

유리섬유 보강재를 삽입한 하악 레진의치 인상면의 정밀성 평가

김동연, 양천승*, 이광영**, 김지환***

폴드 치과기공소, 동아보건대학교 치기공과*, 원광보건대학교 치기공과**,
고려대학교 대학원 보건과학과 치의기공전공***

Precision evaluation of impression surface of lower complete dentures reinforced with glass fiber

Dong-Yeon Kim, Cheon-Seung Yang*, Gwang-Young Lee**, Ji-Hwan Kim***

4RD Dental Laboratory, Department of Dental Laboratory, Donga University of Health*
Department of Dental Laboratory Technology, Wonkwang Health Science University**
Institute for Health Science, College of Public Health Science, Korea University***

[Abstract]

Purpose: This study is to compare and analyze the precision of glass fiber resin dentures.

Methods: A lower edentulous model was prepared. Ten study models were produced using Type IV stone. Ten wax lower resin dentures containing artificial teeth were prepared. The lower wax denture was buried with plaster and deflasking was performed to remove the wax. Five conventional lower resin dentures and five glass fiber lower resin dentures were produced. The scanning spray was coated on the impression surface and then scanned. Independent sample t-test were performed using statistical software.

Results: In the color different map, which is a qualitative evaluation, the green area of the precision of the conventional lower resin denture occupied the whole. The glass fiber conventional resin dentures had many negative and positive area. In quantitative evaluation, the RMS of conventional lower resin was 89.83 μm and that of fiberglass resin was 224.92 μm . The two groups showed statistically significant differences ($p < 0.05$).

Conclusion: Conventional lower resin dentures were superior in precision, and glass fiber resin dentures would have to improve the process.

◉ **Key words:** Complete denture, Glass fiber, PMMA, Precision

Corresponding author	Name	김 동 연	Tel.	02-3789-4321	E-mail	kdy1713@korea.ac.kr
	Address	서울시 중구 세종대로 1길 9 폴드 치과기공소				
Received	2020. 1. 15	Revised	2020. 3. 9	Accepted	2020. 3. 16	

I. 서론

레진의치상은 발음, 저작, 심미 기능을 판단하여 수복물을 제작하게 된다(Roumanas ED, 2009). 전통적인 레진의치는 납의치를 매몰하고 레진을 주입 후 중합 과정을 거쳐 제작하게 된다. 레진의치의 주요 재료는 PMMA(poly methy lmeth acrylate)로 알려져 있다. PMMA 레진은 조작성이 쉽고, 수리가 간편하며, 심미성 또한 우수할 뿐만 아니라 생체적으로 친화성을 가지고 있다. 이러한 PMMA 레진의 우수성에도 불구하고 레진의 중합 이후에 발생하는 수축 및 파절 저항성이 낮은 것에 대한 단점을 가지고 있으며(Zissis AJ & Polyzois GL, 1993; Jeong CM, 1996), 열전도율도 낮은 것으로 알려져 있다.

레진의치의 구강 내 삽입 후 단단한 음식을 섭취 시 빈번하게 파절 현상이 발생되었다. 상악 레진의치는 정중구개 부위에 파절 현상이 발생되며, 하악 레진의치는 전치부 치조부위에 발생된다. 이러한 현상으로 상악 보강재와 하악 보강재가 다양하게 존재한다. 그동안 레진의치의 강도를 높이기 위해서 레진의치 내부에 금속, 탄소 섬유, 유리섬유 보강재 등을 사용하여 강도를 높이고자 하였다. 금속 보강재 종류는 실무에서 다양하게 제작되어 사용된다. 특히 금속 와이어, 금속 그물, 금속 판 등이 존재하나 금속구조물을 만드는 과정이 복잡하며, 무게가 무겁고 금속과 레진의 조합은 심미적이지 못하다. 탄소 섬유는 물리적 부분에서 많은 장점은 있지만 어두운 부분이 존재함으로써 심미적이지 못하다는 단점도 존재한다(Kim et al, 2014). 금속 보강재와 탄소 보강재의 단점을 보완하기 위해서 유리섬유 보강재에 대한 연구가 소개 되고 있다(Kim et al, 2014; Im et al, 2017). 한편 유리섬유 보강재는 무게가 가볍고 심미성이 우수하지만 금속보다는 강도는 낮은 단점을 가지고 있다. 이러한 단점에도 불구하고 무게가 가볍고, 심미성 뛰어나기 때문에 지속적인 연구를 통해서 강도 부분에서는 보완이 되고 있는 추세이다.

