

탄소섬유 첨가에 따른 의치상 레진의 탄성력 관찰

김 호 성

부산가톨릭대학교 치기공학과 (치과기공기재분과학회 회원)

Study on a Change of Mechanical Property of denture Resin by Carbon Fiber Filler Content

Ho-Sung Kim

Department of Dental Laboratory Science, Catholic University of Pusan

[Abstract]

Purpose: This study is a mechanical strength supplementation of denture base resin Polymethyl methacrylate (PMMA) is in general use for denture base resin of the partial and full denture, however, The polymerization process of PMMA is not stabilized. Because of compatibility problems, preceding studies were performed, which were enhancing mechanical strength(Camilo Machado 2007),(Ana M. 2008), addition filler to materials property(Ayse Mese, 2008), self curing method(Hiroshi Shimizu, 2008).

Methods: The carbon fiber and polyacetal filler, reinforced the mechanical strength for improving the stability of denture base resin were supplemented to the self cured resin. The Modulus of elasticity and the restoring force were calculated by tensile test.

Results: The strengths of the heat and self cured resin were respectively decreased and increased, when the filler was supplemented to the denture base resin and the modulus of elasticity of both heat and self cured resin were not increased, when the filler was supplemented to the denture base resin.

Conclusion: The restoring forces of self cured resin containing 10% filler were increased, when the filler was supplemented to the denture base resin.

●Key words : Carbon Fiber, Modulus of Elasticity, Polymerization, Restoring Force

교신저자	성명	김 호 성	전화	051-510-0599	E-mail	smchoi@cup.ac.kr	
	주소	부산광역시 금정구 부곡동 부산가톨릭대학교 치기공학과					
접수일	2014. 8. 13		수정일	2014. 9. 12		확정일	2014. 9. 22

I. 서론

치과용 재료들 중 고분자 재료는 중합을 통한 높은 분자량을 가지는 재료로 중합물질과 중합과정에서 다양한 성능 및 기능으로 설계 할 수 있다. 그리고 중합에 의하여 성형작업이 다소 쉬워 치과용 수복재료로 널리 사용되고 있다.

의치상 재료로 사용되는 고분자 재료는 중합기전과 중합방법에 따라 서로 다른 특성을 가진다. 의치상용 고분자 재료는 현재 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethyl methacrylate, PMMA)를 널리 사용하고 있으며 일반적으로 의치상 아크릴 레진(denture base acrylic resin) 또는 의치상 레진(denture base resin)이라 명명하고 있다(Bell, 1951).

의치상 레진인 PMMA는 methyle methacylate의 분자단위로 분말상(powder)의 다량체(multimer)와 액상(liquid)의 단량체(monomer)로 공급되며 혼합하여 중합과정을 거쳐 중합체(Polymer)가 된다(김영수 등, 1995). 현재 의치상 제작 재료로는 열중합 방식의 의치상 레진을 널리 사용하고 있다. 열중합에 의한 의치상 레진은 심미성, 강도, 조직친화성 등에서 양호한 것으로 보고 되고 있다. 하지만 수분 또는 타액에 의한 팽창과 중합작업에서 일어나는 변형으로 인하여 의치의 적합성이 불량하다는 보고가 있다(황승우, 1993).

열중합 방식의 의치상 레진의 적합성 불량 문제는 체적변화가 원인인 것으로 판단된다. 이러한 체적변화는 의치상 제작 시 의치상용 레진을 중합하기 위한 과정에서 매몰과 온성(heat cure) 그리고 의치상 레진 주입 시 발생하는 것으로 보고되었다(Smith, 1962).

