J Korean Acad Esthet Dent http://dx.doi.org/10.15522/jkaed.2016.25.1.4

Case Report

Achieving Esthetics in Anterior Region using Monolithic Zirconia Restoration
Monolithic Zirconia Crown을 이용한 심미적 접근

Chonghwa Kim, DDS, MS
Michigan Dental Clinic
김종화
미시간치과

Although CAD/CAM technology has been used in dentistry for more than decades, the present CAD/CAM dentistry is still quite inefficient or unesthetic. Zirconia restoration has faced with two contradictory words, 'Efficiency' and 'Esthetics'. One can consider monolithic zirconia restoration to be efficient with CAD/CAM. The monolithic zirconia restoration, however, is rarely esthetic due to the current limitations with zirconia. On the contrary, porcelain build-up is almost indispensible in fabricating esthetic restoration, especially in anterior region. In this article, the current status of monolithic zirconia restoration and clinical cases will be presented. *(J Korean Acad Esthet Dent 2016;25(1):4-14)*

Key words: CAD/CAM, monolithic zirconia

서론

1960년대 미국 뉴욕에서 Dr. Katz와 DT. Kuwata가 PFM(Porcelain Fused to Metal) crown을 처음 개발해내고 나서야 비로소 세계치과계는'심미'라는 단어를 제대로 입에 올릴 수 있게 되었다. 그 후로 수많은 심미의 대가들이 porcelain work을 자연치아의 심미에 필적할 수 있는 단계로 까지 끌어올리기도 했었지만, 이는 다시 말하자면 porcelain 보철물이란 결국 기공작업을 수행하는 사람의 '손재주'에 철저히 의존할 수 밖에 없다는 반증이기도 했다.

전통적인 casting방식의 PFM 제작과정은 진료실에서 인상채득이 끝나고 나면 작업모델 제작을 시작으로 일련의 과정들이 하나도 빠짐없이 기공사의 손을 거쳐야 하는 다단계 작업이다. (Fig. 1)

• **Received** 2016.05.16 • **Last Revision** 2016. 05.25 • **Accepted** 2016.06.10
• **Corresponding Author:** Chonghwa Kim
Michigan Dental Clinic
E-mail: kimchonghwa@hotmail.com

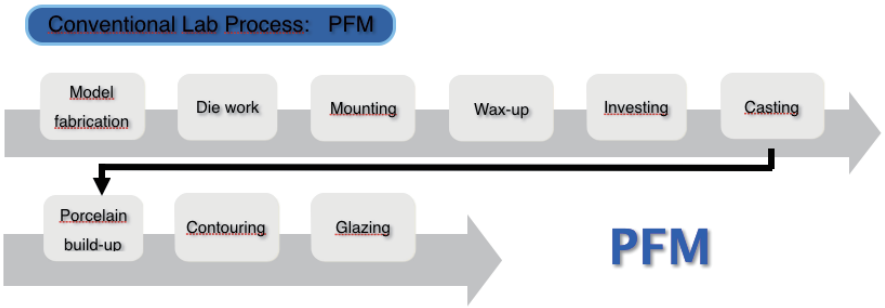

Fig. 1. Casting방식의 PFM(Porcelain Fused to Metal) 제작과정

기공과정 하나 하나를 기공사 개인의 역량에 철저히 의존해야 하는 힘든 작업이다. 그와 비교해 보았을 때, CAD/CAM을 사용하여 Zr. coping을 제작한 후 porcelain build-up을 시행하게 되면 기존의 PFM제작과정 중 일부분(노란색 박스 부분)이 컴퓨터작업을 통해 자동화될 수 있다. (Fig. 2)

