

상악 총의치 정중 파절 수리 시 금속선 및 유리섬유의 보강효과 비교

이정이 · 조재영 · 윤미정 · 전영찬 · 정창모 · 허중보*

부산대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

Comparison of metal wire reinforcement and glass fiber reinforcement in repaired maxillary complete denture

Jung-Ie Lee, DDS, Jae-Young Jo, DDS, MSD, Mi-Jung Yun, DDS, MSD, PhD,

Young-Chan Jeon, DDS, MSD, PhD, Chang-Mo Jeong, DDS, MSD, PhD, Jung-Bo Huh*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University, Yangsan, Korea

Purpose: This study compared fracture strength and fracture modes between metal wire reinforcement and glass fiber reinforcement in repaired maxillary complete denture.

Materials and methods: In this study, fracture was reproduced on center of maxillary complete dentures and the denture was repaired with auto-polymerizing resin. The experimental groups (n = 10) were subjected to the following condition: without reinforcing material (control group), reinforcing with metal wire (W group), reinforcing with glass fiber pre-impregnated with light-curing resin (SES MESH, INNO Dental Co., Yeoncheon, Korea, G group). The fracture strength and fracture modes of a maxillary complete denture were tested using Instron test machine (Instron Co., Canton, MA, USA) at a 5.0 mm/min crosshead speed. The flexure load was applied to center of denture with a 20 mm diameter ball attachment. When fracture occurred, the fracture mode was classified based on fracture lines. The Kruskal-wallis test and the Mann-whitney U test were performed to identify statistical differences at $\alpha=.05$.

Results: W group showed the highest value of fracture strength, there was no significant difference ($P>.05$) between control group and G group. Control group and W group showed anteroposterior fracture mainly, group W showed adhesive fracture of denture base and reinforcing material.

Conclusion: In limitation of this study, the glass fiber did not improve the fracture strength of repaired maxillary complete denture, and adhesive failure was occurred along the lines of glass fiber. (*J Korean Acad Prosthodont* 2013;51:284-91)

Key words: Glass fiber; Fracture of denture; Denture repair

서론

현재 국내에서 75세 이상 노인을 대상으로 한 레진상 완전틀니 보험 급여화가 전면적으로 시행됨에 따라 레진상 의치에 대한 관심이 높아지고 있다. 과거 의치 보험급여를 시행해온 외국에서 시행된 연구들을 살펴보면 레진 의치상 손상의 가장 흔한 문제는 의치상의 파절이나 파괴로, Vallittu 등은 Finland에서 시행한 연구에서 가철성 의치의 손상 중 64%가 의치상 파절이라고 보고하였으며, Hargreaves²는 의치상 파절의 63%가 의치

제작 후 3년 이내에 발생하였다고 보고하였다. Darbar 등³은 3개 기공소에서 수리한 의치들 중 29%가 상악 총의치에서 발생한 정중 파절의 수리라고 하였다.

아크릴릭 레진은 조작성, 심미성, 조직 적합성 등의 장점으로 인해 의치상 재료로 가장 많이 사용되지만, 굴곡 피로 강도와 충격 저항이 낮은 한계를 가진다.⁴ 레진 의치상의 파절은 의치상 적합 불량, 부적절한 균형 교합, 구개형태, 과도한 교합력, 사용 중 의치의 변형 등으로 생긴 굽힘력이 장기간에 걸쳐 작용하여 굴곡 피로가 발생하거나 충격이 가해졌을 때 발생하게

*Corresponding Author: Jung-Bo Huh

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University,

Beomeo-ri, Mulgeum-eup, Yangsan, 626-870, Korea

+82 55 360 5130; e-mail, neoplasia96@hanmail.net

Article history: Received September 2, 2013 / Last Revision September 16, 2013 / Accepted September 27, 2013

*This study was supported by Clinical Research Grant, Pusan National University Dental Hospital (2012).

© 2013 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

된다.²³ 레진 의치상 파절을 예방하기 위하여 금속이나 유리섬유 등의 보강재를 이용하여 파절 강도를 높이고자 많은 연구^{5,18}가 시행되었으며, 의치가 파절 되었을 경우 수리된 의치상의 파절 강도를 높이기 위한 여러 방법들이 연구되었다.¹⁹⁻³¹ 특히, 레진 의치상 수리에 주로 사용되는 자가중합레진의 강도는 열중합레진의 18-81%에 불과하다는 연구결과가 보고되었기 때문에,²⁰⁻²⁷ 추가적으로 금속이나 섬유(fiber)와 같은 보강재가 사용되어 왔다.

