

CAD/CAM과 MAD/MAM 시스템으로 제작된 3-unit 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 적합도에 관한 연구

송태진 · 여인성 · 양재호*

서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실

연구 목적: 본 연구의 목적은 CAD/CAM과 MAD/MAM 시스템으로 제작된 3-unit 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 적합도를 통상적인 방법으로 제작된 금속-도재 고정성 국소의치와 비교 분석하는 것이다.

연구 재료 및 방법: 레진 치아(상악 중절치와 측절치)를 전부 도재관을 위한 형태로 사제하고, 이를 인상 채득하여 에폭시 레진 모형을 제작하였다. 이 모형상에서 금속-도재 고정성 국소의치, CAD/CAM 지르코니아 고정성 국소의치 (Everest[®], Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany), MAD/MAM 지르코니아 고정성 국소의치 (Rainbow[™], Dentium Co. Inc., Seoul, South Korea)를 각각 5개씩 제작하였다. 제작된 고정성 국소의치를 레진 모형에 접착하고, 가공치 부위를 절단하여, 각각 광학 현미경 (Presize 440C)을 이용, 145 배율로 변연 간격을 측정하였다. 측정된 결과는 one-way ANOVA test로 분석하였고, Duncan test로 사후 검정하였다 ($\alpha = .05$).

결과: 각군의 변연 간격의 평균과 표준편차는 금속-도재 고정성 국소의치 $78.48 \pm 11.05 \mu\text{m}$, Everest[®] 시스템 $59.30 \pm 11.63 \mu\text{m}$, Rainbow[™] 시스템 $70.34 \pm 13.98 \mu\text{m}$ 로 측정되었다.

결론: 1. Everest[®] 시스템이 금속-도재 고정성 국소의치보다 변연 간격이 작은 것으로 측정되었다 ($P < .05$). 2. Everest[®] 시스템과 Rainbow[™] 시스템간의 변연 적합도는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($P > .05$). 3. Rainbow[™] 시스템은 금속-도재 고정성 국소의치와 변연 간격에 유의 차가 없었다 ($P > .05$). 4. 각군의 평균 변연 간격이 임상적으로 적합한 범위 내에 ($120 \mu\text{m}$) 있었다. (대한치과보철학회지 2011;49:145-51)

주요단어: 변연 적합도, CAD/CAM, MAD/MAM, 지르코니아 고정성 국소의치

서론

변연 적합도는 고정성 보철물의 임상적 성공에 중요한 역할을 한다. 부적절한 변연은 치태 침착, 변연 누출을 야기해, 추후 치주질환, 치조골 소실, 치아 우식증 등을 유발한다.^{1,2} 지르코니아 같은 고강도 치과용 도재를 사용한 이후로, 완전 도재 수복물의 적용 범위가 넓어지고, 이를 적용하는 임상층계가 많이 늘어난 추세이다. 하지만 지르코니아 수복물의 장기적인 성공이 보장되려면, 정확한 변연 적합이 필수적인 요소이다.

지르코니아는 높은 강도로 인해, 기존의 도재 수복물 제작 방법으로는 제작이 어렵고, 통상 기계 절삭 가공이 필요하다. 이러한 이유로 지르코니아 도재 수복물의 제작을 위해 CAD/CAM (Computer-Assisted Design/Computer-Assisted Manufacturing) 기술이 도입되었다. 이 시스템은 기공물 제작 시간 단축, 경제성, 비교적 균일한 결과물 제작 등의 장점이 있다.³ 현재 여러 시스템이 도입되어 있으며, 변연 적합도는 각 시스템의 정확도에 따라 차이가 날 수 있다. 각 시스템의 정확도는 scan device, milling material, milling unit 등에 좌우되며, 추가적으로 소성 수축 보상을 위한 정확한 수축량 계산 프로그램에 좌우된다.⁴ 하지

