와 의치상 레진간의 결합력 부족으로 인한 치아 탈락이라 하였으며, 이는 전체 수선이 필요한 의치의 30%정도를 차지한다고 하였다[4]. Cunningham 과 Benington[3]은 의치상 레진과 레진치아간의 결합력은 치아표면 상태, 의치 온성 방법, 단량체 도포여부, 레진 병상 조작 시간 등에 영향을 받는다고 하였다. Thean등[10]은 의치상 레진과 레진치아의 탈락실험에서 접합면에서의 탈락보다 응집성 파절이 월등히 높게 나타났다고 하였으며, 이는 전체의 약 93%에 달한다고 보고하였다.

최근에는 의치 제작 시에 발생하는 의치상 재료에 의한 오차를 줄여, 의치의 적합도를 높이고, 레진치아의 물성 개발을 통하여 강도를 증진시키기 위한 다양한 노력들이 행해지고 있으며, 이의 일환으로 다양한 방법의 중합방법을 이용하는 의치상 레진 시스템과 다양한 성분의 레진치아가 개발되어 시판되고 있다. 하지만 아직 새로운 의치상 레진 시스템과 레진치아 간에 결합력에 관한 연구는 많지 않은 상태이다.

이에 본 실험에서는 수종의 의치상 레진과 레진치아의 전단결합강도에 관하여 실험하였고, 이를 비교분석한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고 하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

의치상 레진과 레진치아의 전단결합강도를 측정하기 위해 의치상 레진으로는 통상적인 열중합형 레진인 Vertex RS®(Dentimax Ziest, Holland), 주입식 레진인 PERform®(Hedent GmbH., Germany), 지속적 가압 주사식 레진인 SR IVOCAP®(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein)을, 레진치아는 강화형 치아인 SR Orthosit PE(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein)와 전통적인 레진치아인 Trubyte® Biotone®(Dentsply, U.S.A.)를 사용하였다.

2. 시편제작

1) SR Orthosit PE와 Trubyte® Biotone® 각 레진치아 당 36개씩의 상악 제1소구치를 선택하여, 총 72개의 치아를 준비하였다. 치아를 균일한 길이로 절단한 후 절단면을 No. 220 사포를 이용하여 연마하고, 초음파 세척기에서 20분간 세척을 시행하였다.
2) 몰드를 이용하여, Instron의 wedge action grip에 고정시키기에 적정한 크기인 직경 30mm, 높이 20mm의 원통형으로 납형을 제작하였다
3) 3종의 의치상 레진으로 대체될 각 24개씩의 납형에 SR Orthosit PE 12개, Trubyte® Biotone® 12개씩을 연결하여, 온성을 시행하였다.
4) 온성이 끝난 시편은 과도한 의치상 레진을 제거한 후 상온의 100% 습도에 보관하였다.

3. 연구방법

1) 실험군의 분류

의치상 레진에 따라, 레진치아에 따라, 힘을 가하는 방향에 따라 실험군을 다음과 같이 12군으로 분류하였다(Table 1).

2) 전단결합강도 측정

Cross head speed를 1.0mm/min으로 설정한 만능역학 실험기(Instron®3344, Instron Corporation, U.S.A.)를 이용하여, 전단결합 강도를 측정하였다.

Table 1. Classification of experimental group

Group	Denture Base Resin	Artificail Teeth	Loading Direction	No. of Specimen
IOB	SR IVOCAP®	SR Orthosit PE	Buccal	6
IOL			Lingual	6
ITB		Trubyte® Biotone®	Buccal	6
ITL			Lingual	6
POB	PERform®	SR Orthosit PE	Buccal	6
POL			Lingual	6
PTB		Trubyte® Biotone®	Buccal	6
PTL			Lingual	6
VOB	Vertex RS®	SR Orthosit PE	Buccal	6
VOL			Lingual	6
VTB		Trubyte® Biotone®	Buccal	6
VTL			Lingual	6

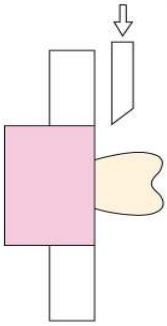

Fig. 1. Diagram of testing apparatus for shear bond strength.