금속보강재는 비교적 술식이 간단하고 저렴하기 때문에 의치상 강화에 널리 사용된다. 금속보강재를 사용할 경우 아크릴릭 레진의 파절저항이 증가되었으며,⁵ 주조금속이 가장 효과적으로 파절저항을 증가시킨다고 하였다.⁶ 금속선 보강재를 이용한 연구에서는 금속선의 형태가 round wire, half-round wire, braided form으로 갈수록 낮은 보강효과를 나타내었고, 금속선의 굵기가 커질수록 보강효과가 커짐을 보고하였다.⁷ 금속보강재는 예상 파절선에 수직으로 위치시켜야 하며,¹¹ 응력이 집중되는 구개 전방부 뿐 아니라 의치상 후방부에도 함께 보강했을 때 파절 저항이 가장 높게 나타났다.⁵ 그러나 금속보강재는 레진과 접착되지 않으며, 보강재 주위로 스트레스가 집중되며 레진이 약화되는 등의 문제점을 가진다.²⁸ 금속보강재와 레진과 접착을 위하여 모래분사나 금속접착제 사용과 같은 전 처리에 관한 연구가 많으나 그 효과에 관해서는 의견이 분분하다.⁷⁻¹¹

의치상 레진의 보강에 사용되는 섬유의 종류는 유리섬유, 아라미드 섬유(aramid fiber), 탄소섬유 등이 있는데, 아라미드 섬유와 탄소섬유는 그 색깔로 인한 비심미성, 연마불량 등의 문제점 때문에 잘 쓰이지 않는 반면 유리섬유에 관한 연구는 활발하게 계속되어져 왔다.³²⁻³⁶ 보강방법에 따라 전체 의치상을 유리섬유로 보강하는 TFR (total fiber reinforcement) 방법과 약한 부분만을 정확하게 보강하는 PFR (partial fiber reinforcement) 방법으로 나눌 수 있다. PFR의 경우, 의치상에서 가장 높은 인장력을 받는 부위에 유리섬유를 위치시킬 수 있고, 조작이 쉬우며, 파절의 재발을 방지하므로 파절부위 수리에 용이하다.^{29,31} 유리섬유는 동일한 방향으로 놓일 때 최대강도를 보이므로, unidirectional monolayer glass fiber를 MMA액이나 PMMA와 MMA혼합액에 담근 FRC (Fiber-reinforced composite)를 보강재로 사용할 수 있다.^{12,30,37} FRC를 레진의치상의 보강재로 사용하였을 때 금속보강재와 유사한 굴곡 강도를 보인다는 보고가 있으며,¹³ FRC를 압축부위보다 인장부위에 두었을 때 굴곡 강도와 굴곡 계수가 더 높고,¹⁴ 반복된 구부림에 더 잘 저항한다는 연구도 있다.¹⁵ 의치상 보강효과는 유리섬유의 함량에 따라 달라지는데, 유리섬유 망사의 경우 30 vol%에서 굴곡 강도와 충격흡수 에너지가 최대치를 보인다고 보고되었고,³⁸ 작게 자른 유리섬유의 경우 자가중합 PMMA의 분말/액 질량의 1%의 유리섬유를 첨가했을 때 횡단 강도가 가장 높지만,^{16,21} 연속된 형태의 유리섬유는 58 wt%의 함량에서 최대의 횡단 강도를 보인다고 한다.³⁷

이상과 같이 파절 된 아크릴릭 레진 의치상 수리에 사용할

수 있는 보강재에 대한 많은 연구가 있어왔으나, 대부분 2차원의 시편을 대상으로 하였고 상악 총의치의 3차원적인 기하학적 요소를 반영하여 보강재의 효과를 조사한 연구는 거의 없었다. 본 연구에서는 상악 아크릴릭 레진상 총의치의 정중 파절부에 금속선과 유리섬유 보강재를 사용하여 수리하였을 때, 수리된 상악 총의치의 파절 강도와 파절 양상을 비교해 보고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 열중합형 의치상용 레진(Vertex RS, Vertex Dental B.V., Zeist, Netherlands)을 이용하여 의치를 제작하였다. Vertex RS resin은 95% Methyl Methacrylate, 5% crosslinker 그리고 1% accelerator로 구성되어 있고, 85.2 Mpa의 굴곡 강도를 가진다.³⁹ 의치상 수리에 사용된 자가중합형 의치상용 레진(Vertex SC, Vertex Dental B.V., Zeist, Netherlands)의 굴곡 강도는 68 Mpa⁴⁰ 열중합레진의 80%정도에 상당한다. 보강재로는 0.45 mm 두께의 광중합형 레진에 미리 함침시킨 유리섬유(SES Strip, INNO Dental Co., Yeoncheon-gun, Korea)와 직경 1.0 mm 둥근 금속선을 사용하였다. 금속선의 두께가 굵어질수록 파절 저항은 커지나 주변 레진의 두께 감소 및 스트레스 집중으로 인한 파절이 증가되므로²⁹ 최대의 효과를 나타내는 최소의 두께 선정이 필요하였다. Jeong과 Jeon¹⁷은 최소 1.0 mm 이상의 두께에서만 금속선의 개수 증가로 인한 추가적인 보강효과를 얻을 수 있다고 하였으므로 직경 1.0 mm의 둥근 금속선을 선택하였다.