이러한 유리섬유 보강재는 레진의치에 강도를 높이기 위해서 레진의치 내부에 삽입하여 제작 한다. 유리섬유 보강재는 상악 전용과 하악 전용으로 구분된다. 상악 전

용은 그물(mesh) 타입으로 치조정과 구개부위 전반적으로 감싸줌으로써 보강 효과를 내며, 하악용은 막대기(bar) 타입으로 치조정부위에 주로 사용된다(Im et al, 2017; Kim et al, 2018).

기존 선행연구에서도 레진의치에 유리섬유 보강재를 삽입한 결과로 다음과 같이 보고되었다. 파절강도의 저항성이 높아졌으며, 수축에 대한 변형이 최소화 되었고, 심미성이 우수하다는 연구결과가 나타났다(Im et al, 2017; Kim et al, 2018; Park et al, 2018). 또한 유리섬유를 레진의치에 삽입한 2차원 적합도 평가(Kim et al, 2018), 선형 측정 및 3차원 인공치아 평가에 대한 연구도 진행된 바 있다(Park et al, 2018). 유리섬유 보강재를 레진의치에 삽입한 연구들이 다양하게 진행되고 있지만 인상면에 대한 정확성 연구가 거의 존재하지 않는다.

레진의치의 인상면은 구강 내 치조면에 직접 접촉되는 부분이기 때문에 레진의치를 수복 시 적합성 및 유지력에 큰 영향을 미친다. 또한 정밀도 분석은 공정과정에서의 문제를 해결하는데 도움이 되는 평가이다. 따라서 본 연구에서는 전통적인 레진의치 인상면과 유리섬유를 삽입한 레진의치의 인상면을 3차원 정밀도 분석을 통해 비교하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험재료

1) 주모형 선정

하악용 무치악 모형(EDE1001, Nissin Dental Products Inc., Japan)을 기준 모형으로 진행하였다. 하악모형은 치아가 존재하지 않은 무치악 모형의 조건을 가지고 있는 표준 모델이다(Fig. 1).

2) 연구모형 제작

본 연구모형을 제작하기 위해서 복제용 실리콘(Deguform, Degudent GmbH, Hanau-Wolfgang, Germany)을 사용하여 복제를 진행하였다. 주 모형의