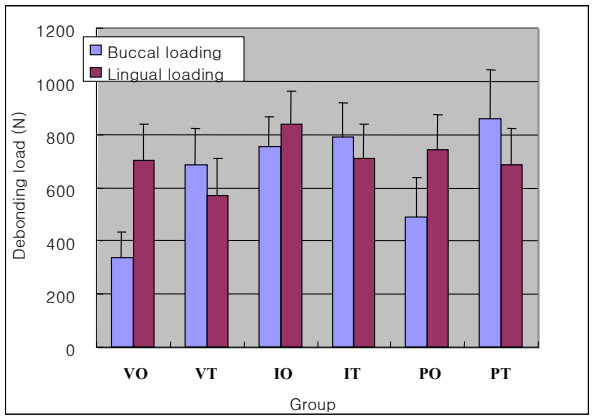

Fig. 2. Graph of mean and standard deviation for shear bond strength.

3) 탈락양상 검사

각 시편의 결합 실패 양상을 검사, 분류하였다.

4) 통계분석

통계처리는 SPSS® V10.0 for windows(SPSS Inc., U.S.A.)를 이용하여 시행하였다. 각 군들이 정규분포를 확인하기 위하여 K-S test(Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit test)를 시행하였고, 각 요소가 결과에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 3-way ANOVA test, One-way ANOVA test, Duncan의 multiple range test, t-test를 시행 하여 각 군 간의 유의성을 분석하였다($p<0.05$).

Table 2. Results of multiple range test for shear bond strength according to denture base resin

	SR IVOCAP®	PERform®	Vertex RS®
SR IVOCAP®			
PERform®			
Vertex RS®	*		

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

Ⅲ. 연구성적

Fig. 2는 각 실험군의 평균 전단결합강도와 표준편차를 그래프로 나타낸 것으로 VOB에서 가장 낮은 338.8N을 PTB에서 가장 높은 858.0N의 값을 보이며 VOB와 VOL간에, POB와 POL간에는 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$).

1) 의치상 레진에 따른 비교.

SR IVOCAP®이 774.4N으로 가장 높은 값을 나타내었으며, PERform®이 693.8N, Vertex RS® 가 574.9 N의 평균 전단결합강도를 보였으며, SR IVOCAP®과Vertex RS®간에는 통계적으로 유의한 차가 보여진다($p<0.05$).(Table 2)

2) 레진치아에 따른 비교.

Trubyte® Biotone®이 717.0N, SR Orthosit PE가 645.1N의 평균 전단결합강도를 나타내었으며(Table 3), independent sample test결과로서 Trubyte®와 SR Orthosit PE간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

Table 3. Mean shear bond strength and SD according to artificial teeth(unit : N)

Teeth	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Trubyte® Biotone®	36	717.0	161.7	27.0
SR Orthosit PE	36	645.1	211.2	35.2

Table 4. Result of independent sample test according to artificial teeth

	Levene's Test		t-test for Equality of Mean			
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed	3.501	.066	-1.623	70	.109	-71.9306
Equal variances not assumed			-1.623	65.554	.109	-71.9306

Table 5. Mean shear bond strength according to loading direction(unit:N)

Loading Direction	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Buccal	36	653.5	224.2	37.4
Lingual	36	708.5	146.9	24.5

Table 6. Result of independent sample test according to artificial teeth

	Levene's Test		t-test for Equality of Mean			
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed	6.570	.013	-1.232	70	.222	-55.0306
Equal variances not assumed			-1.232	60.361	.223	-55.0306

3) 힘의 방향에 따른 비교.

lingual loading시 708.5N, Buccal loading시 653.5N의 평균 전단결합강도를 나타내어 .설측에서 힘을 가한 경우가 협측에서 힘을 가한 경우보다 더 높은 전단결합강도를 나타내었다(Table 5). 하지만 independent sample test결과 힘의 방향에 따라 통계적으로 유의한 차이는 없었으며(Table 6), 특징적으로 VOB와 VOL간에, POB와 POL간에는 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$).

