

# Wax-up으로 조각한 치관과 CAD로 설계한 치관의 형태 비교

김갑진

부산가톨릭대학교 보건과학대학 치기공학과

## Shape comparison of Wax-up carved crown and CAD-designed crown

Kap-Jin Kim

Department of Dental Laboratory Science, College of Health Science, Catholic University of Pusan

### [Abstract]

**Purpose:** With the development of digital dental technology, we are manufacturing prosthetic crown in various ways. However, the wax-up method that makes existing prosthetic crown is also used steadily. Thus, we will compare the shape of the crown designed with wax-up and the crown designed with CAD.

**Methods:** Sculpt the crown with wax-up on the model to 10 dental technicians. The same model was used to design the crown CAD. Measure the size of the sculpted crown. The shapes were compared in three dimensions.

**Results:** As a result, we could observe a difference in size and shape in crown designed with wax - up crown and crown.

**Conclusion:** These results suggest that there are differences according to the method of carving crown and the method of processing.

● **Key words:** Wax-up, CAD, Shape comparison, Direct wax-up, Digital design

Corresponding author	Name	김갑진	Tel.	051-510-0596	E-mail	kjkj@cup.ac.kr	
	Address	부산광역시 금정구 오륜대로 57 부산가톨릭대학교					
Received	2017. 4. 30		Revised	2017. 6. 14		Accepted	2017. 6. 21

## I. 서론

Francois Duret의 Sopha 시스템을 통한 치과 수복물 제작을 시작으로 치과용 CAD/CAM 시스템은 빠른 발전을 하고 있다. CAD/CAM 시스템은 기존의 수작업에 의존하던 수많은 기공 작업을 컴퓨터를 이용하여 간편하게 치과 보철물을 제작하여 전통적인 치과 보철물의 제작방식에 변화를 가져오고 있다(전민수, 2014). 편의성과 정확성, 신속성 등으로 인하여 치과영역에서 광범위하게 적용되고 있으며 이에 따라 다양한 업체에서 우수한 성능과 다양한 기능의 제품을 개발하고 있고 이에 대한 평가도 이루어지고 있다(조성범, 2014). 디지털 가공 기술인 CAD/CAM의 수요는 지속적으로 증가하고 있으며 CAD/CAM은 직접 조각법을 대신 하기 위해서 나온 것 이므로 더욱 정밀하게 치과 보철물을 제작 할 수 있도록 발전이 되어야 한다.

CAD/CAM 관련 기술로 활용되는 구강 내 스캐너와 모델 스캐너로 취득된 단일치아 디지털 모형의 정확도 비교 분석에 대해 연구하였는데 그 결과 비디오 방식인 구강 내 스캐너는 단일치아에 한해서 모델 스캐너보다 더 정확하게 디지털 모형을 재현할 수 있었으며 정확도(trueness), 정밀도(precision)는 비슷했다(이재준, 2016). 또한 스캐너의 모형 스캔과정에서 복제모형 생성 시 오류로 인해 디지털 모형의 정확도와 정밀도에 영향을 미친다고 하였다.

윤성근(2010)은 CAD/CAM을 이용한 치과용 지르코니아 코핑의 적합도 여부에 대해서 연구하였는데 그 결과 전자 현미경 영상을 이용하여 제작한 코핑의 내면 적합도를 측정된 결과 일반적인 작업에 의한 보철물의 마진 적합도에 비해 좋은 것으로 나타난다고 하였다.

박태현(2014)은 구강 내 디지털 인상법과 기존의 인상법과의 정밀도 비교에 대해 연구하였는데 그 결과 기존의 인상법과 디지털 인상법에는 유의한 차이가 있었으며 기존 인상법이 디지털 스캐너를 사용한 경우보다 정확했다고 하였다.

디지털 치과 보철에 대한 연구가 활발하며 CAD/CAM 조각과 기존 wax-up 조각의 외형 비교 분석이 필요한데 선행된 논문에서 적합도와 정밀성에 관한 연구는 활

발하지만 외형에 관한 연구는 미비한 것으로 판단된다.