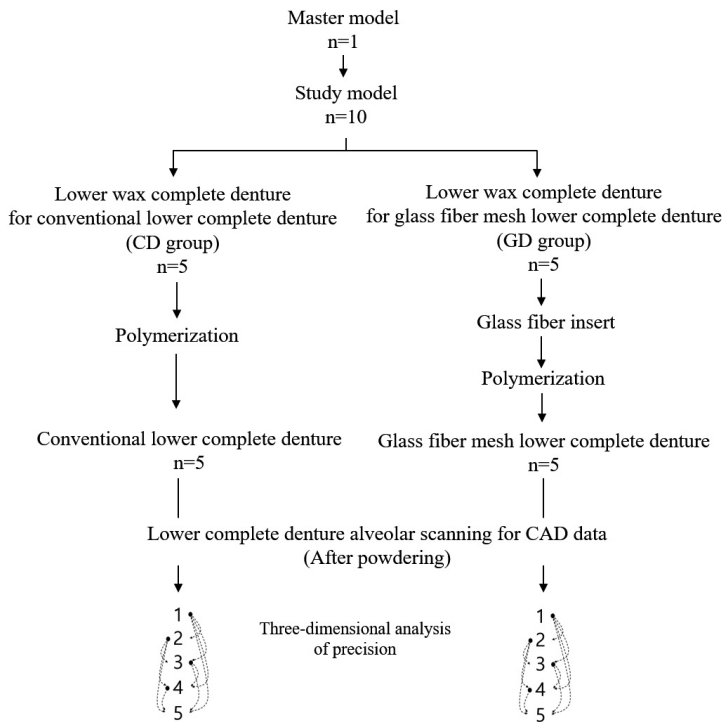


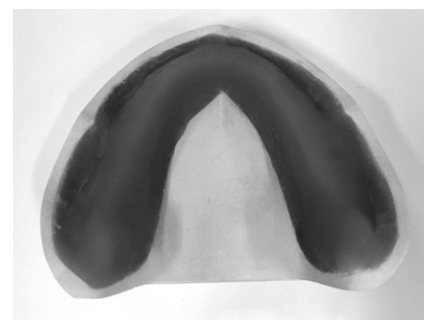
Figure 1. Study design.

기저면(model base)에는 기초상 왁스(Ex-Hard wax, Daedong, Korea)를 사용하였으며, 주변 부위에는 박싱 왁스(Boxing wax, Daedong, Korea)를 사용하여 감쌌다. 복제용 실리콘을 사용하여 음형의 실리콘 인상체를 제작하였다(n=1). 제작된 음형의 실리콘에 Type IV(Fujirock, GC Europe, Belgium)의 초경석고로 주입하였다. 혼합 비율은 제조회사가 권장하는 100 g/20 ml(파우더/물)로 혼합하였다. 동일한 방식으로 10회 반복하여 10개의 연구모형을 제작하였다.

3) 기초상 제작 및 인공치아배열

연구모형에 의치상 두께를 균일하게 제작하기 위해서 2.5 mm의 두께를 가진 광중합 레진으로 제작하였다. 최종 광중합을 위해서 8분 동안 광중합기(Curing unit, INNO Dental, Korea)에 중합 단계를 거쳤다. 하악용 인공치아(2P of anterior & 32M for posterior Biotone, Dentsply, USA) 배열을 위해 한 모형에 실리콘 유형 인덱스(Zetalabor, Zhermack, Italy)를 형성하였다. 실리콘 인덱스를 사용하여 광중합 레진 기초상 상부에 치아배열을 동일하도록 배열 하였다(Fig. 2). 인공

치아의 배열 기준은 다음과 같다. 전치부 배열은 순측 전정에서 중절치 절단면 높이까지 19 mm로(18 mm의 가상교합 평면에서 1 mm 상방) 설정하였으며, 구치부 배열은 구후용기 높이의 2/3 지점에 배열하였다. 인공치아의 움직임과 심미적인 작용을 위해서 치조정 상부에만 기초상 왁스(Ex-Hard, Daedong, Korea)를 사용하여 고정하였다. 총 10개의 왁스 의치상을 제작하였다.



(A)



(B)

Figure 2. Artificial teeth arrangement (A) Baseplate model using light cure resin (B) Guide index for the arrangement of artificial teeth.

4) 왁스 의치상 매몰 및 왁스 제거

왁스 의치상 10개를 일반석고(Snow rock plaster, Munkyo, Korea)를 사용하여 통상적인 방법에 따라 매몰을 하였다. 이어서 왁스 의치상의 왁스 제거를 위해서 매몰함을 끓는 온도 100℃의 온성기(Curing unit, Seki Dental, Korea)에 10분간 담갔다. 10분 이후에 매몰함을 온성기 외부로 꺼내어 상합과 하합을 분리작업을 진행하였다. 왁스 스팀기를 사용하여 인공치를 제외한 왁

스만 모두 제거하였다. 이어서 열중합 레진 주입 후 석고와 레진을 분리하기 위해서 상·하함에 인공치를 제외하고 석고 부위에 레진 분리제(Acrosep, GC, Japan)를 도포하였다.

5) 전통적인 레진 의치상 제작(CD group)

전통적인 레진 의치상을 제작하기 위해서 주요 재료는 열중합 레진(Vertex RS, Vertex Dental, Netherland)을 사용하였다. 파우더와 전용 용액을 사용하여 제조사의 지시에 따라 진행하였으며 병상수지 단계에서 주입을 하였다. 이때 프레스 장비를 사용하여 3회에 걸쳐 레진을 시압을 하였다.