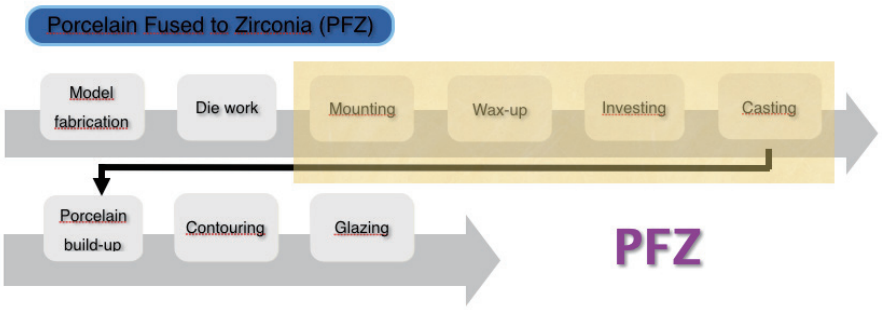

Fig. 2. CAD/CAM방식의 PFZ(Porcelain Fused to Zirconia) 제작과정

하지만 엄밀히 말하자면 PFZ제작은 CAD/CAM을 제대로 활용하는 예라고 말할 수 없다. PFZ 제작방식이 기존의 PFM제작방식에 비해 엄청나게 효율적이라고 보기는 힘들기 때문이다. PFZ로는 겨우 wax-up과 casting의 번거로움을 피한 정도이지 porcelain build-up부분은 여전히 기공사의 몫이다. 이래가지고는 제대로 된 CAD/CAM이라 부르기엔 한참 모자라 보인다. 게다가 Zirconia coping을 제작할 때, 컴퓨터 화면을 들여다보며 직접 디자인하는것 보다 수작업 wax-up으로 형태를 잡은 후 이를 scan하여 디자인에 적용하는 것이 훨씬 효율적이라고 믿는 다수의 기공소들을 떠올려보면, 이렇게 제작된 PFZ를 과연 CAD/CAM보철물이라고 부를 수 있는 것인지 의구심마저 들게 된다.

PFZ가 여전히 기공사의 build-up역량에 의존할 수 밖에 없다는 한계로 인해, 보다 CAD/CAM다운(사람의 손을 덜 필요로 하는) 보철물 제작을 열망하는 임상가들에게는 자연스레 monolithic zirconia crown에 대한 기대와 집착이 생겨나게 되었다. CAD 디자인 작업시간을 줄이는 문제, 고도의 심미성을 재현해낼 수 있는가 하는 문제 등의 많은 해결과제들이 남아 있긴 하지만, monolithic zirconia crown이 CAD/CAM을 좀 더 활용하는 보철방식이라는 것은 분명한 사실이다. Dr. Katz와 DT. Kuwata의 개발 이후 50년 넘게 이어져 온 porcelain의 명맥이 끊기는 것은 한편 아쉬운 일이긴 하나, 기계가 milling으로 기존의 PFM제작과정의 대부분(붉은색 박스 부분)을 자동화할 수 있다는 것은 신나는 일이다. 또한 CAD/CAM기술의 발전이 현재의 한계들조차도 빠르게 극복해 나갈 것이라는 데는 한치의 의심도 없다. (Fig. 3)

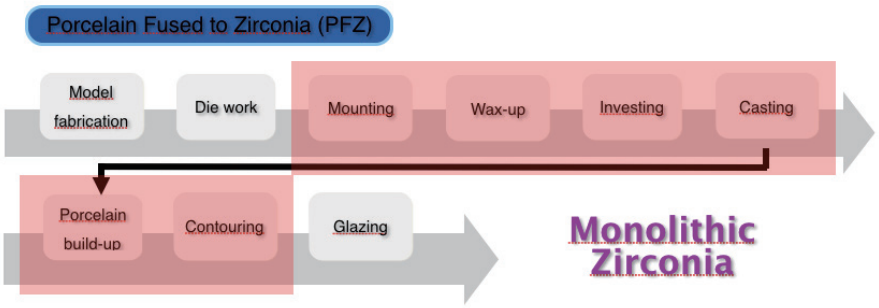

Fig. 3. CAD/CAM방식으로 제작된 monolithic zirconia crown의 제작과정

2013년판 Business USA에 따르면 전체 치과보철물 시장의 80%를 차지하는 crown & bridge는 아주 빠른 속도로 PFM에서 All-Ceramic Crown위주로 편중되고 있는데 그 중에서도 지르코니아와 e-max와 같이 전통적인 porcelain build-up을 배제한 CAD/CAM제작방식의 monolithic restoration시장이 향후 5-6년내로 급격하게 확대될 것으로 예견하였다. (Fig. 4)

