

심미보철 치료의 경향과 이해 : part 2. 지르코니아

강정인 · 허유리 · 이명선¹ · 손미경조선대학교 치의학전문대학원 보철학교실 · ¹서영대학교 치위생과

Understanding and trends of esthetic treatment in prosthodontics : part 2. Zirconia

Jung-In Kang · Yu-Ri Heo · Myeong-Seon Lee¹ · Mee-Kyoung SonDepartment of Prosthodontics, Graduate School of Dentistry, Chosun University · ¹Department of Dental hygiene, Seoyeong UniversityReceived : 9 May, 2014
Revised : 6 August, 2014
Accepted : 25 September, 2014

Corresponding Author

Mee-Kyoung Son
Department of Prosthodontics
Graduate School of Dentistry
Chosun University
303, Pilmun-daero, Dong-gu
Gwangju, 501-140, Korea.
Tel : +82-62-220-3825
Fax : +82-62-234-2119
E-mail : son0513@chosun.ac.kr

ABSTRACT

With the explosive increase of esthetic demands by patients, many dental materials for the esthetic restoration have been introduced. Recently, zirconia based restorations are using for the cases of single crown, bridges, implant prostheses etc. Zirconia have superior mechanical properties and biocompatibility. Owing to the properties of high strength, zirconia has to be manufactured by CAD/CAM system. Dental CAD/CAM system is a futuristic treatment and technical system which makes it possible to produce the precision and uniform prosthesis and also standardize the treatments. This article introduces the characteristics of zirconia, fabrication procedure using CAD/CAM system and procedure for the cementation of zirconia based restoration.

Key Words : ceramic restoration, CAD/CAM, zirconia

색인 : 완전도재관, 지르코니아, 캐드캠

서론

처음 만남에서 사람의 첫인상은 매우 중요하다. ‘첫 만남 7초를 잡아라’라는 말이 있듯이 실제 첫인상은 아주 짧은 순간에 결정된다고 한다. 실제로 잘생기거나 예쁜 얼굴보다도 환한 미소를 갖고 있는 사람은 다른 사람들에게 긍정적인 이미지의 첫인상을 심어준다. 이러한 밝고 환한 미소는 가지런하고 깨끗한 치아에서 비롯된다고 해도 과언이 아니다. 이러한 이유로 남녀노소를 불문하고 교정이나 심미보철에 대한 관심과 수요가 늘어나고 있다¹⁾. 심미보철 치료는 다양한 연구를 통해 재료와 기술이 발전되어왔다. 우리나라에서는 20세기 중반 금속 도재관(Porcelain Fused Metal; PFM)과 귀금속

도재관(Porcelain Fused Gold; PFG)을 시작으로 1990년대는 결정화 유리도재(Glass Ceramic), 최근 2000년대에는 강도와 심미성이 우수한 지르코니아(Zirconia)가 소개되었다²⁾. 현재 까지도 많이 사용되고 있는 금속도재관은 강도가 우수하여³⁾ 다양한 증례에서 적용될 수 있는 반면, 투명도의 한계 및 오랜 기간 사용 시 변연부 금속 노출로 인한 심미성 저하가 문제시 되었다. 이를 보완하기 위해 개발된 다양한 결정화 유리도재 계열의 전부 도재 수복물 재료들은 심미성이 우수한 반면 제한된 강도로 인하여 구치부나 다수치 연결 보철치료에서는 파절의 위험이 있었다. 따라서 생체적합성이 뛰어나고 심미적이며 강한 강도를 갖는 보철재료의 개발이 요구되었고 이러한 과정에서 지르코니아가 소개되었다⁴⁾. 지르코니아는 매

우 강한 재료이기 때문에 수공 작업으로는 가공이 불가능하여 과거에는 그 심미성과 기능성을 알고 있음에도 실제 임상에서 사용할 수가 없었다. 하지만 컴퓨터를 이용해 디자인하고 밀링하는 캐드캠(CAD/CAM)기술이 치과에 도입되면서⁵⁾ 지르코니아를 이용해 정밀한 보철 제작이 가능하게 됨으로써 금관, 계속가공의치, 임플란트 지대주, 인레이, 온레이 등 다양한 치과 보철분야에 사용되고 있다⁶⁾.