6) 유리섬유 보강재를 사용한 레진 의치상 제작(GD group)

유리섬유 보강재(SES MESH, INNO dental, Korea)를 첨가한 총의치 제작을 위해서 제작 과정은 다음과 같다. 모형의 치조정 위치에 보강재를 위치시키기 전에 레진 분리제(Acrosep, GC, Japan)를 치조정 부위에 균일하게 도포하였다. 하악용 유리 섬유보강재는 두께 1 mm, 길이 60 mm로 U자 모형으로 제작하였다(Fig. 3). 이어서 하악용 유리섬유는 파절이 빈번한 전치부 치조정 위치에 맞게 구부려서 위치시켰다. 다음 광중합 장비를 사용하여 중합하였다. 중합이 완료된 하악용 유리섬유 보강재를 모형에서 분리하였다. 열중합 레진을 주입과 동시에 유리섬유 보강재를 삽입하였다. 파우더와 전용 용액을 사용하여 제조사의 지시에 따라 진행하였으며 병상수지 단계에서 주입을 하였다. 이때 프레스 장비를 사용하여 3회에 걸쳐 레진을 시압을 하였다.



Figure 3. Forming process to embed glass fiber.

7) 중합

매몰이 완료된 CD 그룹과 GD 그룹의 중합을 실시하였다. 중합 과정은 제조사의 지시대로 100℃ 온성기(Curing unit, Seki Dental, Korea)에 20분 동안 담갔다. 20분이 지난 후 실온에서 식을 때까지 24시간 방치하였다. 완료된 두 그룹의 레진의치상은 함 분리를 실시하였으며, 인상면 부위에 스캐닝 할 수 있도록 석고를 모두 제거 하였다.

8) 스캐닝 과정

두 집단은 인상면에 스캔 스프레이(Vita Cerec Powder with Cerec Propellant, VITA, Germany)를 도포를 하였다. 모형 스캐너(Identica blue, Medit, Korea)를 사용하여 다음과 같이 스캔 데이터를 획득하였다. CD 집단은 5개(C1~C5)의 스캔 데이터 STL(STereoLithography)를 획득하였으며, GD 집단도 5개(G1~G5)의 스캔 데이터 STL를 획득하였다(Fig. 4). 3차원 분석 소프트웨어(Verify, Geomagic, Germany)를 사용하여 다음과 같이 중첩과정을 진행하였다. CD 집단은 짝을 지어 10개(C1-C2, C1-C3, C1-C4, C1-C5, C2-C3, C2-C4, C2-C5, C3-C4, C3-C5, C4-C5)의 중첩 데이터 값을 획득하였으며, GD 집단 또한 짝을 지어 10개(G1-G2, G1-G3, G1-G4, G1-G5, G2-G3, G2-G4, G2-G5, G3-G4, G3-G5, G4-G5)의 중첩 데이터 값을 획득하였다(Fig 1).



Figure 4. Impression surface scanning.

9) 통계 및 분석

중첩 과정을 거쳐 획득된 RMS(root mean square) 값은 정규성 검정을 실시하였고, 정규성 검정인

Kolmogorov-Smimov 검정을 만족하였다. 전통적인 레진의치와 유리섬유를 삽입한 레진의치의 집단간의 평균이 서로 차이가 있는지 확인하기 위해 독립표본 t 검정으로 분석하였다. 자료 분석은 SPSS 통계프로그램 22.0을 이용하였으며 유의 수준은 0.05로 실시하였다.

III. 연구결과

Fig. 5, 6은 CD 집단과 GD 집단의 color different map을 보여준다. 유리섬유 보강재가 포함되지 않은 CD 집단은 대체적으로 오차가 적은 초록색을 보여주고 있다. 반면 유리섬유 보강재가 포함된 CD 집단은 전치

부 및 구치부 인상면 부분에 양의 오차와 음의 오차가 나타났다.