만 CAD/CAM 시스템을 갖추는데 비용이 많이 들며, CAD 과정이 익숙지 않으면 부정확한 보철물이 제작된다. 이러한 CAD/CAM 시스템의 단점을 보완하고자 수작업을 동반한 MAD/MAM (Manually-assisted Design/Manually-Assisted Manufacturing) 시스템이 개발되어 사용되고 있다.⁵ CAD/CAM 시스템에서는 구현 가능한 보철물의 삽입로가 한정적이어서 일부 보철물의 기공이 어려운 것이 사실이다. 이에 비해 MAD/MAM 시스템의 경우, 레진 코핑을 이용해 milling guide가 이루어지므로 CAD 소프트웨어를 이용한 디자인의 제약이 없어 사용자가 원하는 최상의 형태로 보철물을 완성할 수 있다. 뿐만 아니라 레진 코핑을 구강 내에서 사전 조정을 시행함으로써 고강도의 지르코니아 조정을 최소화 할 수 있다.

일반적인 임상에서 받아들여지는 수복물의 변연 간격은 100에서 $120 \mu\text{m}$ 정도이다.^{6,7} 이전 연구들에서 CAD/CAM으로 제작된 지르코니아 보철물의 변연 적합도는 우수하다는 것이 입증되었다.^{8,9} 하지만 실제 임상 연구에, 다수의 지르코니아 보철물이 부적합한 변연을 가지고 있는 것이 나타났으며,¹⁰ 이러한 부적합 변연은 수복물의 높은 실패율과 관련되었다.^{10,11} 더욱이 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 적합도에 관한 연구는 적은

*교신저자: 양재호

110-749 서울시 종로구 연건동 28 서울대학교 치의학대학원 치과보철학교실 02-2072-3393; e-mail, jhoyang@snu.ac.kr

원고접수일: 2010년 10월 11일 / 원고최종수정일: 2010년 12월 16일 / 원고채택일: 2011년 2월 7일

편이다.

기존의 금속-도재 수복물의 제작 방법인 주조법을 이용하면, 임상적으로 적합한 변연을 얻을 수 있다. 따라서, 새로운 보철물 제작 방법이 소개될 때 변연 적합을 평가하는 기준으로 주조법과 비교를 해야 한다. CAD/CAM과 MAD/MAM으로 제작된 보철물의 변연 적합도 평가시, 기존의 방법으로 제작된 금속-도재 수복물의 변연 적합도와 비교 평가되어야 한다.¹² 이에 본 연구에서는 CAD/CAM 시스템과 MAD/MAM 시스템으로 제작된 지르코니아 3-unit 고정성 국소의치의 변연 적합도를 통상적인 방법으로 제작된 금속-도재 고정성 국소의치와 비교하여 임상적으로 적합한 변연 적합을 보이는지 비교 분석하였다.

연구 재료 및 방법

1. 주모형 제작

덴티폼 상의 (Nissan dental products Inc., Kyoto, Japan)의 상악 우측 중절치 (#11)와 상악 좌측 측절치 (#22)를 고정성 국소의치의 지대치로 사용하였다. 핸드피스를 사용하여 절단부는 2.0 mm, 측면은 1.0 mm 삭제한 후, milling machine (Cruise, Silfradent, Italy)을 이용 12° convergence angle을 갖는 1 mm shoulder margin으로 형성하였다. 그 후 이 레진 치아들을 지평면에 수직이 되게, 경석고 (Neo Plumstone, Mutsumi Chemical Industries Co., Japan)에 고정시켰다. 두 레진 치아의 간격은 10 mm만큼 떨어지게 하였다 (Fig. 1).

2. 에폭시 레진 모형 제작

에폭시 레진 모형 제작을 위한 인상은 기성 트레이에, 부가 중합형 실리콘 (Aquasil Ultra XLV, Dentsply International Inc., Milford, USA)과 퍼티 (Aquasil Soft Putty-Regular Set, Dentsply International Inc., Milford, USA)를 이용하여 채득하였다. 채득된 실리콘 인상체에

에폭시 레진 (Polyurock, Metalor technologies SA, Stuttgart, Swiss)을 부어서, 15개의 에폭시 레진 모형을 제작하였다. 제작된 에폭시 레진 모형이 주모형과 일치 여부를 확인하기 위해 jig를 제작하였다 (Fig. 2). 주모형에서 중절치와 측절치 각각의 금속 코핑을 제작하여, 패턴 레진으로 연결한 후 이를 verification jig로 사용하였다. 제작된 jig로 각각의 에폭시 레진 모형이 주모형과 일치하는지 확인하였다.