4) 각 레진치아에 대한 의치상 레진에 따른 비교.

① SR Orthosit PE에 대한 의치상레진의 전단결합강도.

Table 7는 SR Orthosit PE 레진치아와 각 의치상 레진간의 전단결합강도를 나타내고 있으며, SR Orthosit PE와 SR IVOCAP® 간의 전단결합강도가 가장 높으며 이는 다른 두 의치상 레진과의 결합 강도와 통계적으로 유의한 차를 나타낸다($p < 0.05$).

Table 7. Result of multiple range test for shear bond strength of denture base resin when using SR Orthosit PE resin teeth

Denture Base Resin	N	Subgroup($p < 0.05$)	
		1	2
Vertex RS®	12	521.5	
PERform®	12	616.1	
SR IVOCAP®	12		797.6
Sig.		.211	1.000

② Trubyte® Biotone®에 대한 의치상 레진의 전단결합강도.

Table 8는 Trubyte® Biotone® 레진치아와 각 의치상 레진간의 전단결합강도를 나타내고 있으며, Trubyte® Biotone®와 PERform®간의 결합에서 가장 높은 값을 나타내었으나 통계적인 유의성은 없었다.

Table 8. Result of multiple range test for shear bond strength of denture base resin when using Trubyte® Biotone® resin teeth

Denture Base Resin	N	Subgroup(p < 0.05)	
		1	2
Vertex RS®	12	628.2	
SR IVOCAP®	12	751.2	751.2
PERform®	12		771.5
Sig.		.211	1.000

5) 파절양상

접합면에서 탈락이 일어난 경우는 13개, 응집성 파절이 일어난 경우는 의치상 파절 26개, 레진치아 파절 12개, 혼합파절 21개로 총 59개에서 응집성 파절양상을 보였으며 각 군간에 유의성은 없었다.

V. 총괄 및 고안

의치는 자연치가 소실된, 부분 혹은 완전 무치악 환자에서 저작, 심미, 발음 등을 수복해 줄 수 있는 가장 보편적인 대체물이다. 인간 수명이 연장되어 노인인구가 점차 증가함에 따라 의치의 수요도 점점 늘어나고 있으며, 의치의 파절이나 레진치아의 탈락 등에 의해 의치 수리를 필요로 하는 경우가 빈번하여 많은 의치 장착자들이 불편을 호소하고 있다[3]. 실제로 수리가 필요한 의치의 약 30% 정도가 의치상과 레진치아의 탈락이라고 보고 되어지고 있다[4].

의치상 레진 중합법으로는 전통적인 열중합법이 임상에서 가장 많이 사용되어 왔는데, 열중합법은 중합온도에 따라 결합력에 차이를 나타내고[11,12], 의치 제작 시 중합 수축으로 인하여, 의치의 고경변화와 완성된 의치의 접합성 불량이 나타난다. 이와 같은 의치상 레진의 변형 요인은 레진 단량체의 중합수축, 수분 흡수, 가열, 건조, 내부 기포, 내부 응력의 유리 및 의치상 레진의 구조 등이 있다[13,14].