2. 연구 방법

1) 주모형 제작

금속 및 유리섬유 보강재의 효과에 관한 이전 연구¹⁸에서 사용되었던 방법을 참고하여 의치의 구개 중앙부 조직면에 하중



Fig. 1. Edentulous model with recess for ball attachment.

을 가할 수 있도록 주모형을 제작하였다.^{5,18} 상악 무치악 모형(B-3 NH, Frasaco, Tettang, Germany)에 굴곡하중시험 동안 스테인리스스틸 소재의 구형 하중체를 수용할 수 있도록 구개 중앙부를 변형시켜 20 mm의 금속구의 일부를 접착시켰다(Fig. 1). 실리콘 인상재(Imprint II, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)와 레진 트레이(Vertex Trayplast NF, Vertex Dental B.V., Zeist, Netherlands)를 이용하여 무치악 모형의 인상을 채득한 후 초경석고(Die Keen, Heraeus Kulzer, NY, USA)를 부어 주모형을 제작하였다.

2) 실험 의치 제작

열가소성 수지와 진공소성법을 이용하여 가능한 한 2.5 mm의 균일한 두께를 가지는 기초상을 제작하였다. 기초상 위에 교합제를 제작하였으며 교합제를 따라 인공치를 배열한 후 실리콘 인상재를 이용해 첫 번째 납의치의 치아배열을 채득한 후, 이를 이용하여 다른 시편에서도 동일한 치아배열이 되도록 하였다. 마몰 후, 왁스 및 기록상을 제거하였고, 의치상용 레진을 혼합하여 병상기에 레진을 주입한 후 제조사의 지시에 따라 의치를 온성하였다. 온성된 의치는 통법에 따라 마무리한 후 인공치의 교두를 평탄면 상에서 사포를 이용하여 연마하여 모든 인공치의 교두가 한 평면상에 위치하도록 하였다.

3) 시편 제작

실험군은 세 군으로 나누었다. 보강재 없이 자가중합레진으로 수리한 대조군, 금속선으로 보강하여 자가중합레진으로 수리한 W 군, 유리섬유로 보강하고 자가중합레진으로 수리한 G 군으로 나누고 군당 10개씩의 시편을 제작하였다. 보강재의 매입위치는 금속선이 상악 총의치의 전방부와 후방부에 위치시켰을 때 가장 높은 굴곡하중을 보였다는 이전 연구를 참고하여, 전방부와 후방부로 정하였다. 준비한 의치상을 정중 파절을 재연하기 위해 정중선을 따라 순측절흔에서 의치상 후연 중앙지점까지 시상방향으로 분할하였다(Fig. 2A). 시편 중 20개는 보강재가 위치할 공간을 만들기 위해 전방부와 후방부에 일정한 홈을 만들었다. 전방부는 좌측 제1대구치에서 우측 제1대구치까지 인공치의 구개측 치은연 하방 3.0 mm 부위에 폭 2.5 mm, 길이 60 mm, 깊이 2.0 mm가 되도록 U자 모양으로 형성

하였고, 후방부는 좌우측 제2대구치의 후방에 정중선에 수직이 되도록 폭 2.5 mm, 길이 35 mm, 깊이 2.0 mm의 홈을 형성하였다. 이전 연구에 따라^{5,18} 파절면은 균일한 3 mm의 공간이 생기도록 다듬고 상응하는 의치상의 주모형을 mold 삼아 확인하였다. 절단면은 butt joint가 되도록 연마하였다. W 군을 위한 직경 1.0 mm의 둥근 금속선을 60 mm, 35 mm의 길이로 잘라서 형성한 홈에 맞게 플라이어로 구부렸다(Fig. 2B). G 군을 위한 유리섬유는 60 mm, 35 mm의 길이로 잘라서 형성한 홈에 잘 맞게 적합시킨 후(Fig. 2C) 광중합기(Elipar Freelight2, 3M Dental Product, St. Paul, MN, USA)로 30초간 광중합 하였다.

4) 의치의 수리

주모형에 분리재를 바른 뒤 상응하는 시편을 유틸리티 왁스로 고정하였다. 레진 의치상과 수리용 자가중합레진 간의 결합 강도를 증진시키기 위해 Leles 등⁴⁾의 연구에 근거하여 자가중합레진(Vertex SC, Vertex Dental B.V., Zeist, Netherlands)의 단량체를 절단면 및 보강재를 위한 형성면에 바른 뒤, 제조사의 지시에 따라 혼합하여 병상기 때 주입하였다. 중합수축을 보상하기 위해 약간 과량의 자가중합레진을 주입하였다. 이때 대조군은 자가중합레진 만을 주입하였고, W 군은 미리 형성해놓은 금속선을, G 군은 미리 광중합 시킨 유리섬유를 홈에 위치시킨 후 자가중합레진을 주입하였다. 물이 담긴 러버볼에 시편을 담그고 5 기압 하에서 중합시켰다. 중합과정이 완료된 후 과량의 레진을 다듬고 굴곡 하중 시험 전 48시간 동안 37도의 증류수에 담귀 두었다.