이러한 의치상의 적합도의 문제점을 보완하기 위하여 의치상 레진의 기계적인 강도 보완을 위한 연구(Camilo Machado et al, 2007), (Mese & Guzel, 2008)와 의치상 레진의 물성보완을 위한 충전제(filler)를 첨가한 연구(Ayse Mese, 2008) 그리고 열중합 방식이 아닌 자가중합 방식의 레진을 사용한 연구(Hiroshi Shimizu et al, 2008)등 많은 연구가 진행, 보고되었다. 이와 같은 의치상 레진의 적합도 향상을 위한 연구보고를 고찰해 볼 때 의치상 레진의 물성보완이 적합성을 향상시킬 것으로 사

료되며 의치상 레진의 물성보완을 위한 하나의 방법으로 기계적인 특성을 보강하는 것이 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 의치상 레진의 기계적 특성 보강을 위하여 레진 충전제인 필러(filler)를 혼합하여 기계적 특성 변화에 미치는 탄소섬유 첨가효과를 관찰하고자 하였다. 연구에 사용된 의치상 레진에 기계적 특성 보강을 위하여 탄소섬유(carbon fiber)와 폴리아세탈(Polyacetal)이 혼합된 필러를 사용하였다(김형식, 1995).

필러는 준비된 의치상 레진에 일정한 무게분율(wt%)로 혼합하여 각각의 중합법에 의하여 시편을 제작하여 인장시험을 실시하였으며 인장시험을 통하여 탄성계수(Modulus of elasticity)와 탄성력(restoring force)을 산출하였다. 이상의 결과들을 이용하여 탄소섬유첨가에 따른 의치상 레진의 기계적 특성을 고찰 하였다.

II. 연구 방법

1. 실험 재료

실험에 사용된 의치상 레진은 PMMA 성분의 의치상 레진으로 자가중합 의치상 레진을 소재로 사용하였다. 의치상 레진에 기계적 특성 향상을 위하여 혼합한 필러는 폴리아세탈을 함유한 탄소섬유를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Properties of polyacetal

Properties	Polyacetal
Specific gravity	1.42
Tensile strength	700 kgf/cm ²
Elongation	30%
Bending strength	980 kgf/cm ²
Bending modulus	28,800 kgf/cm ²

2. 시편 제작

의치상 레진의 적합성 향상을 위한 기계적 특성 변화를 관찰하기 위하여 준비된 소재를 이용하여 <Fig. 1>와 같은 시편을 제작하였다. 시편은 준비된 의치상 레진에 탄소섬유를 3가지의 무게비율로 5%, 10%, 15% 혼합하여

실험군을 설정하고 탄소섬유를 혼합하지 않은 의치상 레진을 대조군으로 시편을 제작 하였다(Fig. 1, Table 2).

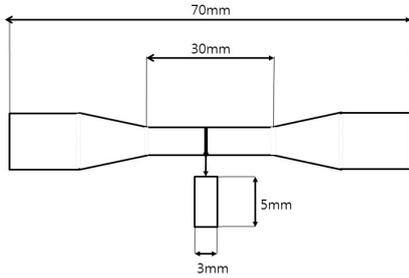


Fig. 1. Shape of specimens

Table 2. Grouping of specimens

Specimens	
Pcon	Control Group
R5	
R10	Experimental Group
R15	

3. 실험 방법

1) 인장강도 시험

의치상 레진의 기계적 특성 보강을 위해 레진 충전제인 탄소섬유를 혼합하여 기계적 특성 변화를 관찰하고자 인장강도 시험을 실시하였다. 인장강도 측정을 위한 장비는 MTS (MTS 858 Bionix Test System, U.S.A)를 이용하였으며, 인장력 측정을 위한 전용 인장 jig를 이용하였다. 시험은 lower jig는 고정으로 upper jig에서 load를 가하였고 displacement는 하부에서 상부로 인장하였다. 인장 이동 속도는 0.5mm/min으로 하였다. 시험 결과data는 초당 5개를 load와 displacement data로 PC를 통하여 저장하였으며 load와 displacement를 취득 저장하였다. 인장시험 결과를 이용하여 응력(stress)과 변형(strain)의 그래프로 기계적 강도 분석을 실시하였다.