의치상 레진의 성질을 개선하기 위한 새로운 중합법에는 마이크로웨이브 중합법, 가압 중합법, 주입 중합법, 주사주입 중합법 및 지속적 가압 주사식 중합법 등이 있다[2,13-18]. 마이크로웨이브를 이용한 중합법[19-21]은 의치의 색상변화와 파절이 적고, 짧은 중합 시간, 균일한 병상화, 간단한 기공과정 등의 장점이 있다. 반면 금속성 의치함을 사용하는데 있어 문제점이 있다는 단점이 있으며, 온성 후 기포 발생이 많아 기능 시 응력집중과 변형 및 인장강도 저하의 원인이 된다. 가압 중합법은 특별한 장치가 요구되지 않으나, 의치온성 중 중합 수축이 발생하고 의치의 체적 안정성이 매몰재에 의하여 많은 영향을 받는다는 단점이 있다. 주사식 주입 중합법은 사용 되어지는 중량체와 관계없이 체적 변화가 크며 정확도가 낮다. 지속적 가압 주사식 중합법의 경우 온성 중 발생하는 중합 수축을, 지속적으로 압력을 가하여 레진을 주입함으로써 보상할 수 있다는 장점이 있고, 반면 고가의 장비가 필요하다는 단점이 있다[14,22].

본 실험에서는 전통적 열중합형 레진인 Vertex RS® 레진과, 진공 주입 방식 PERform® INKOVAC System과 지속적 가압 주사식 레진인 SR IVOCAP® System을 이용하였으며, 열중합형 의치상 레진의 경우 현재 임상적으로 가장 많이 사용되고 있는 중합법으로서 지속적 가압 주사식과 진공 주입 방식은 새로이 개발되어 사용량이 증가되는 중합법이기 때문에 실험군에 포함시켰다.

본 실험 결과, 의치상 레진에 따른 평균 전단결합강도는 SR IVOCAP®, PERform®, Vertex RS®의 순으로 높은 전단결합강도를 나타내었으며, SR IVOCAP®과 Vertex RS®간에는 유의한 차이를 보였다. 이 결과는 열중합형 의치상 레진이 가장 높은 결합력을 가진다는 이전의 연구들과는 다른 결과를 보이고 있다[16,23-26]. 하지만 이전 연구에 사용되었던 의치상 레진은 자가 중합형, 가시광선 중합형 등으로, 새로이 개발되는 재료들과의 결합강도 실험이 부가적으로 시행되어야 할 것으로 사료된다.

레진치아의 물리적 성질을 개선하려는 노력으로부터 재료의 가교결합에 대한 연구가 시작되었다[27]. 의치용 레진치아는 의치상 레진과 우수한 결합을 형성하지만 linear polymethyl- methacrylate로 구성되어 있어 마모 저항성이 낮은 단점이 있는 전통적인 레진치아와, 가교결합을 통하여 재료의 물리적 성질은 개선되었지만 의치상용 레진과의 결합력이 떨어진다는 문제점을 가지고 있는 강화형 레진치아로 크게 나눌 수 있다[27-31].

의치상 레진과 레진치아의 결합강도를 증가시키기 위한 노력이 오래전부터 다양하게 진행 되어 왔

으며, 현재에도 많은 연구가 행해지고 있다. 레진치아와 의치상 레진과의 결합강도는 각 물질의 가교결합, 단량체의 활성, 중합 과정 중의 오염정도 등의 요소에 의해 영향 받는다[26,28,32,33]. 가교결합 정도가 증가될수록 의치상으로부터 MMA 단량체가 침투하기에는 polymer chain network의 크기가 너무 작아진다[34]. 따라서 고도로 가교결합된 레진치아와 의치상 레진간 결합력은 약화된다. 그러므로 물성의 장점은 그대로 유지하고 치아 의치상간 결합을 증진 시키는 데는 linear PMMA를 포함시키는 것이 필요하다.

본 실험에서는 통상의 아크릴릭 레진치아인 Trubyte® Biotone®과 colloidal silica 필러를 첨가하여 강화시킨 SR Orthosit PE를 이용하였으며, 본 실험에서 시행한 레진치아에 따른 평균 전단결합강도는 이 등의 연구에서와 같이 전통적인 형태의 레진치아인 Trubyte® Biotone®에서 강화형 레진치아인 SR Orthosit PE 보다 높은 전단결합강도를 나타내었으나 통계적으로는 유의한 차이가 없었다[35]. 레진치아의 경우 의치상 레진과의 화학결합력 뿐만 아니라 ridge lap 형태나 유지구의 형태, 단량체 도포 여부, 치아가 의치상 레진에 함입된 깊이 등에도 큰 영향을 받으므로, 이에 대한 부가적인 연구가 필요하다[31,36-39].