5) 굴곡 하중 시험

비례한도에서의 굴곡 강도를 Instron test machine (Instron Co., Canton, MA, USA)을 이용해 하중방향으로 5.0 mm/min의 속도를 부여하여 측정하였다(Fig. 3). 하중은 20 mm의 지름을 가진 구형 하중체(Fig. 4)를 통해 의치에 전달되었다. 하중을 가하는 부위는 수직하중이 실험 의치에 균등히 분산될 수 있도록 의치 제작 시 미리 하중체와 동일한 곡률을 가지는 함요부를 형성하여 함요부 상에 하중이 가해지도록 설계하였다.



Fig. 2. Location of reinforcement materials in midline fracture of maxillary complete denture. A: without reinforcement (control group), B: with metal wire reinforcement (group W), C: with glass fiber reinforcement (group G).

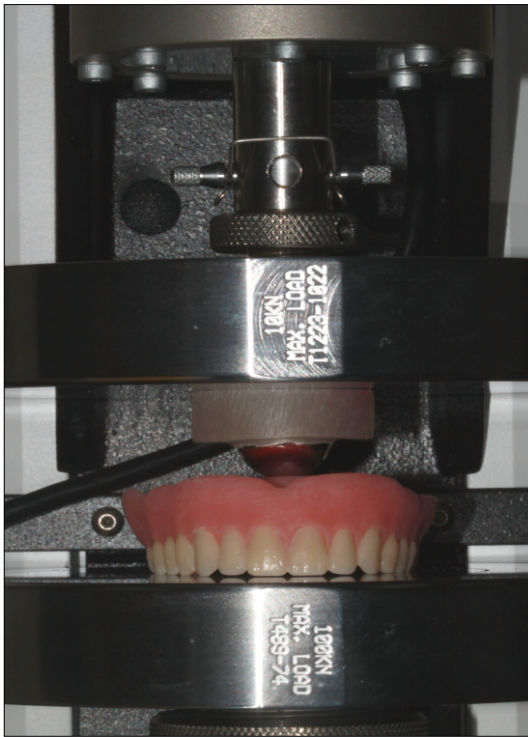


Fig. 3. Flexural load test using ball attachment.

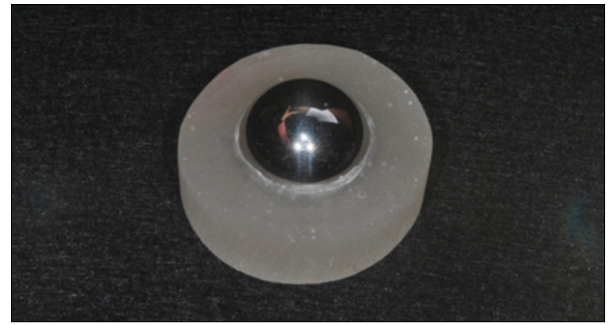


Fig. 4. Flexural load test using ball attachment.

Table 1. Mean and Standard deviation of fracture strength (kgf) and Kruskal-Wallis test

Group	N	Fracture strength (kgf) (mean \pm SD)	Kruskal-Wallis χ^2 (H)	P value
Control	10	117.14 \pm 20.018		
G	10	116.50 \pm 18.921	9.492	.009*
W	10	149.75 \pm 26.292		

*P means statistically significant P value under 0.05.

G, Glass fiber reinforced group; W, Wire reinforced group.

Table 2. Mann-Whitney U test result of fracture strength (P value)

Group	Control	G	W
Control	-	0.910	0.048*
G	0.910	-	0.032*
W	0.048*	0.032*	-

*P means statistically significant P value under 0.05.

G, Glass fiber reinforced group; W, Wire reinforced group.

6) 파절 양상 분석

굴곡 강도 시험 후 나타난 실험 의치의 파절 양상을 관찰하였다. 파절의 방향과 위치에 따라 다음의 5가지로 나누었다.

- (1) 전후방파절: 전후방으로 파절
- (2) 전방파절: 정중부를 기준으로 전방으로만 파절
- (3) 후방파절: 정중부를 기준으로 후방으로만 파절
- (4) 정중국소파절: 정중부에서만 국소적으로 파절선이 관찰됨
- (5) 보강선을 따른 파절

7) 통계분석

SPSS (IBM SPSS Ver.19, Chichago, IL, USA)를 사용하여 통계분석 하였다. 파절 강도 평가를 위하여 세 군의 '최대값 압축하중'을 정규성 검정 후 Kruskal-wallis의 H검정을 시행하였고, Mann-whitney의 U검정을 이용하여 사후검정 하였다($P=.05$).

결과

1. 의치 파절 강도

세 군의 압축하중 값은 대조군 117.14 ± 20.018 kgf, G 군 116.50 ± 18.921 kgf, 그리고 W 군 149.75 ± 26.292 kgf로 나타났으며 금속선으로 보강한 W 군에서 가장 큰 압축하중을 보였으나($P<.05$), 대조군과 G 군에서는 통계적 유의성을 보이지 않았다(Table 1, 2).