현재에는 CAD/CAM 관련 기술들의 비약적인 발전을 통해서 그 보급의 속도가 매우 빨라졌지만 정확도나 실용적인 면에서 전통적인 과정들을 완전히 대체할 만한 수준에 이르기에는 검증도 더 필요하고 시간이 필요할 것이다(황유창, 2014).

선행연구와 같이 디지털가공기술의 발전으로 인하여 다양한 평가방법이 연구 보고되고 있다. 이러한 연구들과 같이 보철물을 제작하기 위하여 조각 또는 설계되는 과정이 중요한 변수임을 할 수 있다. 하지만 다양한 방법으로 제작되는 보철의 방법에 따른 변화들을 관찰한 연구와 그 변화를 비교한 연구가 부족한 것으로 판단된다. 이에 따라 일반적으로 사용되는 wax-up 조각으로 보철물을 제작하는 방법과 CAD/CAM 시스템으로 치관을 설계하여 보철물을 제작하는 방법 간의 차이를 관찰이 필요한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 wax-up으로 조각한 치관과 CAD로 설계한 치관의 형태를 비교하고자한다. 동일한 모형에 동일한 술자가 wax-up 조각과 CAD 설계로 치관을 제작하고 그 형태의 차이를 비교하고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 실험 재료

Wax-up으로 조각한 치관과 CAD로 설계한 치관의 형태를 비교하고자 모형과 치관을 제작하기 위한 술자를 설정하였다. 연구에 사용된 모형은 하악 우측 제 1대구치가 지대치인 모형을 기준모형으로 설정하였다. 그리고 치관 제작을 위한 술자는 wax-up 조각과 CAD 설계가 가능한 치과기공사 10인을 선정하였다.

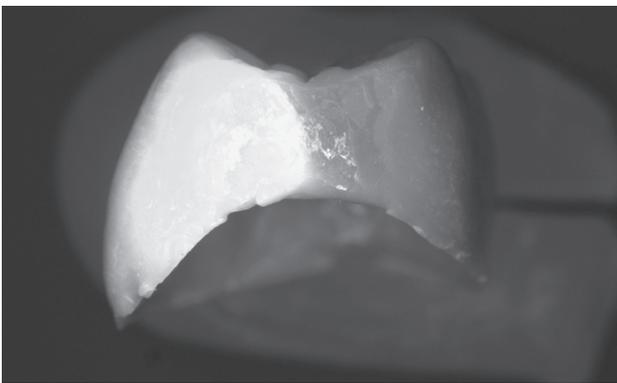
### 2. 시편 제작

시편은 wax-up으로 제작한 치관과 CAD로 설계된 치관으로 wax-up 제작한 치관은 10인의 술자가 개인의 방법으로 제작하였으며, CAD로 설계한 치관은 동

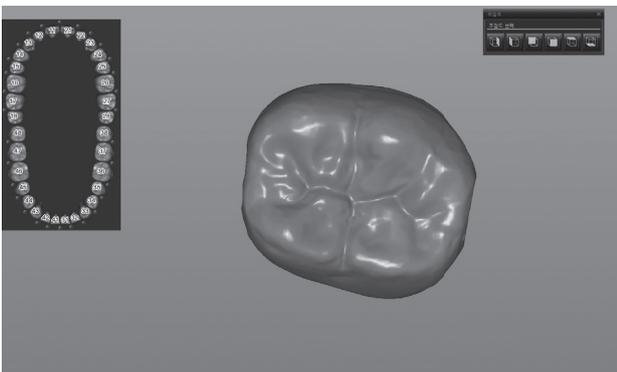
일한 CAD 소프트웨어(Exocad Dental CAD, Exocad GmbH, Germany)를 사용하여 동일한 조건상에 10인의 술자가 각각 설계하여 제작하였다.