3. 고정성 국소의치 제작

3군에 5개씩 총 15개의 3-unit 고정성 국소의치가 제작되었다. 금속-도재 고정성 국소의치군: 니켈-크롬 합금 (Verabond, Albadent Co., Concord, USA)을 사용하여 통상적인 방법으로 코핑을 만들고, 도재 (Noritake EX-3, Noritake Dental Supply Co. Ltd., Aichi, Japan) 축성하였다.

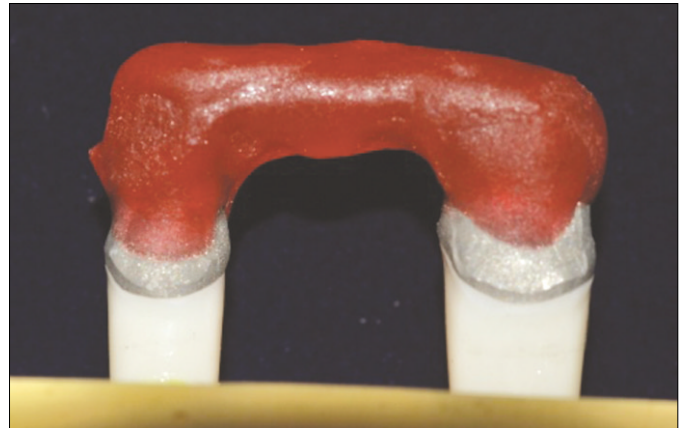


Fig. 2. Duplicated die evaluation using metal coping jig.

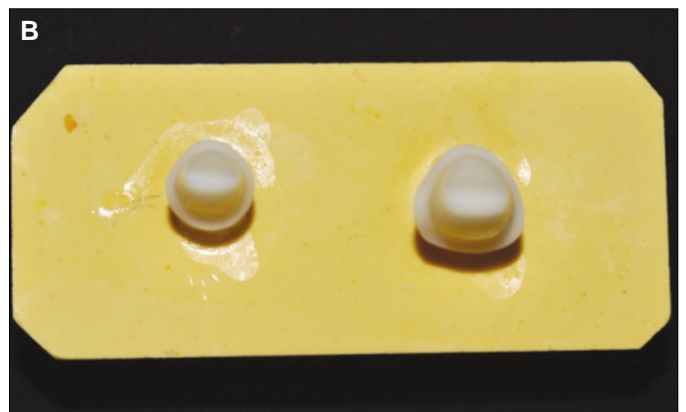


Fig. 1. Master model. A: Front view, B: Top view.

CAD/CAM 지르코니아 고정성 국소의치군: Everest® 시스템 (Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany)으로 제작하였다.

MADM 지르코니아 고정성 국소의치군: Rainbow™ 시스템 (Dentium Co. Inc., Seoul, South Korea)으로 제작하였다.

각 군의 고정성 국소의치는 경험이 많은 기공사들이 제작하였고, 모든 고정성 국소의치는 제작사의 권고대로 제작하였다.

4. 가공의치의 합착

모든 고정성 국소의치는 각각의 에폭시 레진 모형에 접착성 레진 시멘트 (RelyX Unicem, 3M ESPE AG, Seefeld, Germany)를 이용하여 합착하였다. 수압 (Hand Pressure)을 이용해서 적합시키고, 2초간 광중합하여 초기 경화분을 제거한 후, 40초간 협면과 설면에서 광중합을 시행하였다. 상온에서 24시간 경과 후, 가공치 부위를 diamond disk를 이용해서 제거하였다. 가공치가 제거된 모형의 중앙 부위를 절단하여 중절치 부위와 측절치 부위로 분리하였다.