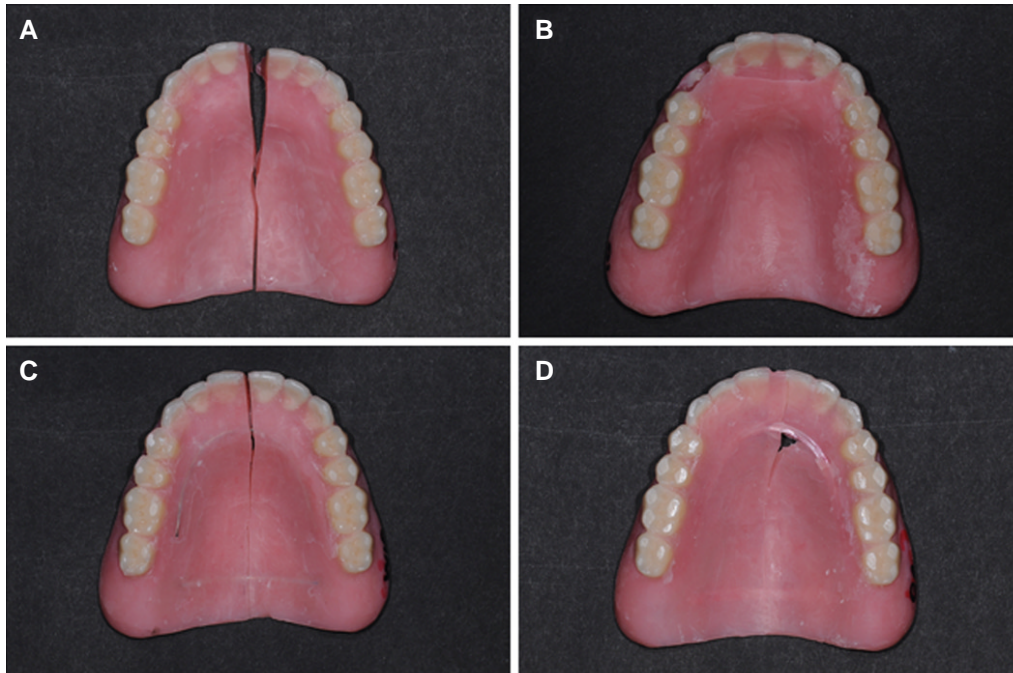
2. 의치 파절 양상 분석

의치의 파절 양상을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 대조군에서는 7개의 시편이 순측절흔에서 시작하여 후방으로 이어지는 전후방 파절의 양상(Fig. 5A)을 보였으나 2개는 좌우 협측절흔과 전방 치조정 부위를 가로지르는 파절양상(Fig. 5B)을 보였다. 나머지 하나는 절흔과 관계없이 협측 플랜지에서 시작한 전후방 파절양상이었다. W 군의 경우 10개 시편 모두 순측절흔에서 시작하는 전후방 파절양상을 보였다(Fig. 5C). 전방부의 파절 및 변형이 더 도드라지고 후방부로 갈수록 변형은 거의 없고 파절선도 희미한 양상을 보였으며, 조직면 쪽은 온전한 경우도 3개의 시편에서 관찰되었다. G 군의 경우 1개의 시편을 제외하고는 모두 전방부에 보강한 유리섬유를 따라 부가적인 파절선이 형성되어 연마면의 레진이 불균일하게 탈락하여 유리섬유가 드러났고(Fig. 5D), 2개의 시편에서는 유리섬유의 절단도 관찰되었다.

Table 3. Fracture mode of dentures (n = 10 in each group)

Group	Anteroposterior	Anterior	Posterior	Partial fracture on center area	Along the lines of reinforcement
Control	7	3	-	-	-
G	1	-	-	-	9
W	10	-	-	-	-

G, Glass fiber reinforced group; W, Wire reinforced group.

**Fig. 5.** Fracture mode of denture. A: anteroposterior fracture in control group, B: anterior region fracture in control group, C: anteroposterior fracture in group W, D: fracture along the lines with reinforcement in group G.

고찰

잔존치조골은 흡수가 일어나는데 비하여, 구개측은 변화가 적기 때문에 의치 장착 후 골흡수가 발생하면 정중구개부가 지렛대 지점으로 작용하여 교합력에 의한 굽힘력이 작용하게 된다. 본 실험에서는 저작력이 가해졌을 때 의치상에 가해지는 굽힘력을 재현하기 위하여 고정된 부분을 교합면으로 하고 하중을 구개정부에 두었다.