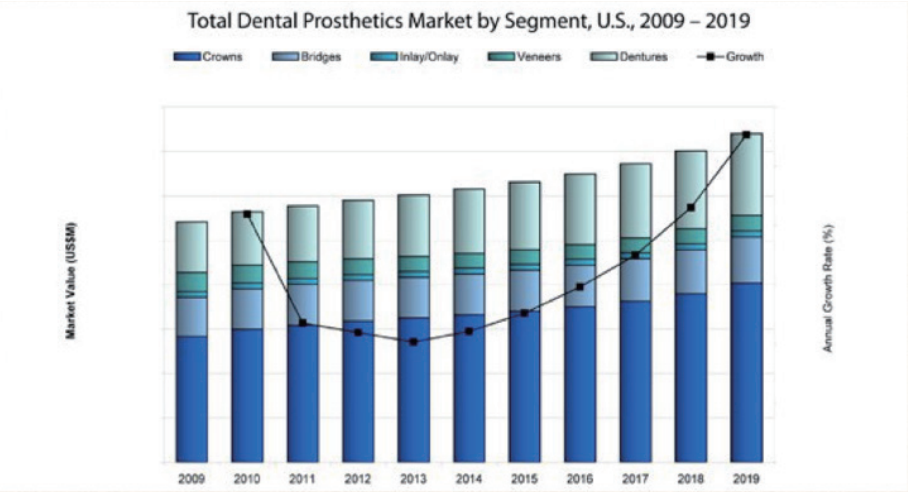

Fig. 4. 2009-2019 미국치과 보철물 시장의 구성비중 분석

현재의 CAD/CAM 시스템은 문제투성이다. Sintering으로 인한 zirconia의 수축문제, coloring & external staining의 한계 등 여러 가지가 있지만 그 중 하나는 보철물의 3차원적 형태를 효율적으로 디자인하는 것이 쉽지 않다는 점이다. 모든 CAD 디자인은 무수한 polygon(CAD 디자인상의 최소단위)으로 이루어져 있다. (Fig. 5) 기술적인 차원에서만 본다면 CAD상에서 미세한 polygon들을 조작함으로써 초미세형태까지도 재현이 가능하긴 하지만, 2차원적인 모니터를 들여다보면서 이와 같은 3차원의 작업을 해내는 것은 사실 불가능에 가까울뿐만 아니라 시간적인 효율성을 포기하는 일이다.

또 다른 문제점은 milling 세밀도의 한계이다. 초고도로 세밀한 CAD 디자인을 완성했다고 하더라도 실제 제작은 CAM(Computer-Aided Manufacturing)방식을 통해 milling bur로 깎아내는 방식이다보니 사용되는 bur의 크기에 영향을 받을 수 밖에 없다. 예를 들어 똑같은 CAD 디자인이라고 해도 다른 크기의 bur를 사용하게 되면 그 결과물은 달라질 수 밖에 없고 이는 많은 경우 보철물의 심미성에 영향을 줄 수 있다. (Fig. 6, 7)