5. 변연 간격 측정

각각의 고정성 국소의치를 중절치부와 측절치 부위로 나누어 측정하였다. 각각의 지대치는 순측, 근심측, 원심측, 구개측 총 4부위에서 측정하였다. 순측, 근심측, 원심측, 구개측 각각 5포인트를 측정하여, 각 지대치당 20포인트가 되도록 하였다. 측정은 비 접촉 측정기 (Presize 440C, Isuntek Co., Taiwan)을 이용하여 145배의 배율로 관찰하였다. 측정기에 연결된 컴퓨터를 이용하여 확대된 변연부에서 변연 간격을 측정하였다 (Fig. 3).

6. 통계처리

통계처리는 SPSS for Window 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 제작 방법에 따른 가공의치의 변연 적합도는 신뢰구간 95% 수준으로 one-way ANOVA test를 시행하여 유의차를 알아보았고, Duncan test로 사후 검정하였다.

결과

금속-도재 고정성 국소의치, Everest® 시스템, Rainbow™ 시스템으로 제작된 고정성 가공의치의 변연 간격 측정 사진을 Fig. 4에 나타내었다. 각각의 사진은 145배율로 관찰되었다. 각 군의 변연 간격의 평균과 표준편차는 금속-도재 고정성 국소의치군에서 $78.48 \pm 11.05 \mu\text{m}$, Everest® 시스템에서는 $59.30 \pm 11.63 \mu\text{m}$, Rainbow™ 시스템에서 $70.34 \pm 13.98 \mu\text{m}$ 의 변연 간격을 보였다 (Table 1, Fig. 5).

이들 각 군의 비교를 위한 one-way ANOVA test 시행 결과는 Table 2로 정리하였다. 통계학적 분석 결과, 각 군 간의 유의한 차이가 존재하였고, 이를 검정하기 위해 Duncan test를 시행하였다. 그 결과 Everest® 시스템의 변연 간격이 금속-도재 고정성 국소의치에 비해 유의성 있게 적은 것으로 나타났다 (Table 3).



Fig. 3. Non-contact measuring machine (Presize 440C, Isuntek Co., Taiwan).



Fig. 4. Image of marginal gap measurement using Presize 440C. A: Metal-ceramic group ($\times 145$), B: Everest® system ($\times 145$), C: Rainbow™ system ($\times 145$).

Table 1. The mean and standard deviation of marginal gap of three groups (unit : μm)

Group	N	Mean	SD	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Metal-ceramic	10	78.48	11.05	3.49	70.57	86.39	65.65	96.83
Everest [®]	10	59.30	11.63	3.68	50.98	67.63	42.70	78.13
Rainbow [™]	10	70.34	13.98	4.42	60.33	80.34	48.78	93.53

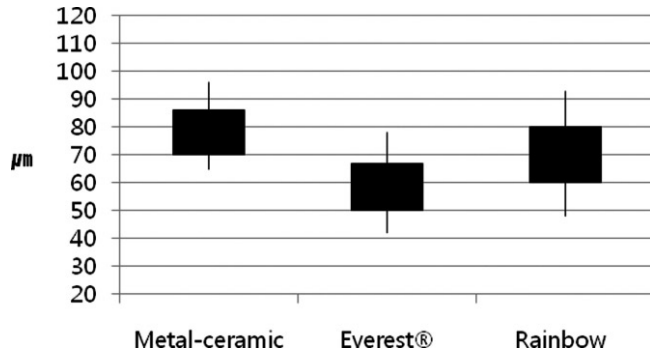


Fig. 5. Marginal gap of three groups.

Table 2. One-Way ANOVA test

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1853.143	2	926.571	6.131	.006
Within Groups	4080.762	27	151.139		
Total	5933.905	29			

Table 3. Post Hoc Tests (Duncan test)

Variables	N	Subsets for alpha = .05	
		1	2
Everest [®]	10	59.3075	
Rainbow [™]	10	70.3400	70.3400
Metal-ceramic	10		78.4870
Sig.		.055	.150

고찰

본 연구에서는 고정성 국소의치의 변연 적합도를 측정하기 위해 자연치 대신 동일 조건의 다수 시편 제작이 가능한 레진 모형치를 사용하였다. Sorensen¹³은 변연 적합도 측정법으로 직접 보는 방법, 절단 후 보는 방법, 인상 채득하여 평가하는 방법, 탐침과 육안으로 평가하는 방법 등을 제시하였다. 문 등¹⁴은 절단법이 가장 정확하나 측정 부위를 늘리는 것이 어렵다고 하였다. 현미경으로 직접 보는 방법은 반복 측정이 가능하고 측정 부위를 늘릴 수 있는 장점이 있다고 하였다. 또한 완전 도재 수복물의 경우 절단시 변연부의 도재가 파절될 수 있기 때문에, 본 연구의 계측 방법으로 직접 관찰법을 택하였다.