금속선 표면처리의 효과에 대해서는 의견이 분분하며 제조사에서는 어떠한 처리도 권장하지 않으므로, 본 실험에서는 보다 간단하고 효율적인 수리를 위해 전 처리를 하지 않았다. 이번 실험 결과 W 군의 압축 강도는 대조군 및 G 군보다 유의하게 컸으며, 금속선과 레진의 경계부 실패는 한 건도 발생하지 않았다. 한편 유리섬유를 보강재로 사용하는 경우, 파절선에 수직으로 놓인 unidirectional monolayer glass fiber를 의치상의 인장부위에 두었을 때 보강효과가 가장 좋다는 보고가 있으며,²⁶ Takahashi 등¹⁸은 유리섬유의 보강위치는 굴곡변형, 파절하중 등

에 영향을 미치지 않았다고 보고하였으므로, 의치상의 최대인장부가 구개 전방부이고, 금속보강재와 비교를 위해 금속선의 매입위치와 같은 전방(전치부 치조제의 구개측)과 후방에 매입하였다.

파절양상을 살펴보면 30개의 시편 중 27개가 순축절흔을 포함한 파절을 나타내었으며, 협축절흔까지 포함한다면 29개의 시편이 절흔과 관련된 파절양상을 보였다. 또한 후방연으로 갈수록 변형이 적어지거나 파절선이 회피해지는 양상을 보인 것으로 보아, 순절흔은 응력집중원으로 작용하며, 후방연 쪽은 연속적인 구조를 가지므로 응력집중원이 없어 후방에 위치한 보강재에 의해 균열의 진행이 비교적 잘 차단된 것으로 보인다. 이로 미루어 보아, 파절은 순절흔으로부터 시작되어 후방으로 진행된다는 것을 알 수 있다. 대조군의 경우는 모든 시편에서 균열 없이 완전한 파절을 보였으나, W 군과 G 군에서는 전방부와 연마면의 파절선은 명확하였으나 조직면의 파절선은 없거나 희미한 균열선만 관찰되었다. 이는 의치상용 레진이 압축 강도에는 강하나 인장 강도에 약한 취성 재료이기 때

문에 보강 재료들에 의해 어느 정도 인장 강도가 보강된 결과라 사료된다. 의치상의 응력 분포를 살펴보면 압축 응력은 조직면을 향해 일어나고 특히 치조제 하방에서 큰 수치를 보이는 반면, 인장 응력은 그 외에 모든 연마면에서 발생하고 특히 순면과 절치 구개면에서 높다.¹⁷ 따라서 가장 큰 인장 응력을 나타내는 순면 및 절치 구개면에서 대부분의 파절이 일어난 것이 설명되고, 압축 강도가 강한 특성 때문에 조직면의 파절 경향이 적은 것이라 사료된다.

전후방 단순 파절이 발생한 W 군과는 달리 G 군에서는 9개의 시편에서 전방의 보강재를 따라 이차적인 파절선이 형성되었다. 정중선의 파절선은 하중의 방향과 같은 방향으로 취성 파절이고, 이차적인 파절선은 의치상 레진과 유리섬유의 접착 실패로 생긴 것으로 보강재가 스트레스를 차단하지 못하고 오히려 전파경로로 사용된 것을 볼 수 있다. 또한 전후방 파절선은 균열에 가까운 것인 반면, 전방 보강재를 따라 생긴 이차적인 파절선은 보강재가 드러나거나 파절되었을 뿐 아니라 정중 파절선과 연합하여 의치상 레진 덩어리가 완전 탈락되는 경우까지 있는 등 파절양상이 복잡하여 차후의 수리가 더 어려워질 것이 예상된다.

많은 연구에서 methacrylate resin에 함침시킨 유리섬유(FRC)로 보강했을 때 아크릴릭 레진의 굴곡 강도가 높아짐을 보고하고 있다. Tsue 등¹³의 연구에서, 직경 1.0 mm인 clasp wire의 보강효과가 1.13인데 반해 5.0 mm 너비, 0.5 mm 두께의 FRC의 보강효과는 1.35 (20 μ m glass fiber)-1.57 (30 μ m glass fiber)에 이른다고 하였다. 이렇게 보강효과에 본 연구와 현저한 차이가 나는 이유는 본 실험에서 사용된 유리섬유의 너비가 2.5 mm로 Tsue 등¹³이 사용한 것의 1/2에 불과한 크기 때문인 것으로 사료된다. 또한 너비 5.0 mm인 FRC를 사용하여 보강하더라도, 전방부 보강형태인 U자 모양으로 성형을 하면 Tsue 등¹³의 결과와 동등한 보강효과를 나타내는 것에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

일반적으로 PMMA를 유리섬유로 강화하는 경우 유리섬유의 비율이 높아질수록 굴곡 강도가 증가하지만 복합재료 내 유리섬유가 최적 비율 이상으로 높아지면 PMMA와 유리섬유 간 젖음성 저하로 인해 기포함유량이 증가하여 강도가 떨어진 다. 이 실험에서는 폭 3.0 mm, 두께 0.45 mm의 유리섬유 리본을 사용하였는데, 직경 1.0 mm인 wire보다 더 얇은 두께에도 불구하고 접착실패가 일어났고 대조군보다 낮은 파절 강도를 보였다. 이것이 유리섬유의 비율이 높아서인지, 유리섬유의 보강재로서의 한계 때문인지는 좀 더 다양한 연구가 필요한 듯 하다.