Table 1에서는 두 집단의 RMS의 평균 값과 표준편차 값을 보여준다. CD 집단이 89.83 μm 로 정밀도가 높게 나타났으며, 반면 GD 집단은 224.92 μm 로 정밀도가 작게 나타났다. 또한 95% 신뢰할 수 있는 구간에서도 CD 집단이 오차가 적게 나타났다. 두 집단의 차이가 있는지 검증하기 위해서 통계프로그램을 분석한 결과 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

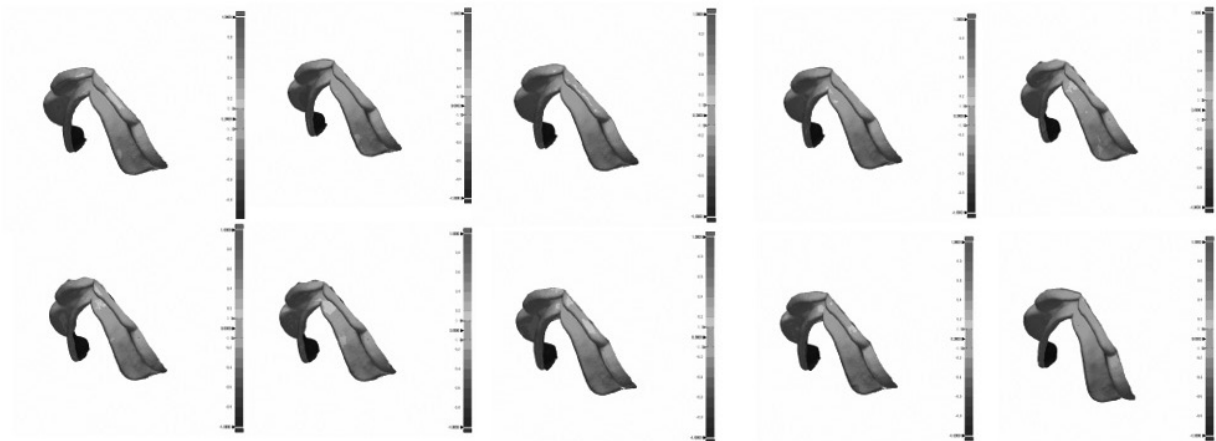


Figure 5. Color different maps of CD group(Green: no error, Red: positive error, Blue: negative error).

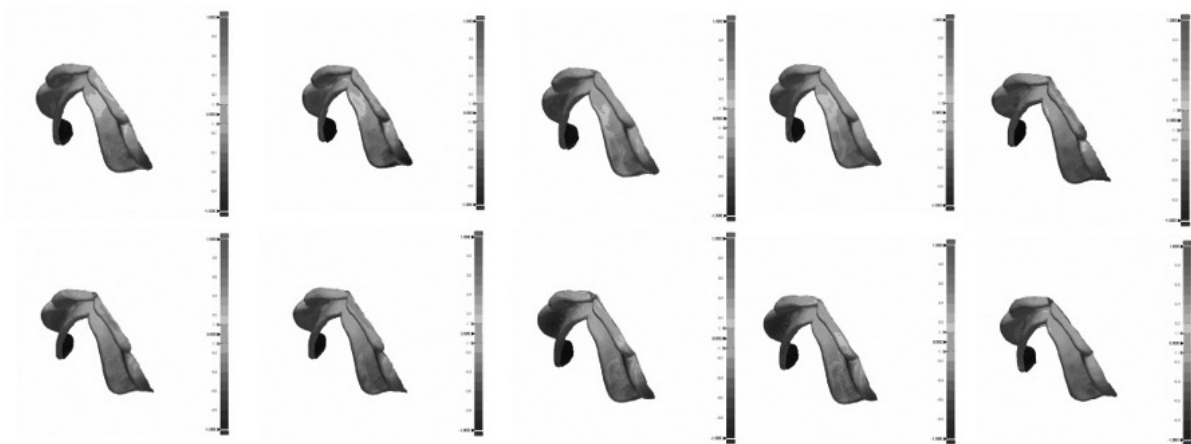


Figure 6. Color different maps of GD group(Green: no error, Red: positive error, Blue: negative error).