환자들의 치과 지식이 높아지고 심미적 요구도가 증가하고 있으며, 이에 따라 다양한 재료들이 보급되고 있다. 치과위생사는 전부 도재수복물 시스템에 대해 이해하고 환자에게 설명할 수 있어야 한다.

이에 최근 치과에서 다양한 보철물에 사용되고 있는 지르코니아의 특성, 가공과정을 기술하여 치과위생사들이 환자에게 적응증과 특징을 잘 설명할 수 있도록 하고, 합착 과정에서 지르코니아 내면은 산부식이 되지 않아 레진시멘트로 접착하기 위하여 필요한 전처리 과정 등⁷⁾을 정확히 숙지함으로써 임상에서 적절히 적용할 수 있도록 이를 소개하고자 한다.

본론

1. 특성

지르코니아는 “white steel”, “ceramic steel”로 불릴 정도로 기계적 물성이 좋으며, 열팽창계수가 범랑질과 유사하다. 지르코니아의 물리적 특성에 대해서 이미 많은 실험과 연구가 이루어졌으며, 기존의 연구들을 통해 강도가 입증되었다. 치과에서 많이 사용하는 지르코니아는 산화제 중 이트리아(yttria)를 3%첨가한 정방정 지르코니아 다결정체인 3Y-TZP (3%yttria-tetragonal zirconia polycrystals)로 이트리아계 지르코니아라고 불리며 치과용 세라믹 중 강도가 가장 높아 전치부 단일관 뿐만 아니라 전치부 및 구치부의 계속가공의치에서도 사용이 가능하다(Fig. 1)⁸⁾.

도재의 가장 큰 장점은 심미적이고, 치주조직에 자극이 없는 생체친화성 재료라는 것이다. 지르코니아 역시 생체불활성(bioinert)재료로 생체조직과 화학적 결합이 일어나지 않으며, 부식이 없고, 알러지나 염증반응도 없으며, 세균 부착이 적어 구강 위생 관리에도 용이하다⁹⁾.

광학적인 측면에서 지르코니아는 IPS e.max(Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)에 비해 투과도가 낮은 불투과성의 특징을 갖고 투과도가 낮아 비심미적이지만, 실황치나 변색이 있는 치아의 경우에는 오히려 변색을 차단시켜주기 때문에 지르코니아 수복의 적응증이 된다. 최근에는 각 지르코니아 블록 제조 회사에서 여러 가지 블록과 적응용 도재, 착색 도재 등 다양한

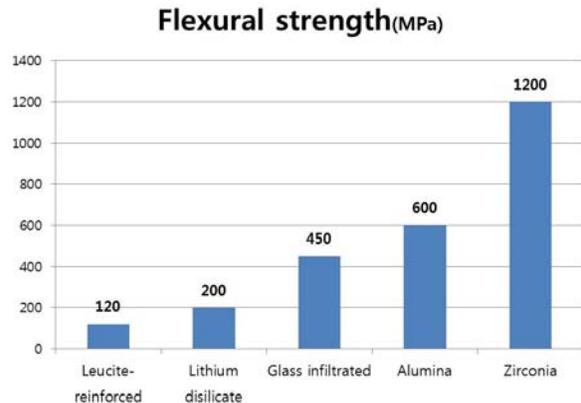


Fig. 1. Comparison of the flexural strength of ceramic type

색조를 재현할 수 있는 재료들을 개발하여 낮은 빛 투과성은 어느 정도 극복이 가능하다^{10,11)}. 그러나 하부의 지르코니아 코어에 상부 도재를 축성하는 방법은 상부도재 축성을 위한 추가적인 소성과정이 필요하며, 상부 도재의 부분적인 파절이 발생할 수 있다는 문제점을 가지고 있다¹²⁾.