정상적인 교합양상을 가진 의치의 경우 저작 시 상악 치아는 협측으로, 하악 치아는 설측으로 측방력이 가해지게 되기 때문에, 본 실험에서는 힘의 방향에 따른 전단결합강도의 크기 변화 유무를 살펴보기 위하여 협, 설측으로 힘의 방향에 따라 다른 군으로 설계하여 실험하였다. 실험 결과, 가해지는 힘의 방향에 따른 비교에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 설측에서 힘을 가한 경우가 협측에서 힘을 가한 경우보다 높은 수치를 보였다. 이는 치아 협면에 심미성 증진을 위하여 첨가한 경질레진에 의한 결합력의 약화로 생각할 수 있다.

각 레진치아와 의치상 레진간의 전단결합강도는 SR Orthosit PE의 경우, SR IVOCAP®, PERform®, Vertex RS®의 순으로 높은 전단결합강도를 나타내었으며, SR IVOCAP®과의 결합강도는 다른 두 의치상 레진과의 전단결합강도와 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으며, Trubyte® Biotone®의 경우 PERform® 에서 가장 높은 전단결합강도를 나타내었으나 통계적으로 유의성을 갖지는 못했다. 이결과로 볼 때 레진치아를 SR Orthosit PE를 선택하여 사용한다면 의치상 레진은 SR IVOCAP®을 선택하는 것이 유리하다고 생각할 수 있다.

본 연구에서는 또한 의치상과 레진치아간의 파절양상에 대해서도 관찰하였으며, 계면에서의 접합실패(adhesive failure)보다 재료 자체의 응집성 실패(cohesive failure)를 주로 나타내어, Caswell과 Norling의 연구결과와 유사한 양상을 보였다[10,36]. 의치상 레진과 레진치아간 계면이 아닌 다른 부위에서의 파절은 계면에서의 결합 강도가 재료의 파절강도보다 더 강하다는 것을 의미한다고 볼 수 있다[35]. 따라서 의치상 레진과 레진치아의 부착 시 이물질에 의한 오염 등의 탈락요인이 없다면 치아의 탈락보다 의치상레진의 파절이나 치아 자체의 파절이 더 문제가 될 것으로 생각되며, 의치상 레진과 레진치아 자체의 강도를 증진시키기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

더불어 구강내는 반복적인 온도의 변화와 타액 등에 노출되어 있는 불리한 환경이라는 점을 고려할 때, 실험의 정확도를 높이기 위하여 구강내 환경의 정확한 재현을 위하여 열순환 처리(thermocycling) 등을 이용한 향후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 시판되고 있는 수종의 의치상 레진과 레진치아 중 의치상 레진은 SR IVOCAP®과 PERform®과 Vertex RS®를 사용하였고, 레진치아는 SR Orthosit PE와, Trubyte® Biotone®을 이용하여 전단결합강도를 측정하였고 각군에서 측정된 값들은 ANOVA 검정 및 Duncan의 multiple range test, t-test를 시행 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 의치상 레진 종류에 따른 비교에서 SR IVOCAP®, PERform®, Vertex RS® 순으로 높은 전단결합강도를 나타내었으며, SR IVOCAP®과 Vertex RS® 간에는 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).
2. 레진치아 종류에 따른 비교에서, Trubyte® Biotone®이 SR Orthosit PE보다 높은 전단결합강도를 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3. 하중 방향에 대한 비교에서는 설측이 협측보다 더 높은 전단결합강도를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
4. 레진치아에 따른 의치상 레진과의 전단결합강도는 SR Orthosit PE의 경우, SR IVOCAP®이 통계적으로 다른 두 의치상 레진보다 높게 나타났으며(p<0.05), Trubyte® Biotone®의 경우 PERform®에서 가장 높은 전단결합강도를 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

5 파절 양상을 볼 때, 응집성 파절(59개)이 접합면 파절(13개) 보다 월등히 높게 나타났다.