1) 3차원 형상 비교 시편

3차원 형상 시편은 3차원 상에서 2종의 방법으로 제작된 치관을 비교 관찰하기 위하여 준비하였다. Wax-up으로 제작한 치관은 동일한 방법으로 3차원 스캐너를 통하여 3차원 모형으로 변환하였으며 CAD로 설계된 시편과 3차원 상에서의 가시적 비교를 위하여 3차원 형상 비교 시편으로 준비하였다(Figure 1).



A



B

Figure 1. A; Specimens of wax-up and B; CAD modeling

2) 가공 형상 비교 시편

3차원 형상으로 준비된 2종의 시편을 동일한 CAD/CAM 시스템에서 레진블록(Zirkonzahn temp basic, Zirkonzahn, Italy)을 가공 제작하였다. 가공된 시편은 외형의 수치적인 비교를 위한 가공 형상 비교 시편으로 준비하였다(Figure 2).

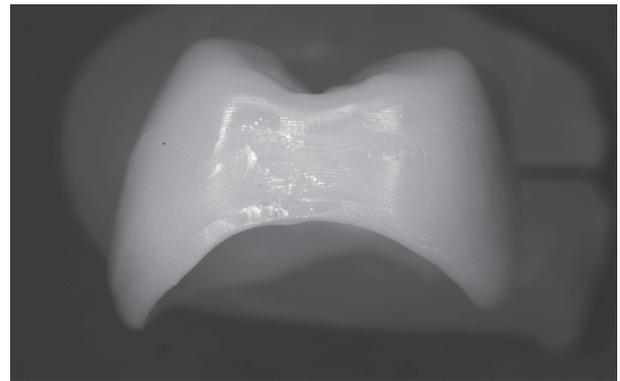


Figure 2. Specimens of resin crown

3. 3차원 형상 비교

준비된 3차원 형상 시편을 이용하여 CAD 소프트웨어 상에서 중첩하여 형상을 비교하였다. 동일한 술자가 가공한 wax-up 치관과 CAD 치관을 3차원 소프트웨어 상에서 중첩하여 근심면, 원심면, 협면, 설면, 교합면을 비교 관찰하였다(Figure 3).

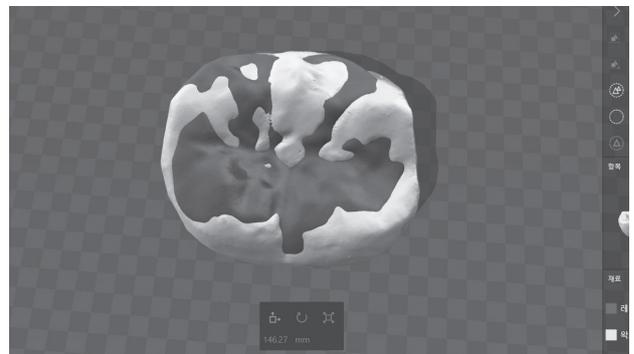


Figure 3. 3D overlap specimens

4. 가공 형상 비교 시편

레진으로 준비된 2종의 시편은 협면, 설면, 근심면, 원심면, 교합면에서 표 1과 같이 특정 부위를 설정하여 폭과 길이를 실체현미경을 이용하여 측정하였다(Table 1)(Figure 4).

Table 1. Measurement part to specimen

Code	Measurement part of distance
OBL	occlusal surface, buccal-lingual
OML	occlusal surface, mesial-distal
MBL	mesial surface, buccal-lingual
MB	mesial surface, buccal cusp
ML	mesial surface, lingual cusp
DBL	distal surface, buccal-lingual
DB	distal surface, buccal cusp
DL	distal surface, lingual cusp
BMD	buccal surface, mesial-distal
BD	buccal surface, distal cusp
BM	buccal surface, mesial cusp
LMD	lingual surface, mesial-distal
LD	buccal surface, distal cusp
LM	buccal surface, mesial cusp