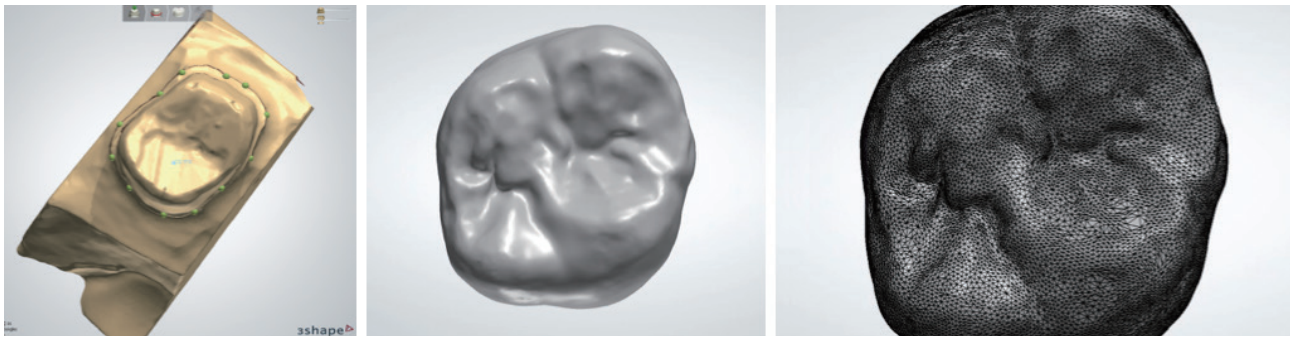

Fig. 5. #16 monolithic zirconia crown의 CAD 디자인. 맨 우측은 CAD 디자인을 polygon mode로 확대한 사진

Fig. 6. 0.5 ø 와 1.0 ø bur 사용시의 milling 세밀도 비교

Fig. 7. Coloring과 staining을 거쳐 완성된 monolithic zirconia crown

Zirconia coping에 porcelain veneer를 얹어 PFZ를 제작하는 것이 훨씬 더 심미적인데 왜 굳이 monolithic zirconia crown을 사용하려고 하는지 의아해 하는 임상가들도 많다. 심미성만 생각한다면 PFM을 사용하는 분들은 어쩌면 PFZ에 대해서도 비슷한 질문을 할 수 있을 것 같다. 개인적으로는, PFZ가 기존의 PFM에 비해 과연 월등히 심미적인가 하는 부분에 대해서 회의적이다. 고도의 심미성을 추구하는 치과의사나 기공사 분들은 어쩌면 동의하기 힘든 말일 수도 있겠지만, 사실 PFZ로 얻을 수 있는 심미성 정도는 PFM으로도 꽤 근접할 수 있다고 생각하기 때문이다.

PFZ와 관련해서는 다른 염려가 한가지 더 존재하는데 그것은 바로 porcelain과 zirconia간의 열팽창계수의 차이에 의한 'Delamination' 현상이다. (Fig. 8) 이를 방지하기 위한 여러 가지 방법들이 소개되어 있긴 하지만, 이러한 문제는

Fig. 8. PFZ에서의 porcelain 파절(Delamination) 증례들

때때로 임상가로 하여금 파절을 피하기 위해 monolithic zirconia crown을 선택할 것인가 아니면 심미를 위해 porcelain build-up을 고려할 것인가 하는 딜레마를 안겨주기도 한다.

반면 Monolithic zirconia가 갖고 있는 단점 중 파절강도에 대한 의구심은 이제는 사라진 듯 하다. 파절강도에 관해서는 그 동안 10년 넘게 사용되어져 오면서 임상적으로 충분히 증명된 것으로 보인다. CAD/CAM방식의 monolithic crown제작에 사용될 수 있는 재료에는 zirconia이외에도 lithium disilicate가 있다. Lithium disilicate재질의 보철물은 zirconia보다 더 심미적이므로 전치부 영역에서 더 선호되어 왔다. 그러나 lithium disilicate는 몇 가지 문제점을 갖고 있는데 그 중 하나는 lithium disilicate를 안정적이면서도 효율적으로 milling해낼 수 있는 CAD/CAM 시스템이 현재로서는 많지 않다는 것이다. 또 한 가지 문제점은 강도문제로 인해 구치부나 bridge형태의 보철물을 제작하는 데는 한계가 있다는 것이다.