이상의 결과에서 의치상 레진은 SR IVOCAP®이 통계적으로 가장 좋은 결과를 보였으며, 레진치아는 Trubyte® Biotone®이 높은 전단결합강도를 보였으나 통계적으로 유의성은 없었으며, SR Orthosit PE의 경우 SR IVOCAP®과 다른 두 의치상 레진에 비하여 통계적으로 높은 전단결합강도를 나타내었다. 따라서 임상적으로 의치의 재료를 선택할 때 의치상 레진은 SR IVOCAP®을 사용하는 것이 좋으며, 레진치아는 결합력 뿐 아니라 심미성, 마모저항 등 여러 가지 물성을 고려하여 선택하여야 한다. 만약 레진치아로 SR Orthosit PE을 이용한다면 의치상 레진은SR IVOCAP®을 사용하는 것이 좋을 것으로 사료 된다. 더불어 파절 양상은 대부분이 응집성 파절을 나타내었으며, 이의 해결을 위해 재료 자체의 강도를 증진시키기 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Brien R. International Prosthodontic Workshop. The University of Michigan 1972;June 12-15.
2. Anderson GC, Schulte JK, Arnold TG. Dimensional stability of injection and conventional processing of denture base acrylic resin. J Prosthe Dent 1988; 60:394-398
3. Cunningham JL, Benington IC. An investigation of the variables which may affect the bond between plastic teeth and denture base resin. J Dent 1999;27:129-135.
4. Darbar UR, Huggett R, Harrison A, Williams K. The tooth-denture base bond. stress analysis using the finite element method. Eur J Prosthodont Restor Dent 1993;1:117-120.
5. ADA Guide to Dental Materials and Devices. v.1: 101-102.
6. ISO 3336. Dentistry-Synthetic Resin Teeth, International Organization for Standardization. 1977.
7. JIS 6506. Acrylic Resin Teeth, Japanese Stansard Association. 1989.
8. KDA Specification No. 9. Acrylic Resin Teeth, Korean Dental Association Specification.
9. Rupp NW, Bowen RL, Paffenbarger GC. Bonding cold curing denture base acrylic resin to acrylic resin. J Am Dent Assoc 1971;83:601-606.
10. Thean HP, Chew CL, Goh KI. Shear bond strength of denture teeth to base: a comparative study. Quintessence Int 1996;27:425-428.
11. Buyukyilmaz S, Ruyter IE. The effects of polymerization temperature on the acrylic resin denture base-tooth bond. Int J Prosthodont. 1997;10:49-54.
12. Marchack BW, Yu Z, Zhao XY, White SN. Adhesion of denture tooth porcelain to heat-polymerized denture resin. J Prosthet Dent 1995;74:242-249.
13. Pickett HG, Appleby RG. A comparison of six acrylic resin processing techniques. JADA 1970;80:1301-1320.
14. Schmidt KH. The SR-Ivocap® system and the structure of denture bases. Quintessence Int 1975;26:59-62.
15. Garfunkel E. Evaluation of dimensional changes in complete dentures processed by injection-pressing and the pack-and-press technique. J Prosthet Dent 1983;50:757-761.
16. Huggett R, John G, Jagger RG, Bates JF. Strength of the acrylic denture base tooth bond. Br Dent J 1982;153:187-190.
17. Hwang SW, Chung MK. Comparative tensile bond strength of heat-cured, cold-cured, and light cured denture base resins bonded to continuous-pressure injection type denture base resin. J Korean Acad Prosthodont 1993;31.
18. Ogle RE, Sorensen SE, Lewis EA. A new visible light-cured resin system applied to removable prosthodontics. J Prosthet Dent 1986;56:497-506.
19. Geerts GA, Jooste CH. A comparison of the bond strengths of microwave- and water bath-cured denture material. J Prosthet Dent 1993;70:406-409.
20. Kimura H, Teraoka F, Sugita M. Application of microwave for dental technique(Part3). Development of model materials for microwave polymerization. J Osaka Univ Dent Sch 1987;27:41-50.