결론

본 연구에서는 광중합형 레진에 미리 함침시킨 유리섬유를 보강재로 사용하여 상악 레진상 총의치의 정중 파절 수리를 시행한 경우, 금속선과 비교하여 파절 강도와 파절 양상을 알아보았다.

1. 파절 강도를 측정한 결과 유리섬유를 이용하여 보강하는 경우 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았으며($P>.05$) 금속선 보강재가 가장 효과가 좋았다.
2. 금속선 보강과 대조군에서는 전후방파절 양상이 주로 나타난 반면, 유리섬유를 이용하여 보강한 경우 유리섬유 보강재를 따라 파절이 진행되었다.

References

1. Vallittu PK, Lassila VP, Lappalainen R. Evaluation of damage to removable dentures in two cities in Finland. *Acta Odontol Scand* 1993;51:363-9.
2. Hargreaves AS. The prevalence of fractured dentures. A survey. *Br Dent J* 1969;126:451-5.
3. Darbar UR, Huggett R, Harrison A. Denture fracture-a survey. *Br Dent J* 1994;176:342-5.
4. Smith DC. The acrylic denture. Mechanical evaluation, midline fractures. *Br Dent J* 1961;110:257-67.
5. Yoshida K, Takahashi Y, Shimizu H. Effect of embedded metal reinforcements and their location on the fracture resistance of acrylic resin complete dentures. *J Prosthodont* 2011;20:366-71.
6. Takahashi T, Gonda T, Maeda Y. Influence of reinforcing materials on strain of maxillary complete denture. *Acta Odontol Scand* 2013;71:307-11.
7. Vallittu PK, Lassila VP. Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *J Oral Rehabil* 1992;19:225-30.
8. Vallittu PK, Lassila VP. Effect of metal strengthener's surface roughness on fracture resistance of acrylic denture base material. *J Oral Rehabil* 1992;19:385-91.
9. 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;60:570-6.
10. Vallittu PK. Effect of some properties of metal strengtheners on the fracture resistance of acrylic denture base material construction. *J Oral Rehabil* 1993;20:241-8.
11. Ruffino AR. Effect of steel strengtheners on fracture resistance of the acrylic resin complete denture base. *J Prosthet Dent* 1985;54:75-8.
12. Vallittu PK. Dimensional accuracy and stability of polymethyl methacrylate reinforced with metal wire or with continuous glass fiber. *J Prosthet Dent* 1996;75:617-21.
13. Tsue F, Takahashi Y, Shimizu H. Reinforcing effect of glass-fiber-reinforced composite on flexural strength at the proportional limit of denture base resin. *Acta Odontol Scand* 2007;65:141-8.
14. Narva KK, Lassila LV, Vallittu PK. The static strength and modulus of fiber reinforced denture base polymer. *Dent Mater* 2005;21:421-8.
15. Narva KK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Flexural fatigue of denture base polymer with fiber-reinforced composite reinforcement. *Composites Part A* 2005;36:1275-81.
16. Stipho HD. Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethyl methacrylate. *J*