아래에서monolithic zirconia의 높은 파절강도와 최근 개선된 심미성이 도움이 되었던 두 증례를 소개드리고자 한다.

○ 증례 1. Monolithic Zirconia Cantilever crown을 이용한 하악전치의 수복

26세의 여성환자분이 하악 양측 측절치 (#32,42) 결손으로 Maryland bridge치료를 받은 지 10여년이 경과하였는데, 유학으로 출국하기 약 한 달여를 남겨두고 접착부위가 떨어져 내원하였다. 구강 내 검진결과 중절치 (#31,41) 부위의 접착이 실패하여 약 1mm 내외의 gap이 벌어져 있었다. 방사선사진상에서 분석해보았을 때 인접한 중절치와 견치의

Fig. 9. Maryland bridge의 접착이 실패한 증례

Fig. 10-1. 제거된 Maryland bridge와 결손부 치은의 형태

Fig. 10-2. Ovate pontic을 제작하기 위한 치은절제 시행 및 당일 임시보철물

치근사이 거리는 4 mm가 채 되지 않아 narrow diameter가 아닌 통상의 임플란트를 식립하는 것은 어려워 보였다. 또한 한 달 후 출국이라는 시간적 제한으로 인해 결국 임플란트는 치료옵션에서 제외되었다. (Fig. 9)

Minimally invasive한 접근을 위해 양측 동일하게 중절치는 삭제하지 않고 견치를 지대치로 하는 cantilever bridge를 제작하기로 계획하였다. Maryland bridge를 제거한 후 확인한 결과 결손된 측절치 부위의 치은이 매우 두꺼워 ovate pontic을 통한 심미적인 접근을 위해 치은절제술을 시행하기로 하였다. (Fig. 10-1) Fig. 10-2는 임시치아장착 직전,후의 모습이며 ovate pontic이 치은절제술을 통해 형성된 부위를 살짝 누르고 있는 형태를 보여준다.

Zirconia의 가장 큰 단점 중 하나였던 불투과성(opacity)은 최근 몇 년 동안 괄목할만한 개선이 이루어졌다. (Fig. 11)

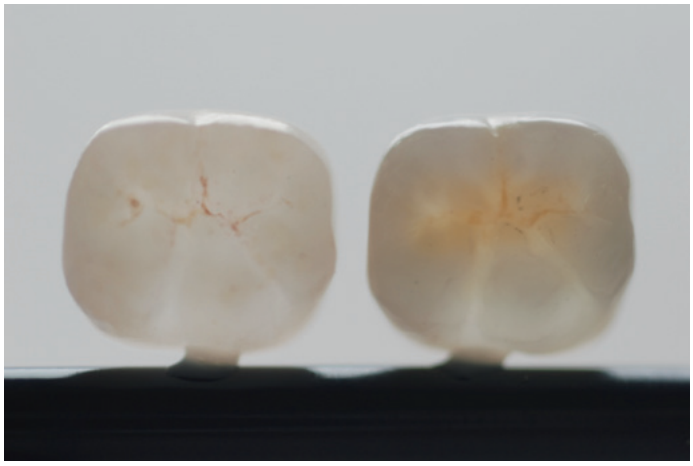

Fig. 11. 기존의 zirconia 블록(우측)과 투과도가 개선된 zirconia블록(좌측)

Zirconia block의 투과성에 영향을 미치는 요소로는 zirconia의 불순물 포화도, pore와 같은 block 내부의 구조적 결함, 그리고 알루미나 함량 등이 있다.

이러한 요소들을 조절하여 zirconia의 투과도를 개선시키는 과정에서 파절강도의 감소는 피할 수 없는 부분이다. 최근 출시되고 있는 zirconia 블록 중에는 투과도가 월등히 개선된 대신 파절강도가 기존 블록의 50%정도밖에 되지 않는 경우들도 있다. 그러나 이러한 zirconia블록들이 갖는 600-700 MPa의 파절강도는 lithium disilicate에 비하면 여전히 1.5배 이상이다.