Table 1. Mean, Standard deviation, 95% Confidence interval and P-value for CD and GD group

(unit: μm)

Group (n=20)	RMS				t	p-value
	Mean	SD	95% CI			
			Min	Max		
CD group (n=10)	89.83	18.16	76.84	102.82	-4.911	0.001
GD group (n=10)	224.92	85.06	164.07	285.77		

IV. 고찰

전통적인 레진의치와 유리섬유 보강재가 포함된 레진의치 인상면의 정밀성 평가를 진행하였다. 선행연구에서는 레진의치의 물리적, 생물학적, 정확성 평가를 위해서 레진의치의 파절저항성, 인공치아와 레진과의 전단결합강도, 인공치아의 2차원 선형측정, 적합도 평가 등이 대부분이었다. 그러나 구강 내 치조부위에 직접 접촉하는 인상면에 대한 연구는 미흡하였다. 최근 3차원 분석 소프트웨어가 치과분야에 소개됨으로써 치과 보철물을 3차원으로 다양하게 평가가 가능해졌다. 본 연구에서는 3차원 분석 소프트웨어를 사용하여 레진의치의 인상면을 분석하고자 하였다. 아직까지는 보편화되지 않은 분석방법이지만 유리섬유를 삽입한 레진의치에 대한 정밀성 연구에 의의가 있다고 본다.

기존 레진의치와 관련한 문헌에서는 2차원 적합도 평가 및 인공치아의 선형측정이 연구된바 있었으며(Kim et al, 2017; Kim et al, 2018), 또한 3차원 측정에서는 인공치아의 진실도 값을 측정된 연구된바 있다(Park et al, 2018). 일반적으로 정확성(accuracy)은 진실도(trueness)와 정밀도(precision)를 구분할 수 있다(Lee et al, 2015). 진실도는 참 값(a true value)에 거리가 얼마나 가까운 것을 의미하며, 정밀도는 측정 값이 얼마나 모여있는지를 의미한다. 본 연구에서는 유리섬유 보강재 삽입과정이 포함된 레진 의치상을 제작하였을 경우 기존의 레진 의치상과 비교 분석하기 위해서 정밀도를 평가하였다.

3차원 평가를 위해서 청색광 광학 스캐너를 사용하여

스캔과정을 거쳤다. 하지만 레진의치의 인상면에는 빛 반사로 인해서 광학 스캔이 불가능하다. 이런 문제를 해결하기 위해서 스캔 전용 스프레이를 도포하여 스캔하였다. 스캔 스프레이는 구강 내 치아를 스캔을 위해서 사용이 가능하며 또한 모형 스캐너에서는 석고 지대치나 석고 모형을 위해서 주로 사용한다. 빛 반사가 되는 금속 물질도 스캔 스프레이를 사용하면 스캔이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 두 집단 모두 스캔 스프레이를 사용하여 스캔과정을 거쳤다.

3차원 분석 소프트웨어를 사용하여 정성적(quality) 평가에 유용한 color different map과 정량적(quantity) 평가에 유용한 RMS(root means square)를 분석하였다. Color different map은 초록색(green; $\pm 100 \mu\text{m}$ 이내)범위는 오차가 없는 구간으로 정하였고, 노랑색(yellow)에서 빨강색(red; $+ 100 \mu\text{m} \sim 1,000 \mu\text{m}$ 이상)으로 정하였으며, 파란색(blue)에서 짙은 파란색(dark blue; $-100 \mu\text{m} \sim 1,000 \mu\text{m}$ 이상)으로 정하였다.

정성적 평가인 color different map을 확인하였을 때 다음과 같았다. CD 집단이 GD 집단 대비 전치부 인상면 및 구치부 인상면 모두 오차가 없는 초록색을 주로 나타냈다. GD 집단의 전치부 인상면은 음형의 오차가 주로 발생하였으며, 구치부 인상면은 양형의 오차가 주로 나타났다. 이러한 현상은 GD 집단은 CD 집단보다 유리섬유를 제작하여 삽입하는 공정과정에서의 오차로 인해 초록색 비중이 낮은 것으로 판단된다. 특히 열충합레진과 하악용 유리섬유가 결합부분에서 오차가 발생된 것이라고 사료된다. 특히 전치부와 구치부 인상면이 음형과 양형의 명확하게 다르게 나타난 것으로 확인할 수 있다. 보강재가 삽입한 부위는 전치부 부분이다. 정량적 평가인 RMS에서 CD 집단의 평균 값이 $89.83 \mu\text{m}$ 로 GD 집단의 $224.92 \mu\text{m}$ 보다 정밀도가 높게 나타났다.