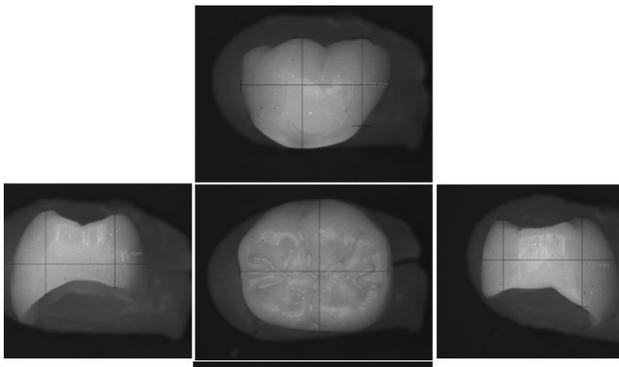
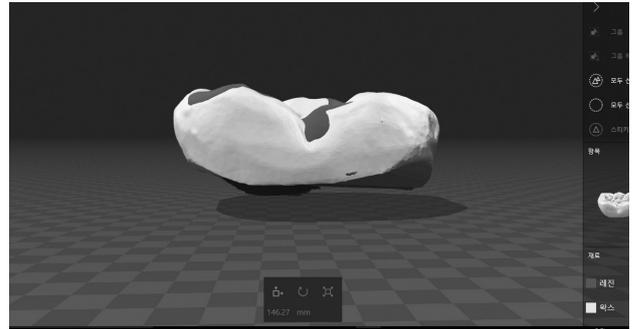


Figure 4. Measurement of specimens Length.

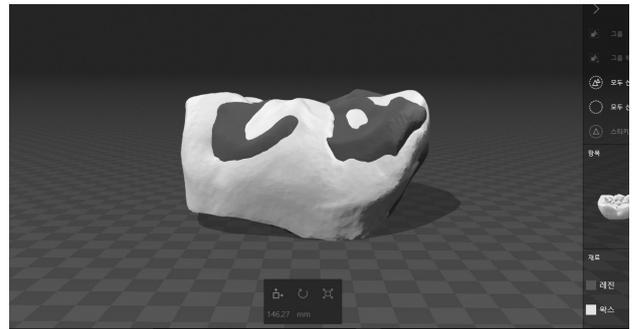
### III. 결과

#### 1. 3차원 형상 비교

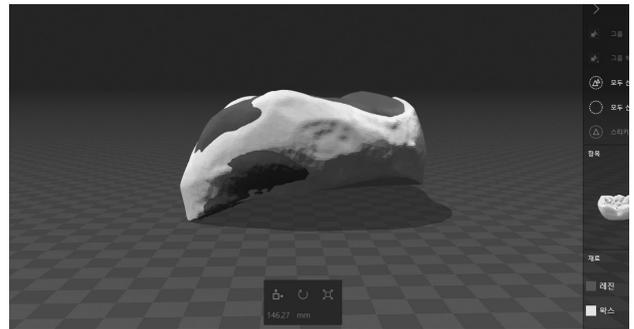
3차원 형상을 중첩하여 비교한 결과 그림 4와 같이 설면, 협면, 근심면, 원심면에서 CAD로 설계한 치관이 적은 부분에서 과잉(어두운색)되는 부분이 관찰되었으며, 교합면에서는 협측교두측에서 과잉부분이 많은 것을 관찰할 수 있었다(Figure 5).