2. 캐드캠(CAD/CAM)기술을 이용한 제작방법

지르코니아는 강도와 인성이 높고 내구성이 크기 때문에 수공으로 작업하기 어려워 캐드캠 기술을 이용하여 보철물을 제작한다¹³⁾. 캐드캠이란 Computer-Assisted Design/ Computer-Assisted Manufacturing의 약자로 컴퓨터 프로그램을 이용하여 보철물을 디자인(캐드, CAD)하고 제작(캠, CAM)하는 시스템이다. 수치를 컴퓨터에 입력하여 제작하기 때문에 비교적 균일한 보철물을 제작할 수 있으며, 시간을 단축할 수 있고, 기계로 작업을 하기 때문에 노동력이 감소되며 이는 보철물의 비용 감소로 이어진다. 반면에 시스템 비용이 고가이며, 캐드 프로그램 사용의 숙련도에 따라 보철물의 정확성이 좌우된다. 캐드캠은 1970년대 등장하여 많은 시행착오를 거치면서 지금의 시스템을 구축하였다. 최신 캐드캠은 고정성 국소의치, 가철성 국소의치, 총의치, 임플란트 상부 구조물, 악안면 보철 등 다양한 분야에 이용되고 있다¹⁴⁾. 제작과정은 먼저 인상을 채득하여 제작한 모델을 스캔한다. 최근에는 번거로운 인상재를 대신하여 3D 구강스캐너를 이용하여 바로 스캔작업을 하는 경우도 많아지고 있다. 스캔 후에 캐드 프로그램에서 보철 디자인을 설계하고, 캠 프로그램에서 보철물을 가공 및 소결하여 완성한다¹⁵⁾(Fig 2). 지대치를 스캔하는 과정에서 지대치 상에 결합부가 존재하거나 명확하지 않은 마진이 있다면 오차가 발생할 수 있고, 이 오차는 보철물과 지대치간의 적합도를 저하시키므로 지르코니아 수복물 제작을 위해서는 정확

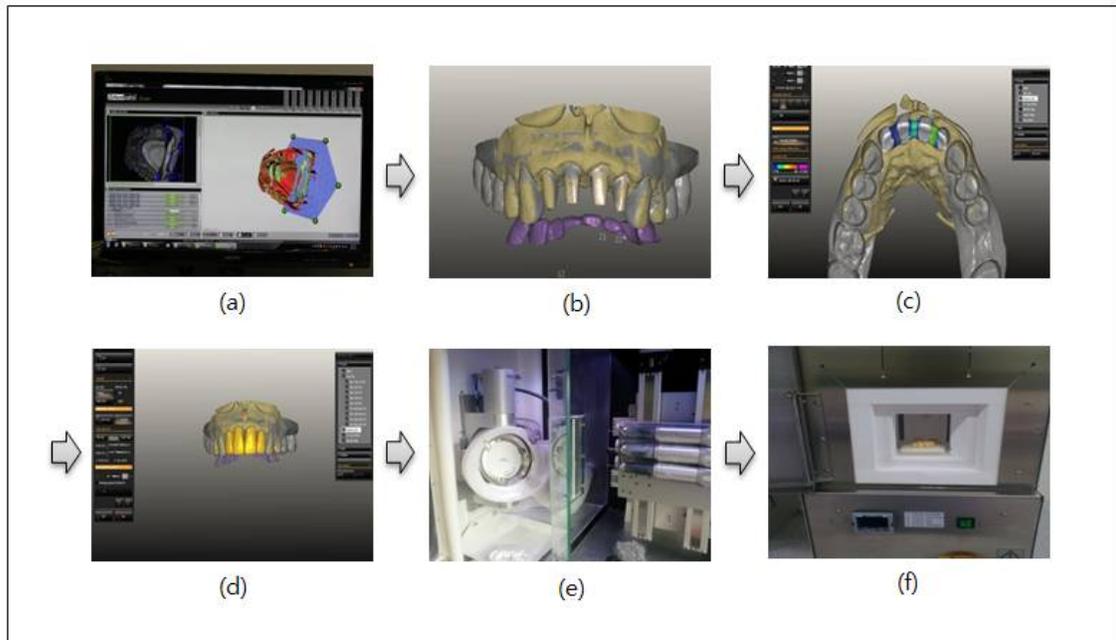


Fig. 2. Manufacturing process of Zirconia using dental CAD/CAM system
 (a) Model scanning, (b), (c), (d) Zirconia restorations are designed by the CAD program, (e) Processing, (f) Sintering

한 지대치 삭제와 명확한 인상체가 필수적이다.

3. 합착(Cementation)

치과에서의 합착이란 기계적 결합인 합착(cementation)과 화학적 결합인 접착(bonding)으로 분류할 수 있다. 합착(cementation)이란 인산아연 시멘트(zinc phosphate cement, ZPC), 글래스 아이오노머 시멘트(glass ionomer cement, GIC), 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트(resin modified glass ionomer, RMGI)와 같은 전통적인 시멘트로 단지 수복물과 지대치 사이 공간을 채워 기계적인 유지력을 제공하는 것이다. 접착(bonding)은 치아 표면을 산부식제(etching agent), 접착제(bonding agent)로 처리한 후 레진 시멘트(resin cement)를 사용하는 것으로 산부식으로 미세요철구조를 만들고 이 부분에 감합을 이루어 수복물과 지대치를 한 몸처럼 연결하는 화학적 결합을 말한다. 접착은 수복물과 지대치 사이에 보다 강한 결합을 가능하게 하다.