고정성 국소의치의 변연 적합도 평가시, 유의성을 갖기 위한 측정 점의 수는 아직 연구된 것이 없다. 다만 단일 치관 에서 Gassino 등¹⁵은 최소 측정 회수를 18회라 하였고, Groten 등¹⁶은 50 회 이상 측정 시 임상적으로 적절한 정보를 얻을 수 있다고 하였다. 윤 등¹⁷은 collarless 금속-도재 고정성 국소의치의 변연 간격 측정 시, 총 8 포인트에서 3회씩 측정하였다. Vigolo 등¹⁸은 4-unit 지르코니아 고정성 가공의치의 연구에서 고정성 가공의치당 8 포인트에서 1회씩 측정하였다. Gonzalo 등¹⁹은 3-unit 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 간격 측정시, 4 포인트에서 30회씩 총 120회 측정하였다. 직접 관찰법에서는 각 면에 변연 간격이 선명하게 보이는 위치가 정해져 있어 다수의 측정이 어려우며, 많은 포인트 측정시 시간과 비용이 더 많이 든다. 따라서, 본

연구에서는 고정성 가공의치 각각의 지대치 마다 네 부위 (순측, 근심측, 원심측, 구개측)에서 5 포인트씩 총 20회가 되도록 하였다. 또한 시편의 수의 제약으로 각각의 고정성 국소의치 대신, 각 지대치 치아의 변연 적합도를 기준으로 통계처리 하였다.

고정성 국소의치의 가공치 주위의 변연 적합도를 직접 측정하기 위해서는 관찰에 방해가 되는 가공치를 절단하는 것이 필요하였고, 절단을 위해서 모형을 합착하였다. 하지만 주 모형상에서 합착을 시행하면, 측정 횟수가 제한되기 때문에 주 모형을 복제한 레진 모형에 합착하여 측정하였다. 단 레진 모형과 주모형이 차이가 없는지 확인하기 위해 금속 코핑을 이용한 jig를 제작하였다. Jig를 이용하여 맞지 않는 모형은 폐기하고 적합이 좋은 것만 사용하였다.¹⁷ 합착에는 레진 시멘트를 사용하였다. 일반적으로 완전 도재치의 합착에는 레진 시멘트를 사용하는데, 이는 미세누출이 적고, 유지력이 좋으며, 파절강도가 증가하기 때문이다. Rosentritt 등²⁰은 Panavia/ED, Compolute/EBS, RelyX Unicem 으로 지르코니아 고정성 국소의치를 접착한 경우 변연 적합성이 좋다고 하였다. 본 연구에서는 조작이 간편하고 임상적으로 많이 사용하는 RelyX Unicem으로 합착하였다. 본 연구에서는 임상에서와 같이 수압 (hand pressure)으로 접착을 시행하였다. 보통 임상에서는 수압으로 접착하지만, 수압은 압력이 일정하지 않은 단점이 있다. 본 연구에서는 수압을 최대한 일정하기 위해 한 실험자가 모두 합착하였다.