- Prosthet Dent 1998;79:580-4.
17. Jeong CM, Jeon YC. Reinforcement of acrylic resin metal wire. J Korean Acad Prosthodont 1996;34:823-32.
 18. Takahashi Y, Yoshida K, Shimizu H. Effect of location of glass fiber-reinforced composite reinforcement on the flexural properties of a maxillary complete denture in vitro. Acta Odontol Scand 2011;69:215-21.
 19. Ward JE, Moon PC, Levine RA, Behrendt CL. Effect of repair surface design, repair material, and processing method on the transverse strength of repaired acrylic denture resin. J Prosthet Dent 1992;67:815-20.
 20. Stipho HD, Stipho AS. Effectiveness and durability of repaired acrylic resin joints. J Prosthet Dent 1987;58:249-53.
 21. Stipho HD. Repair of acrylic resin denture base reinforced with glass fiber. J Prosthet Dent 1998;80:546-50.
 22. Lin CT, Lee SY, Tsai TY, Dong DR, Shih YH. Degradation of repaired denture base materials in simulated oral fluid. J Oral Rehabil 2000;27:190-8.
 23. Thean HP, Chew CL, Goh KI, Norman RD. An evaluation of bond strengths of denture repair resins by a torsional method. Aust Dent J 1998;43:5-8.
 24. Vallittu PK, Ruyter IE. Swelling of poly(methyl methacrylate) resin at the repair joint. Int J Prosthodont 1997;10:254-8.
 25. Dar-Odeh NS, Harrison A, Abu-Hammad O. An evaluation of self-cured and visible light-cured denture base materials when used as a denture base repair material. J Oral Rehabil 1997;24:755-60.
 26. Berge M. Bending strength of intact and repaired denture base resins. Acta Odontol Scand 1983;41:187-91.
 27. Rached RN, Powers JM, Del Bel Cury AA. Repair strength of autopolymerizing, microwave, and conventional heat-polymerized acrylic resins. J Prosthet Dent 2004;92:79-82.
 28. Minami H, Suzuki S, Kurashige H, Minesaki Y, Tanaka T. Flexural strengths of denture base resin repaired with autopolymerizing resin and reinforcements after thermocycle stressing. J Prosthodont 2005;14:12-8.
 29. Vallittu PK. Glass fiber reinforcement in repaired acrylic resin removable dentures: preliminary results of a clinical study. Quintessence Int 1997;28:39-44.
 30. Kostoulas I, Kavoura VT, Frangou MJ, Polyzois GL. Fracture force, deflection, and toughness of acrylic denture repairs involving glass fiber reinforcement. J Prosthodont 2008;17:257-61.
 31. Narva KK, Vallittu PK, Helenius H, Yli-Urpo A. Clinical survey of acrylic resin removable denture repairs with glass-fiber reinforcement. Int J Prosthodont 2001;14:219-24.
 32. Yazdanie N, Mahood M. Carbon fiber acrylic resin composite: an investigation of transverse strength. J Prosthet Dent 1985;54:543-7.
 33. DeBoer J, Vermilyea SG, Brady RE. The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. J Prosthet Dent 1984;51:119-21.
 34. Mullarky RH. Aramid fiber reinforcement of acrylic appliances. J Clin Orthod 1985;19:655-8.
 35. Lee KP, Kelly DP, Kennedy GL Jr. Pulmonary response to inhaled Kevlar aramid synthetic fibers in rats. Toxicol Appl Pharmacol 1983;71:242-53.
 36. Dunnigan J, Nadeau D, Paradis D. Cytotoxic effects of aramid fibres on rat pulmonary macrophages: comparison with chrysotile asbestos. Toxicol Lett 1984;20:277-82.
 37. Vallittu PK, Lassila VP, Lappalainen R. Transverse strength and fatigue of denture acrylic-glass fiber composite. Dent Mater 1994;10:116-21.
 38. Jang J, Han S. Mechanical Properties of Glass-fiber Mat/PMMA Functionally Gradient Composites, Composite: Part A 1999;30:1045-53.
 39. Vertex-dental. <http://www.vertex-dental.com/en/products/18-en/26/142-vertex-rapid-simplified/>, 2013/10/23.
 40. Vertex-dental. <http://www.vertex-dental.com/en/products/19-en/26/155-vertex-self-curing/>, 2013/10/23.
 41. Leles CR, Machado AL, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC. Bonding strength between a hard chairside reline resin and a denture base material as influenced by surface treatment. J Oral Rehabil 2001;28:1153-7.

상악 총의치 정중 파절 수리 시 금속선 및 유리섬유의 보강효과 비교

이정미 · 조재영 · 윤미정 · 전영찬 · 정창모 · 허중보*

부산대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

연구 목적: 상악 레진상 총의치의 정중 파절부에 금속선과 유리섬유 보강재를 사용하여 수리하였을 때 파절 강도 및 파절 양상을 비교해 보고자 하였다.

연구 재료 및 방법: 본 연구에서는 상악 의치의 정중부 파절을 재현한 뒤, 자가중합레진과 보강재를 사용하여 수리하였다. 보강재의 종류에 따라 3개의 군(대조군, 보강재 없음; W 군, 금속선; G 군, 섬유유리)으로 나누었으며, 각 군당 10개의 시편을 제작하였다. Instron test machine (Instron Co., Canton, MA, USA)으로 5.0 mm/min의 크로스헤드 속도를 부여하여 파절 강도를 구하였으며, 이때 하중은 20 mm의 지름을 가진 구형 하중체를 통해 의치 중심부에 전달되었다. 파절 강도 시험 후 나타난 의치의 파절 양상을 분석하였다. Kruskal-wallis test와 Mann-whitney U test를 이용하여 $\alpha=0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과: 파절 강도는 W 군에서 가장 높은 값을 보였고, 대조군과 G 군 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 대조군과 W 군에서는 전후방파절 양상을 주로 보였고, G 군에서는 보강재를 따라 파절되는 양상을 주로 보였다.

결론: 본 연구의 한계 내에서, 상악 총의치의 수리 시 유리섬유 보강재를 이용하는 경우 파절 강도가 향상되지 않았으며($P>0.05$), 유리섬유 보강재를 따라 접착 실패를 보이는 파절 양상이 나타났다. (대한치과보철학회지 2013;51:284-91)

주요단어: 유리섬유; 의치파절; 의치수리

*교신저자: 허중보

626-870 경상남도 양산시 물금읍 범어리

부산대학교 치의학전문대학원 치과보철학교실

055-360-5130; e-mail, neoplasia96@hanmail.net

원고접수일: 2013년 9월 2일 / 원고최종수정일: 2013년 9월 16일 / 원고채택일: 2013년

9월 27일

© 2013 대한치과보철학회

© 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.

*본 연구는 2012년도 부산대학교치과병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.