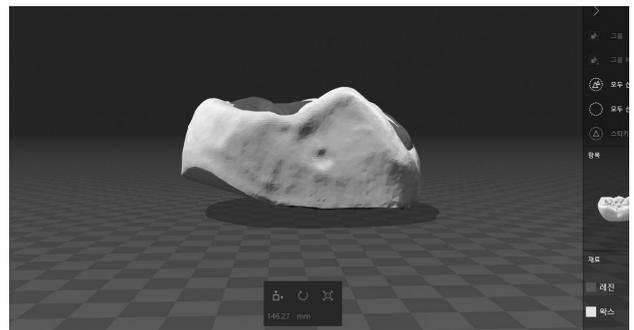
Lingual



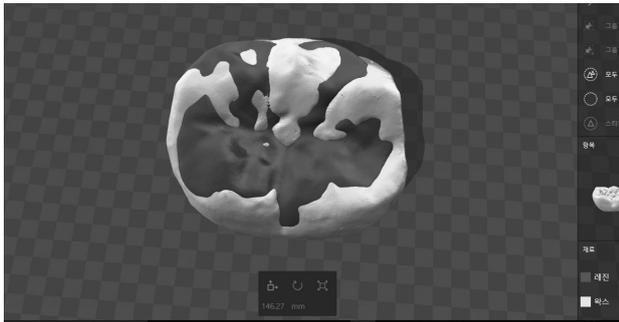
Buccal



Mesial



Distal



Occusal

Figure 5. Observation of 3D overlap specimens(gray ; wax-up, dark gray ; CAD)

## 2. 가공 형상 비교

레진으로 준비된 2종의 시편은 협면, 설면, 근심면, 원심면, 교합면에서 각 부위의 폭과 길이를 측정된 결과 표 2와 같이 측정되었다. wax-up으로 제작한 치관에서 OBL부위에서  $10.6 \pm 0.3\mu\text{m}$ , OML에서  $11.7 \pm 0.3\mu\text{m}$ , MBL에서  $10.3 \pm 0.5\mu\text{m}$ , MB에서  $5.6 \pm 0.3\mu\text{m}$ , ML에서  $4.8 \pm 0.3\mu\text{m}$ , DBL에서  $10.5 \pm 0.5\mu\text{m}$ , DB에서  $4.7 \pm 0.4\mu\text{m}$ , DL에서  $5.5 \pm 0.4\mu\text{m}$ , BMD에서  $11.3 \pm 0.4\mu\text{m}$ , BD에서  $7.0 \pm 0.4\mu\text{m}$ , BM에서  $6.6 \pm 0.3\mu\text{m}$ , LMD에서  $11.5 \pm 0.4\mu\text{m}$ , LD에서  $5.2 \pm 0.3\mu\text{m}$ , LM에서  $5.2 \pm 0.4\mu\text{m}$ 로 측정되었다. 그리고 CAD로 설계된 치관의 OBL부위에서  $10.7 \pm 0.7\mu\text{m}$ , OML에서  $11.9 \pm 0.5\mu\text{m}$ , MBL에서  $10.8 \pm 0.7\mu\text{m}$ , MB에서  $5.5 \pm 0.3\mu\text{m}$ , ML에서  $5.0 \pm 0.6\mu\text{m}$ , DBL에서  $10.9 \pm 0.5\mu\text{m}$ , DB에서  $5.0 \pm 0.7\mu\text{m}$ , DL에서  $5.9 \pm 0.5\mu\text{m}$ , BMD에서  $11.5 \pm 0.5\mu\text{m}$ , BD에서  $7.1 \pm 0.4\mu\text{m}$ , BM에서  $6.6 \pm 0.4\mu\text{m}$ , LMD에서  $11.6 \pm 0.4\mu\text{m}$ , LD에서  $5.3 \pm 0.5\mu\text{m}$ , LM에서  $5.4 \pm 0.5\mu\text{m}$ 로 측정되었다(Table 2)(Figure 6).

Table 2. Result of measurement part of distance.

Code	Wax-up	CAD modeling
OBL	$10.6 \pm 0.3$	$10.7 \pm 0.7$
OML	$11.7 \pm 0.3$	$11.9 \pm 0.5$
MBL	$10.3 \pm 0.5$	$10.8 \pm 0.7$
MB	$5.6 \pm 0.3$	$5.5 \pm 0.3$
ML	$4.8 \pm 0.3$	$5.0 \pm 0.6$
DBL	$10.5 \pm 0.5$	$10.9 \pm 0.5$
DB	$4.7 \pm 0.4$	$5.0 \pm 0.7$
DL	$5.5 \pm 0.4$	$5.9 \pm 0.5$
BMD	$11.3 \pm 0.4$	$11.5 \pm 0.5$
BD	$7.0 \pm 0.4$	$7.1 \pm 0.4$
BM	$6.6 \pm 0.3$	$6.6 \pm 0.4$
LMD	$11.5 \pm 0.4$	$11.6 \pm 0.4$
LD	$5.2 \pm 0.3$	$5.3 \pm 0.5$
LM	$5.2 \pm 0.4$	$5.4 \pm 0.5$