CAD/CAM으로 제작된 지르코니아 고정성 가공의치의 변연 적합도에 관한 여러 연구가 있었다. Gonzalo 등¹⁹은 3-unit 구치부 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 적합도 연구에서 Lava 시스템의 변연 간격을 $76 \pm 36 \mu\text{m}$ 로 보고하였다. Vigolo 등¹⁸은 4-unit 지르코니아 고정성 국소의치에서 Lava 시스템의 경우 $47.28 \mu\text{m}$, Everest[®] 시스템은 $65.49 \mu\text{m}$ 의 변연 간격을 보고하였다. Reich 등⁴은 Replica technique을 이용한 3-unit 지르코니아 고정성 국소의치의 변연 간격 연구에서, Digident $75 \mu\text{m}$, Lava $65 \mu\text{m}$, Cerec Inlab $54 \mu\text{m}$ 의 변연 간격을 보고하였다. Everest[®] 시스템의 경우 Vigolo 등¹⁸의 연구와 비슷한 변연 간격을 보였다. Kohorst 등²¹은 Everest[®] 시스템으로 제작된 4-unit 지르코니아 고정성 국소의치의 절대 변연 오차를 $112.8 \mu\text{m}$ 로 보고하였다. 이번 연구에서 보다 큰 수치로, 연구 방법의 차이에 따른 것으로 사료된다. 이번 연구에서는 합착 후 직접 관찰법을 통해 변연 오차를 측정하였으나, Kohorst 등²¹의 경우, Replica technique을 이용하였다. Everest[®] 시스템으로 제작된 지르코니아 고정성 국소의치에 대한 국내 연구는 아직 없었다. 다만 신 등²²이 8개의 완전 도재관을 대상으로 측정하였을 때, 변연 간격을 $61.69 \pm 19.33 \mu\text{m}$ 라고 보고하였다. 허 등²³은 Replica technique를 이용한 변연 및 내면 적합도 평가에서, Everest[®] 코어의 변연 간격을 $80.23 \pm 21.07 \mu\text{m}$, 내면 간격은 $92.31 \pm 25.18 \mu\text{m}$ 로 보고하였다.

Rainbow[™] 시스템의 변연 적합도에 관한 연구는 매우 부족하다. Rainbow[™] 시스템 연구에서, 강 등⁵은 Rainbow[™] 시스템으로 제작된 지르코니아 코어의 변연 간격을 $125.07 \pm 42.19 \mu\text{m}$ 로 보고하였다. Rainbow[™] 시스템과 같은 MAD/MAM 시스템의 경우, 지대치 석고 모형상에서 일차적인 레진 코핑을 형성하고, 이것을 복제 절삭하는 방식으로 지르코니아 코어를 제작하게 되는데, 이 과정에서 레진 코핑의 정확도에 따라 최종 제작된 수복물의 정밀도도 결정이 된다고 할 수 있다. 따라서 제작자의 숙련도가 변연부 정밀성에 영향을 줄 수 있다.⁵

Everest[®] 시스템의 경우, Rainbow[™] 시스템과의 비교에서 유의성 있는 차이는 없었지만, 평균 변연 간격 및 표준 편차가 적었다. 이는 CAD/CAM 지르코니아 수복물이 컴퓨터에 의한 기계화 작업으로 가공 오차가 적어, 더 정밀한 작업이 가능하였을 것으로 사료된다. Everest[®] 시스템의 경우 금속-도재 고정성 가공의치보다 유의성 있게 적은 변연 간격을 보였다. 이는 매물, 소환, 주조 등의 일련의 과정이 생략되었기 때문으로 사료된다.

이번 연구의 경우 수복물의 정밀성을 오직 외부 변연 적합도로만 평가하였다. 하지만 적합도에 관한 측정 기준에서 내면 적합도 역시 중요한 요소로 평가된다. Belles 등²⁴은 일반적으로 외부 변연 적합도가 내부 변연 적합도보다 우수함을 보고하였다. Bindl 등²⁵은 CAD/CAM으로 제작된 완전도재관의 변연 적합도 연구에서, 변연 간격의 수치가 적은 것은 $100 - 200 \mu\text{m}$ 의 큰 내면 간격과 연관되었다고 하였다. Everest[®] 시스템과 Rainbow[™]은 서로 다른 가공소에서 제작되었기 때문에, 적합 과정이 다를 수 있다. 내면 조정을 많이 할수록 변연 간격이 적어질 수 있다.²⁶ 따라서 좀 더 정확한 분석을 위해서는 내면 적합에 관한

연구도 필요할 것으로 사료된다.