이 증례에서는 하악 전치 특유의 심미성과 함께 cantilever부위의 강도를 동시에 만족시킬 수 있는 재료를 필요로 하

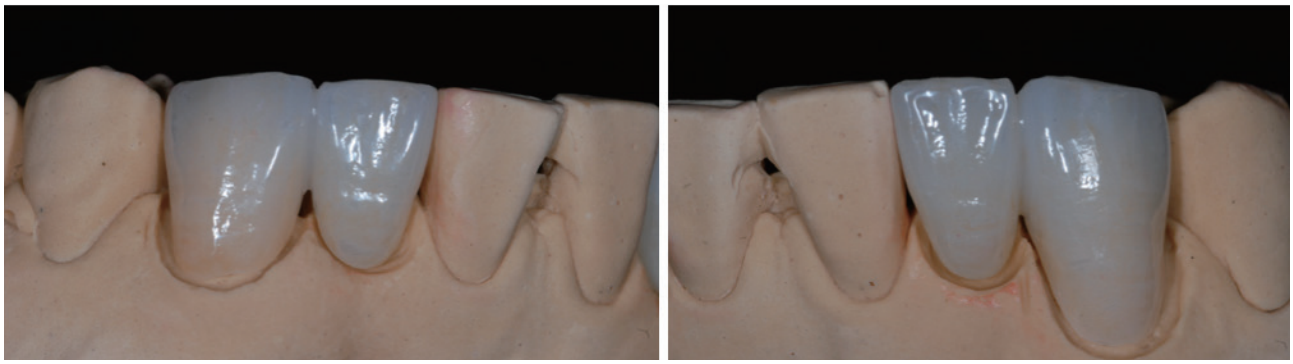

Fig. 12. 투과성이 개선된 650 MPa 강도의 지르코니아 블록으로 보철물 제작

Fig. 13. Ovate pontic하방부의 치은형태와 최종 보철물

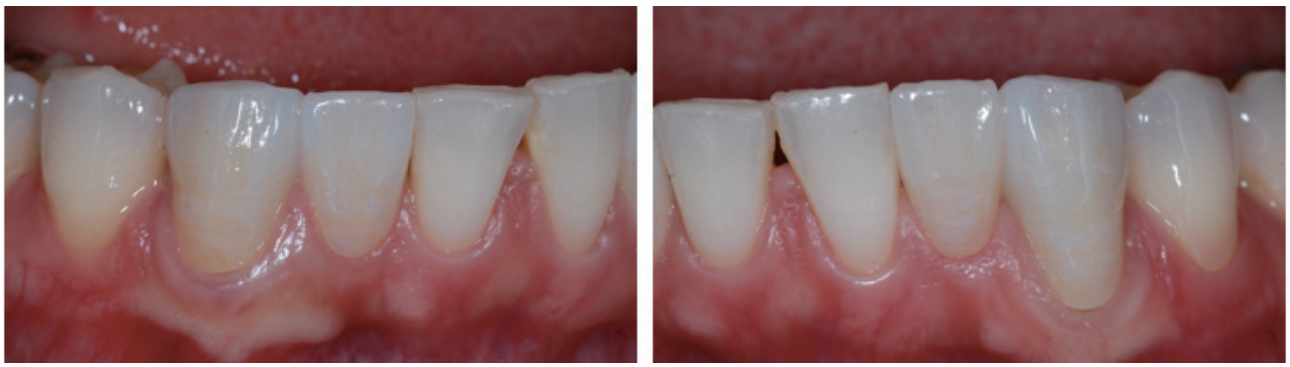

Fig. 14. 3 years follow-up

였기 때문에 약 650 MPa정도의 파절강도를 가지면서 투과도가 가장 높은 수준인 zirconia 블록을 선택하였다. (Fig. 12) 치료 후 3년이 경과한 후에도 기능적이나 심미적으로 잘 유지되는 것이 확인되었다. (Fig. 13-14)