21. Schneider RL, Curtis ER, Clancy JM. Tensile bond strength of acrylic resin denture teeth to a microwave- or heat-processed denture base. J Prosthet Dent 2002;88:145-150.
22. Eun SS, Kweon HS, Chung CH. A study on the physical properties and volumetric stability of SR-ivocap resin system. J Korean Acad Prosthodont 1998;36.
23. Barpal D, Curtis DA, Finzen F, Perry J, Gansky SA. Failure load of acrylic resin denture teeth bonded to high impact acrylic resins. J Prosthet Dent 1998;80: 666-671.
24. Clancy JM, Hawkins LF, Keller JC, Boyer DB. Bond strength and failure analysis of light-cured denture resins bonded to denture teeth. J Prosthet Dent 1991;65: 315-324.
25. Jeong SJ, Kim KS, Cho IH. Light microscopic examination on the bonding of denture base resin and acrylic resin teeth. Dankook Univ. M.S. thesis 1998.
26. Yanikoglu DN, Duymus DZ, Bayindir DF. Comparative bond strengths of autopolymerizing denture resin and light cured composite resin to denture teeth. Int Dent J 2002;52:20-24.
27. Craig RG. Rertorative Dental Materials. St. Louis, C. V. Mosby Co. 1985;458-480.
28. Anderson JS. The strength of the joint between plain and copolymer acrylic teeth and denture base resin. Br Dent J 1958;107:317-320.
29. Kawara M, Carter JM, Ogle RE, Johnson RR. Bonding of plastic teeth to denture base resins. J Prosthet Dent 1991;66:566-571.
30. Smith DC. The acrylic denture. Br Dent J 1961;18: 257-267.
31. Takahashi Y, Chai J, Takahashi T, Habu T. Bond strength of denture teeth to denture base resins. Int J Prosthodont 2000;13:59-65.
32. Morrow RM, Matvias FM, Windeler AS, Fuchs RJ. Bonding of plastic teeth to two heat-curing denture base resins. J Prosthet Dent 1978;39:565-568.
33. Schoonover IC, Fischer TE, Serio AF, Sweeney WT. Bonding of plastic teeth to heat-cured denture base resins. J Am Dent Assoc 1952;44:285-287.
34. Suzuki S, Sakoh M, Shiba A. Adhesive bonding of denture base resins to plastic denture teeth. J Biomed Mater Res 1990;24:1091-1030.
35. Lee JH, Kim CW, Kim YS. An experimental study of the bond strength of denture teeth bonded to denture base materials. J Korean Acad of Prosthodonti 1996;34.
36. Caswell CW, Norling BK. Comparative study of the bond strengths of three abrasion-resistant plastic denture teeth bonded to a cross-linked and a grafted, cross-linked denture base material. J Prosthet Dent 1986;55: 701-708.
37. Chai J, Takahashi Y, Takahashi T, Habu T. Bonding durability of conventional resinous denture teeth and highly crosslinked denture teeth to a pour-type denture base resin. Int J Prosthodont 2000;13: 112-116.
38. Sorensen SE, Fjeldstad E. Bonding of plastic teeth to acrylic resin denture base material. Odont Tidskrift 1961;69:467-477.
39. Spratley MH. An investigation of the adhesion of acrylic resin teeth to dentures. J Prosthet Dent 1987;58:389-392.

Correspondence to: In-Ho Cho, D.D.S., M.S., Ph.D.
Department of Prosthodontics, college of Dentistry, Dankook Univ. 7-1, Shinbu-Dong, Chunan, Chungnam, 330-716, Korea, E-mail: cho8511@dku.edu