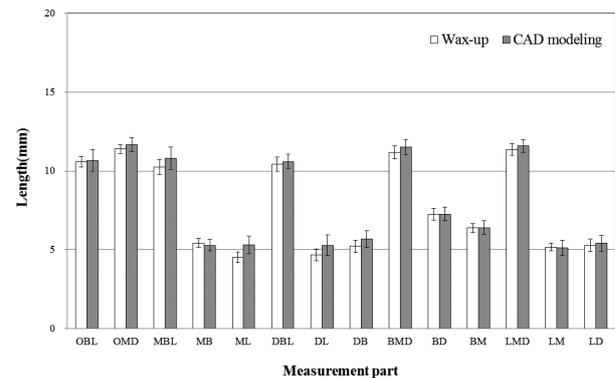


Figure 6. Comparison result of measurement part of distance.

## IV. 고 찰

최근 3차원 디지털 기술의 발전과 함께 치과 보철치료에서 전통적으로 쓰이던 다양한 아날로그식 과정을 대체하는 디지털 치과학에서는 기본적으로 CAD/CAM에 바탕을 두고 있다. 시로나사에서 개발된 CEREC 시스템이 그 최초라고 할 수 있는데, 현재에는 관련 기술들의 비약적인 발전을 통해서 그 보급이 속도가 매우 빨라졌다. 기존의 wax-up으로 제작한 치관과 CAD로 설계하여 제작한 치관의 외형 관찰이 필요하며 임상적인 문제는 되지 않으나 자연치는 직선이 아니고 기계는 자연치를 직선으로 표현하므로 손으로 표현할 수 있는 것

을 CAD/CAM으로 구현 불가 할 수 있기 때문에 학문적으로 다를 수 있으므로 비교할 가치가 있다.

따라서 본 연구자는 일반적으로 사용되는 wax-up 조각으로 보철물을 제작하는 방법과 CAD/CAM 시스템으로 치관을 설계 후 보철물을 제작하여 그 형태의 차이를 비교하였다.

2종의 방법으로 제작된 치관의 형상 비교를 위하여 3차원 상에서 형상을 중첩하여 관찰한 결과 CAD로 설계된 치관이 wax-up으로 조각한 치관에 비하여 외형에 해당되는 협면, 설면, 근심면, 원심면에서 약간 과잉되는 부분이 관찰되었다. 그러나 교합면에서는 CAD로 설계된 치관이 넓은 면적에서 과잉되는 것을 관찰할 수 있었다. 3차원형상으로 비교관찰한 결과는 가시적이 분석을 위한 것으로 정량적인 분석보다 정성적인 분석이다. 이 결과로 판단하였을 때 CAD로 치관 설계 시 술자가 조각도로 조각한 wax-up 치관에 비하여 풍용하게 설계된 것으로 판단할 수 있다. 하지만 3차원 형상관찰을 위하여 wax-up으로 제작한 치관을 스캐너를 이용하여 3차원 형상으로 변환하는 과정에서 발생할 수 있는 오류와 CAD설계 시 표현 할 수 있는 한계에 따른 오류가 발생 할 수 있다는 것을 감안하여야 한다.

그리고 2종으로 조각 및 설계한 치관을 레진블록으로 제작된 치관의 가공 형상 각 부위를 측정된 결과 CAD로 제작된 치관이 wax-up으로 제작된 치관에 비하여 다소 큰 것으로 측정되었다. 각 부위별로 차이는 있으나 CAD로 제작한 시편이 wax-up으로 제작한 시편에 비하여 적게는 약 0.08%에서 많게는 약 17%가 큰 것으로 나타났으며, 이 중 wax-up으로 제작한 시편이 CAD로 제작한 시편에 비하여 크게 측정된 부위도 두 부위가 있는 것으로 산출되었다. 하지만 전체적으로 CAD로 제작한 치관 시편이 wax-up으로 제작한 치관 시편이 수 치상 큰 것으로 나타났으나 통계적으로는 유의차가 나타나지 않았다. 이러한 이유는 CAD 설계 후 CAM으로 가공을 위하여 변화되는 과정에서 설계된 치관의 외형 100%을 기준으로 동일하게 가공을 하였다 하더라도 다소 크게 제작되는 것으로 판단되며, 이 또한 CAD 설계에서 CAM 가공을 위한 STL(Stereolithography) 파일로 변환되는 과정과 전송과정에서 발생할 수 있는 오류