증례 2. Monolithic Zirconia Crown을 이용한 상악 6전치의 수복

45세의 여성환자분이 상악 6전치 보철물의 비심미성을 개선하기 위해 내원하였다. 환자분의 주소는 오래된 PFM 보철물에서 흔히 발견할 수 있는 치은선 상의 dark shadow를 해결하고 싶다는 것이었으나 그 외에도 보철물 변연부의 부적합으로 인한 약간의 치은염증과 보철물이 monochromatic하면서 불투과성이 강하기 때문에 인접, 대합치의 shade와 전혀 조화가 되지 않는 심미적인 문제점도 함께 보였다. (Fig. 15)

Fig. 15. 환자의 초진사진

보철물 제거 및 임시치아 장착 후 약 2주를 기다려 치은의 건강도를 회복하였고 최종 보철물은 porcelain build-up없이 monolithic zirconia crown으로 제작하였다. (Fig. 16 & 17)

Fig. 16. 최종 인상 채득 전 지대치 및 치은의 형태

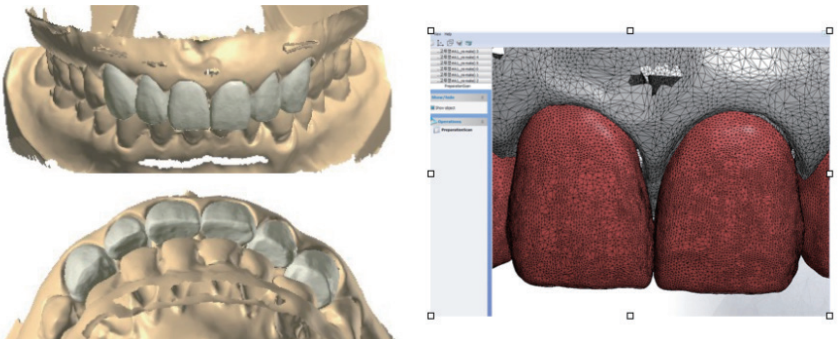

Fig. 17. 완성된 CAD 디자인과 polygon 모드에서 보여지는 치아의 세부형태

Sintering 후의 사진을 보면, monolithic zirconia crown의 두께가 PFZ의 zirconia coping보다 훨씬 두꺼운 1.2-1.5 mm 이었음에도 불구하고 작업모델상의 지대치가 비쳐보이는 높은 투과도를 보인다. (Fig. 18) 또한 external staining과 glazing을 마친 사진에서 보면 절단면의 높은 투명감(translucency)을 확인할 수 있다. (Fig. 19, 검은 화살표) 이렇게 절단면의 높은 투명감을 재현하는 것은 예전의 불투과성이 높은 zirconia block을 사용해서는 물론이거니와 현재의 개선된 block을 가지고도 쉽지 않은 부분이다. 이러한 절단면의 투과성을 표현하려면 zirconia 블록 자체의 투과도 뿐만 아니라 external stain의 적절한 사용이 필요하게 되는데 이 때 external stain의 주된 역할은 사용된 부위에서의 빛의 흡수(absorption)를 높여 마치 빛이 투과되는 것처럼 보이는 착시효과를 내는 것이다.