Park et al(2018)에 3차원 평가 RMS에 의하면 유리섬유 보강재를 사용한 레진의치의 인공치아의 정확성 평가에 있어 일반적으로 유리섬유 보강재를 삽입하였을 경우 $82.35 \mu\text{m}$ 로 나타났으며, 공정과정을 보완하였을 경우에는 $77.83 \mu\text{m}$ 로 나타났다. 또한 Kim et

al(2018)에 2차원 적합도 평가에 의하면 전통적인 레진 의치의 적합도는 843.9 μm 로 나타났으며 유리섬유 보강재를 사용한 레진의치의 적합도는 941.3 μm 로 나타났다. 이러한 선행 문헌을 참고하여 인상면의 정밀도가 낮은 근거라고 사료된다.

본 연구에서의 한계점은 인상면 부위에 스캔 데이터를 획득하기 위해서 스캔 스프레이를 도포하였다. 그러나 두 집단 모두 도포함으로써 실험의 오차를 통제하고자 노력하였다. 또한 적은 시편을 사용하여 평가를 하였기 때문에 일반화에 한계가 있다. 3차원 평가 소프트웨어를 사용한 많은 연구가 존재하지만 실질적인 임상적 적용에 있어 참고만 되는 평가 방법이라고 사료된다. 추후 연구에서는 유리섬유 보강재의 공정과정을 보완해서 제작해야 할 것이며, 열중합 레진과 유리섬유 보강재의 결합부분도 정밀 분석이 필요하다.

V. 결론

유리섬유 보강재를 적용한 레진의치 인상면의 정밀도가 전통적인 의치에 비해 오차가 발생하였으며, 정밀도 분석을 통해 공정과정에서 개선을 해야 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Im SM, Huh YH, Cho LR, Park CJ. Comparison of the fracture resistances of glass fiber mesh- and metal mesh-reinforced maxillary complete denture under dynamic fatigue loading. *J Adv Prosthodont*, 9, 22-30, 2017.
- Jeong CM. A comparative study on the several metal reinforcement methods of maxillary complete acrylic resin denture base. *J Korean Acad Prosthodont*, 34, 363-372, 1996.
- Kim DY, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Reproducibility of different arrangement of resin copings by dental microstereolithography: Evaluating the marginal discrepancy of resin copings. *J Prosthet Dent*, 117, 260-265, 2017.
- Kim CM, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Strengthening effect of resin denture base by glass fiber reinforcement addition. *J Korean Acad Dent Tech*, 36, 1-7, 2014.
- Kim DY, Park JY, Bae SY, Kang HW, Kim JH, Kim WC. Evaluation of fitness according to application of glass fiber reinforcement for lower jaw complete denture. *J Korean Acad Dent Tech*, 40, 201-207, 2018.
- Lee JJ, Jeong ID, Kim CM, Park JY, Kim JH, Kim CW. Comparison of accuracy of digital data obtained by intra-oral scanner and extra-oral scanner. *J Korean Acad Dent Tech*, 37, 191-197, 2015.
- Park JY, Kim DY, Kim WS, Lee GY, Jeong ID, Bae SY, Kim JH, Kim WC. Three-dimensional analysis of artificial teeth position according to three type complete mandibular denture before and after polymerization. *J Korean Acad Dent Tech*, 40, 217-224, 2018.
- Roumanas ED. The social solution—Denture esthetics, phonetics, and function. *Journal of prosthodontics*. *J Prosthodont*, 18, 112-115, 2009.
- Zissis AJ, Polyzois GL. Fracture energy of denture base : The effect of activation mode of polymerization. *Quint Dent Technol*, 16, 154-158, 1993.