McLean과 von Fraunhofer⁶는 제작시점으로부터 5년 이상 된 구강 내 1000개의 수복물에 대한 연구에서, $100 \mu\text{m}$ 정도의 변연 불일치는 임상적으로 거의 문제를 일으키지 않으며, 임상적으로 허용할 수 있는 최대 변연 간격은 $120 \mu\text{m}$ 이라고 하였다. 이번 연구에서는 각 시스템의 변연 간격은 평균값 기준으로 $59.30 \mu\text{m}$ 에서 $78.48 \mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이러한 결과치만 고려한다면 임상적으로 허용할 만한 범위 내에 있다고 사료된다. 하지만 시편의 개수가 적고 *in vitro*에서 규격화된 모형을 가지고 측정된 결과인 점을 고려하면, 일반적인 임상적용에는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 CAD/CAM과 MAD/MAM 방식으로 제작된 3-unit 지르코니아 고정성 국소의치와 통상적인 방법으로 제작된 금속-도재 고정성 국소의치의 변연 적합도를 비교하였다. 본 연구의 한계 내에서, 다음과 같은 결과들을 얻었다.

1. 각 군의 변연 간격의 평균과 표준편차는 금속-도재 고정성 국소의치 $78.5 \pm 11.05 \mu\text{m}$, Everest[®] 시스템에서 $59.30 \pm 11.63 \mu\text{m}$, Rainbow[™] 시스템에서 $70.34 \pm 13.98 \mu\text{m}$ 의 변연 간격을 보였다.
2. Everest[®] 시스템은 금속-도재 고정성 국소의치보다 유의성 있게 적은 변연 간격을 보였다 ($P < .05$).
3. Everest[®] 시스템과 Rainbow[™] 시스템간의 변연 적합도는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($P < .05$).
4. Rainbow[™] 시스템과 금속-도재 고정성 국소의치간의 변연 적합도는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($P > .05$).
5. 변연 적합도 측면에서 볼 때 세 군 모두 임상적으로 받아들일 수 있는 변연 적합도 범위 내에 있었다.

참고문헌

1. Sorensen JA. A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. J Prosthet Dent 1989;62:264-9.
2. Sorensen SE, Larsen IB, Jørgensen KD. Gingival and alveolar bone reaction to marginal fit of subgingival crown margins. Scand J Dent Res 1986;94:109-14.
3. Tinschert J, Natt G, Mautsch W, Spiekermann H, Anusavice KJ. Marginal fit of alumina-and zirconia-based fixed partial dentures produced by a CAD/CAM system. Oper Dent 2001;26:367-74.
4. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. Eur J Oral Sci 2005;113:174-9.
5. Kang DR, Shim JS, Moon HS, Lee KW. Marginal fidelity of zirconia core using MAD/MAM system. J Korean Acad Prosthodont 2010;48:1-7.
6. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971;131:107-11.
7. Belser UC, MacEntee MI, Richter WA. Fit of three porcelain-fused-