2) 탄성계수 및 탄성산출

의치상 레진의 기계적 특성 보강을 위해 레진 충전제인 탄소섬유를 혼합하여 기계적 특성 변화를 관찰하고자 인장시험을 실시하여 구해진 응력 (stress)과 변형 (strain)의 그래프를 이용하여 탄성계수와 탄성력을 산출하였다.

인장탄성계수 탄성계수(E)는 인장응력 (σ)과 인장변형도 (ε)을 이용하여 산출하였다(식 1, 2).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/A_0}{\Delta l/l_0} = \frac{Fl_0}{A_0 \Delta l} \quad (\text{식 1})$$

인장시험에 의한 탄성력 (F)는 탄성체의 탄성계수 (k)를 인장변형량으로 나누어 산출하였다.

$$F = \frac{k}{\Delta l} \quad (\text{식 2})$$

III. 결 과

1. 인장강도 결과

의치상 레진의 기계적 특성 보강을 위한 레진 충전제인 탄소섬유를 혼합하여 인장강도 시험을 실시하였다. 인장 시험 결과를 이용하여 파절강도와 응력(stress) 그리고 변형(strain)을 측정하였다. 이들 결과를 이용하여 응력-변형 그래프를 작성하였다. 시편들의 인장강도를 측정된 결과 Pcon시편에서 859.37N, P5시편에서 704.64N, P10시편에 790.93N 그리고 P15시편에서 397.66N로 측정되었다(Table 3).

Table 3. Mechanical strength of specimens

Specimens	Fracture strength	strain	stress
	N	ε	σ
Pcon	859.37	31.84	57.29
P5	704.64	20.90	46.97
P10	790.93	42.86	52.72
P15	397.66	19.53	26.51

2. 탄성계수 및 탄성력 산출결과

의치상 레진의 기계적 특성 관찰을 위한 탄성계수와 탄성력을 산출한 결과 탄소섬유를 첨가하지 않은 시편들을 대조군으로 하여 탄소섬유를 5%, 10%, 15%의 비율로 첨가한 군들을 실험군으로 설정하여 비교하였다. 그 결과 Pcon시편의 탄성계수는 56 MPa 탄성력은 0.05 N으로 나

타났다. P5시편의 탄성계수는 46 MPa 탄성력은 0.03 N으로 나타났으며, P10시편의 탄성계수는 51 MPa 탄성력은 0.04 N으로 나타났으며, P15시편의 탄성계수는 26 MPa 탄성력은 0.01 N으로 나타났다(Table 4). 탄성계수와 탄성력 산출결과, 대조군들에 비하여 탄소섬유를 첨가한 실험군들의 탄성계수는 감소하는 것으로 나타났으며 탄성력은 대조군에 비하여 탄소섬유 10%를 함유한 실험군들에서 탄성력 증가가 나타났다.

Table 4. Elastic modulus and Restoring force of specimens

Specimens	Elastic modulus	Restoring force
	MPa	N
Pcon	56	0.05
P5	46	0.03
P10	51	0.04
P15	26	0.01

IV. 고찰

본 연구에서 의치상 레진의 적합성 향상을 위한 기계적 특성 보강을 위하여 탄소섬유를 첨가하여 시편을 제작하였다. 실험에 사용된 의치상 레진은 자가중합 의치상 레진을 이용하였으며 레진에 탄소섬유와 폴리아세탈이 혼합된 탄소섬유를 함유하여 실험군을 설정하였다. 실험군은 탄소섬유를 사용하지 않은 대조군과 탄소섬유를 5%, 10%, 15%를 첨가한 실험군으로 분류하였다. 시편을 이용하여 인장강도시험을 실시하여 탄성계수와 탄성력을 산출하여 탄소섬유에 의한 기계적 특성 변화를 고찰하였다.

인장시험에 의한 결과를 이용하여 탄성계수와 탄성력 산출결과 대조군들에 비하여 탄소섬유를 첨가한 실험군들의 탄성계수는 감소하는 것으로 관찰 되었으며 탄성력은 대조군에 비하여 탄소섬유 10%를 함유한 실험군들에서 탄성력 증가가 관찰되었다.