Fig. 18. Coloring과 Sintering 직후의 보철물

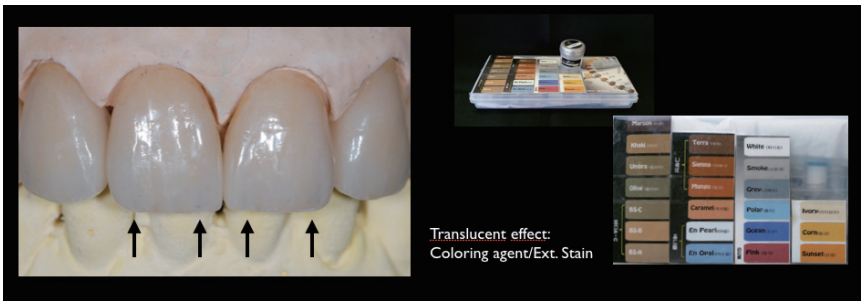

Fig. 19. External stain을 이용한 절단면의 투과성 효과

보철물의 1차시적 결과, 인접치와의 조화로운 shade의 재현이 이루어졌고 절단면의 투명감이 적절히 표현되어 있는것이 보였다. (Fig. 20) 그럼에도 불구하고 환자분이 직접 느끼는 보철물의 shade는 너무 어두우면서 누렇게 보인다는 것이었다. 약 2주 동안 심미적으로 적응하는 시간을 가져보았지만 기존 보철물의 높은 명도와 opacity에 익숙해져

Fig. 20. 최종보철물의 1차 시적

Fig. 21. 동일한 최종보철물의 stain을 조정한 후 2차 시적

있던 환자분은 보철물 shade의 수정을 요구하였다. 결국 동일한 보철물의 external stain만을 조정하여 전체적인 명도를 높인 후 2차시적을 통해 최종적으로 환자분의 동의를 얻어 증례를 마무리하였다. (Fig. 21)

결론 및 고찰

위에서 소개된 두 증례의 심미적 결과만을 논하자면 고도의 심미성을 가진 porcelain 보철물에 비할 수 있는 수준은 분명 아닐 것이다. 하지만 실제임상에서 이보다 심미적이지 못한 PFM이나 PFZ crown을 심심치 않게 발견하게 된다는 점은 분명 시사하는 바가 있다. 앞서 언급한 바 있는 소위 '손재주'에 의존해야만 하는 기존의 기공방식을 근본적으로 바꿀 수 있는 건 CAD/CAM의 발전을 통해서만 가능하다. 분명한 건, CAD/CAM은 틀림없이 계속 발전해 나갈 것이라는 사실이다. 현재의 CAD/CAM은 앞으로 chairside CAD/CAM denstistry가 그 영역을 넓혀 나가기 위한 준비단계에 머물러 있지만, monolithic zirconia crown등의 보다 적극적인 CAD/CAM활용이 그 시기를 앞당겨 줄 수 있지 않을까 생각해본다.

References

1. Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: clinical and technical aspects. Quintessence Int. 2013;44(8):557-66
2. Moscovitch M. Consecutive case series of monolithic and minimally veneered zirconia restorations on teeth and

implants: up to 68 months. J Periodontics Restorative Dent. 2015 May-Jun;35(3):315-23.
3. Harada K, Raigrodski AJ, Chung KH, Flinn BD, Dogan S, Mancl LA. A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. Prosthet Dent. 2016 Aug;116(2):257-63.

Monolithic Zirconia Crown을 이용한 심미적 접근

CAD/CAM이 치과계에 도입된지도 벌써 꽤 많은 시간이 흘렀음에도 불구하고 현재의 CAD/CAM은 여전히 비효율적이거나 또는 비심미적이다. '효율성' 과'심미성'이란 두 단어는 지르코이나 보철물에 있어서는 양극에 위치하게 된다. 효율적이기 위해 도재소성없이 monolithic한 지르코니아 보철물을 만들다 보면 비심미적인 경우가 대부분이고, 거꾸로 심미적이기 위해 도재소성 과정을 거치다보면 여전히 사람의 손을 타게되는 비효율성을 피할 수 없기 때문이다. 이 글에서는 지르코니아 보철물의 현주소와 이와 관련된 몇가지 증례들을 보여드리고자 한다.

키워드: CAD/CAM, monolithic 지르코니아 수복