- to-metal marginal designs in vivo: a scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 1985;53:24-9.
8. Coli P, Karlsson S. Precision of a CAD/CAM technique for the production of zirconium dioxide copings. *Int J Prosthodont* 2004;17:577-80.
 9. Beuer F, Naumann M, Gernet W, Sorensen JA. Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2009;13:343-9.
 10. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007;20:383-8.
 11. Sailer I, Fehér A, Filser F, Lüthy H, Gauckler LJ, Schärer P, Franz Hämmerle CH. Prospective clinical study of zirconia posterior fixed partial dentures: 3-year follow-up. *Quintessence Int* 2006;37:685-93.
 12. Wettstein F, Sailer I, Roos M, Hämmerle CH. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. *Eur J Oral Sci* 2008;116:272-9.
 13. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990;64:18-24.
 14. Moon BH, Yang JH, Lee SH, Chung HY. A study on the marginal fit of all-ceramic crown using CCD camera. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:273-92.
 15. Gassino G, Barone Monfrin S, Scanu M, Spina G, Preti G. Marginal adaptation of fixed prosthodontics: a new in vitro 360-degree external examination procedure. *Int J Prosthodont* 2004;17:218-23.
 16. Groten M, Axmann D, Pröbster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. *J Prosthet Dent* 2000;83:40-9.
 17. Yoon JW, Yang JH, Han JS, Lee JB. A study on the marginal fit of collarless metal ceramic fixed partial dentures. *J Korean Acad Prosthodont* 2005;43:707-16.
 18. Vigolo P, Fonzi F. An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycles. *J Prosthodont* 2008;17:621-6.
 19. Gonzalo E, Suárez MJ, Serrano B, Lozano JF. Comparative analysis of two measurement methods for marginal fit in metal-ceramic and zirconia posterior FPDs. *Int J Prosthodont* 2009;22:374-7.
 20. Rosentritt M, Behr M, Kolbeck C, Handel G. Marginal integrity of CAD/CAM fixed partial dentures. *Eur J Dent* 2007;1:25-30.
 21. Kohorst P, Brinkmann H, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M. Influence of the veneering process on the marginal fit of zirconia fixed dental prostheses. *J Oral Rehabil* 2010;37:283-91.
 22. Shin HS, Kim SG. Comparison of marginal fit before and after porcelain build-up of two kinds of CAD/CAM zirconia all-ceramic restorations. *J Korean Acad Prosthodont* 2008;46:529-34.
 23. Huh JB, Park CG, Kim HY, Park CK, Shin SW. Evaluation using Replica Technique on the marginal and internal fitness of zirconia cores by several CAD/CAM systems. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:135-42.
 24. Belles DM, Cronin RJ Jr, Duke ES. Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 1991;65:611-9.
 25. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005;32:441-7.
 26. Witkowski S, Komine F, Gerds T. Marginal accuracy of titanium copings fabricated by casting and CAD/CAM techniques. *J Prosthet Dent* 2006;96:47-52.

Marginal fit of three-unit zirconia anterior fixed dental prostheses fabricated using CAD/CAM and MAD/MAM system

Tae-Jin Song, DDS, MSD, In-Sung Yeo, DDS, MSD, PhD, Jae-Ho Yang*, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to compare the marginal fit of three-unit zirconia fixed dental prostheses (FDPs) fabricated using CAD/CAM and MAD/MAM system. **Materials and methods:** Dentiform maxillary central and lateral incisor were prepared for 3-unit FDP and fixed in yellow stone. This model was duplicated to epoxy resin die. On the resin die, fifteen 3-unit FDPs were fabricated. Metal-ceramic group was three-unit metal-ceramic FDPs, Everest® group was zirconia three-unit FDPs fabricated using the Everest® system (Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany) and Rainbow™ group was zirconia three-unit FDPs fabricated using the Rainbow™ system (Dentium Co. Inc., Seoul, South Korea). They were cemented to resin dies with adhesive resin cement. After removing pontics, each retainers were separated and observed under measuring machine (Presize 440C) and analyzed through one-way ANOVA and Duncan test ($\alpha = .05$). **Results:** Mean values and standard deviations of marginal gap dimensions in each group for three-unit FDPs were $78.5 \pm 11.05 \mu\text{m}$ for the metal-ceramic group, $59.30 \pm 11.63 \mu\text{m}$ for the Everest® group and $70.34 \pm 13.98 \mu\text{m}$ for the Rainbow™ group. **Conclusion:** 1. The Everest® group in comparison with metal-ceramic group showed better marginal fit, which had significant differences ($P < .05$). 2. The mean marginal gap values between Everest® and Rainbow™ group did not showed significant differences ($P > .05$). 3. The mean marginal gap values between Rainbow™ group and metal-ceramic group did not showed significant differences ($P > .05$). 4. The mean marginal gaps of each group were within clinically acceptable range ($120 \mu\text{m}$). (*J Korean Acad Prosthodont 2011;49:145-51*)

Key words: Marginal fit, CAD/CAM, MAD/MAM, Zirconia FDP

*Corresponding Author: **Jae-Ho Yang**

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, 28 Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-749, Korea

+82 2 2072 3393: e-mail, jhoyang@snu.ac.kr

Article history

Received October 11, 2010 / Last Revision December 16, 2010 / Accepted February 7, 2011