인장강도에 의한 의치상 레진의 기계적 특성 관찰한 결과 15%의 탄소섬유를 첨가한 시편군에서는 대조군에 비하여 탄성계수와 탄성력의 감소에 유의차가 있는 것으로 분석되었다(p<0.05). 의치상 레진의 기계적 특성 보강을

위하여 탄소섬유를 첨가한 결과, 5%의 탄소섬유를 첨가한 실험군은 대조군과 탄성계수와 탄성력의 차이를 보이지 않았으며 10%의 탄소섬유를 첨가한 실험군은 대조군과 탄성계수의 차이를 보이지 않았다. 그리고 15%의 탄소섬유를 첨가한 실험군은 대조군에 비해 탄성계수와 탄성력의 감소를 관찰할 수 있었다.

본 실험에서 관찰된 결과는 기존의 열중합 의치상 레진에 탄소섬유를 사용하여 실험한 결과에서 수명을 증가된다는 보고와 탄소섬유 필러를 사용하여 피로저항이 증가한다는(김형식, 1995)의 보고와 유사한 결과를 나타내는 것으로 사료된다. 이렇게 볼 때 본 실험에 사용된 자가중합 의치상 레진 또한 탄소섬유를 일정한 량을 첨가했을 때 탄성력이 증가되어 의치상 레진의 기계적 특성을 향상 시킴으로써 의치의 적합도 향상에 영향을 줄 것으로 사료된다.

V. 결론

의치상 레진의 기계적 특성 향상에 탄소섬유첨가가 미치는 영향을 고찰하고자 자가중합 의치상 레진에 탄소섬유와 폴리에세탈을 함유한 필러를 사용하여 대조군과 5%, 10%, 15%를 첨가한 시편을 제작하였다. 실험군 별 시편을 이용하여 인장시험을 실시하였고 인장시험 결과를 이용하여 탄성계수와 탄성력을 산출하였다. 탄성계수와 탄성력을 이용하여 시편들의 기계적 특성을 분석하였다. 그 결과 의치상 레진에 탄소섬유를 첨가하였을 때 자가중합 레진에 탄소섬유를 10% 첨가한 시편의 탄성력이 증가한 것으로 나타난다는 결론을 얻을 수 있었다.

REFERENCES

Kim YS, Kim CH, Jo IH. Prosthodontic treatment for edentulous patients, 1995.
 Kim HS. Experimental study on reinforcement of acrylic resin denture base. The Korean Academy of Prosthodontics, 32(3), 411-430,

1995.

- Hwang SW, Jong MG. Comparative tensile bond strength of heat-cured cold-cured and light cured denture base resins bonded to continuous-pressure injection type denture base resin, *The Korean Academy of Prosthodontics*, 31(3), 385-393, 1993.
- Anam, DA, Marcos AV, Kenneth LS, John EL, Fang Q. Flexural and fatigue strengths of denture base resin. *J Prosthet Dent*, 100, 47-51, 2008.
- Ayşe M, Kahraman GG. Effect of storage duration on the hardness and tensile bond strength of silicone- and acrylic resin-based resilient denture liners to a processed denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent*, 99(2), 153-159, 2008.
- Bell DH, Finnegan FJ, Ward JE. Pros and Cons of hard and resilient denture base material. *J Am Dent Assoc*. 94, 511-518, 1951.
- Camilo MA, Eliana SB, Shereen SA a,*, Juan MU c. Comparative study of the transverse strength of three denture base materials. *journal of dentistry*, 35, 930-933, 2007.
- Hiroshi S, George N, Yutaka T. Use of soft wax and pour-type denture base resin to augment lip support for a removable prosthesis. *J Prosthet Dent*, 100, 242-243, 2008.
- Huggett F, Zissis A, Harrison A, Dennis A. Dimensional accuracy and stability of acrylic resin denture bases. *J Prosthet Dent*, 68, 634-640, 1992.
- Smith DC. Recent developments and prospects in dental polymers. *J Prosthet Dent*, 12, 1066-1079, 1962.