와 CAM 가공에서 발생하는 물리적 오류를 배제 할 수 없기 때문에 결과 분석에서 이러한 오류들을 감안하여야 한다(허중보, 2014).

Wax-up으로 조각한 치관과 CAD로 설계한 치관의 형태를 비교하고자하였다. 동일한 모형에 동일한 술자가 wax-up 조각과 CAD 설계로 치관을 제작하고 그 형태의 차이를 비교를 위하여 3차원 외형 비교와 가공 형상 비교를 실시한 결과 CAD 설계로 치관이 wax-up으로 조각한 치관에 비하여 크게 가공되는 것으로 판단할 수 있었다. 선행연구들에서 보고되는 오류들 중 치과용 CAD/CAM 시스템을 이용하여 가공체를 가공하였을 때 밀링 바에 따라 가공체의 정밀도에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 선행연구의 보고와 같이 치과용 CAD/CAM 시스템을 제작하는 회사별 소프트웨어에 따른 오류와 치과용 CAD/CAM 시스템으로 치과보철 제작 시 발생할 수 있는 오류는 밀링 바(milling bur)의 직경과 상태에 따른 오류, 3차원 모형 제작에 따른 오차, 밀링 과정에서의 사용자 오류 등이 발생할 수 있다고 보고와 같이 이러한 오류를 감안하여야 될 것으로 판단된다.(허중보, 2014). 따라서 본 연구 결과는 CAD/CAM 시스템으로 가공되는 치과보철물의 평가를 위하여 외형의 차이를 정성적으로 분석 할 수 있는 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 추후 CAD/CAM 시스템으로 가공되는 보철물의 평가를 위하여 다양한 오류에 따른 변수들을 고려하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## V. 결론

일반적으로 사용되는 wax-up 조각으로 보철물을 제작하는 방법과 CAD/CAM 시스템으로 치관을 설계하여 보철물을 제작하는 방법 간의 차이를 관찰이 필요할 것으로 판단하여 wax-up으로 조각한 치관과 CAD로 설계한 치관의 형태를 비교하고자하였다. 동일한 모형에 동일한 술자가 wax-up 조각과 CAD 설계로 치관을 제작하고 그 형태의 차이를 비교하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 3차원 형상에서 CAD로 제작된 치관의 교합면이 wax-up으로 조각한 치관에 넓은 면적에서 과잉되는 것으로 나타났다.

2. 각 부위별 가공 형상을 측정된 결과 CAD로 제작한 치관이 wax-up으로 조각한 치관에 비하여 크게 제작 되는 것으로 나타났다.

## REFERENCES

- Cho SB. Comparison of the repeatability and reproducibility of two dental CAD/CAM scanners. Kyungpook National University, 2014.
- Huh JB, Shim JS. The factors caused errors in the production process of CAD/CAM prosthesis based on experience. J Kor Dent Assoc, 52(6), 332-345, 2014.
- Hwang YC. The evaluation of working casts prepared from diital impressions. Korea University, 2014
- Joun MS. Repeatability and reproducibility evaluation of dental CAD/CAM scanners. Kyungpook National University, 2014.
- Lee JJ. Comparison analysis of accuracy of single abutment digital model obtained by intraoral scanners and model scanners. Korea University, 2016.
- Park TH. A comparison of digital impression with conventional impression. Seoul National University, 2014.
- Youn SG. Accuracy of Zirconia copings using CAD/CAM system. Pusan National University, 2010.