지르코니아는 강도가 강하여 항상 접착 과정을 시행해야 하는 것은 아니지만 레진 시멘트를 이용하여 접착을 한다면 결합력을 증가시켜 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다. 지르코니아 합착 시 초기에는 생체적합성이 뛰어난 인산아연 시멘트나 불소를 함유한 글래스 아이오노머 시멘트를

사용하였으나, 최근에는 기계적 강도와 변연봉쇄능력, 심미성이 뛰어난 레진 시멘트를 많이 사용하며¹⁶⁾, 그 중에서도 이중 중합이 가능한 레진 시멘트를 주로 사용한다.

지르코니아와 레진 시멘트의 결합 강도를 높이기 위한 보철물 내면의 기계적, 화학적 표면 처리 방법들이 연구되고 있다. 기계적 표면처리 방법인 샌드블라스팅(sandblasting)은 치과용 세라믹과 시멘트간의 접촉면을 증가시켜 결합에 유용하지만, 이 과정 중에 보철물 손상 등의 문제가 발생할 수 있으므로 주의를 기울여야 한다. 지르코니아의 샌드블라스팅은 알루미나(alumina) 입자가 주로 사용되며, 유용성에 대한 의견은 다양하게 보고되고 있다. 화학적 처리방법은 보철물 내면에 프라이머(primer)를 사용하여 결합강도를 높이는¹⁷⁾ 방법은 손쉽고 간단하여 임상에서 많이 사용되고 있다.

샌드블라스팅 처리유무에 따라 사용하는 프라이머와 레진 시멘트의 종류가 달라진다. 샌드블라스팅 처리를 하지 않았다면 RelyXTM U200 self-adhesive resin cement(3M ESPE, USA)이나 접착성 단량체(monomer)인 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate(MDP)를 함유한 Panavia F2.0(Kuraray, Japan)과 범용 지르코니아 프라이머인 Zirconia Liner(Sun medical, Japan), AZ primer(Shofu, Japan)를 함께 사용하는 것이 결합력이 가장 좋다. 반면, 샌드블라스팅 처리를 하였다



Fig. 3. Cementation process of Zirconia Liner and RelyXTM U200

(a) Zirconia restorations, (b) Cementation materials, (c) Pre-treatment(37% Phosphoric acid), (d) Rinse and dry, (e) Mixing the Zirconia Liner as the same rate, (f) Apply mixed Zirconia Liner, (g) Mixing the RelyXTM U200, (h) Cementation, (i) Remove the excess cement using the dental floss

면 제조사가 권장하는 전용 프라이머를 사용하여야 결합 유지력이 좋다. 지르코니아 결합력에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 표면의 기계적 변형이다. 그렇기 때문에 표면처리를 하지 않는 것보다는 표면 처리를 시행하는 것이 훨씬 결합력이 우수하다고 보고되고 있다^{7,18,19}. 무엇보다도 중요한 것은 치과에서 사용하는 지르코니아 블록을 만든 제조사가 블록의 특성에 맞게 권장하는 방법을 사용하는 것이다.

성²⁰의 연구에서는 Zirconia Liner를 레진 시멘트와 함께 사용하는 것을 추천하였고, 그 방법은 비교적 간단하다. 보철물 내면을 합착 전에 깨끗이 하기 위해 37% 인산을 이용하여 내면 처리를 시행한 후, 플라스틱 판(plastic dish)에 A액과 B액을 동일한 비율로 혼합하여 보철물 내면에 적용한다. 후에 레진 시멘트로 합착하고 잉여 시멘트를 제거한 다음 광중합을 시행하면 모든 과정은 끝난다(Fig. 3). Panavia F2.0을 시멘트로 사용하는 경우는, 우선 자가 중합의 개시제 역할을 하는 ED PrimerII A, B를 동등한 비율로 혼합하여 지대치에 30초 동안 적용시킨 후 건조 시킨다. 접착제인 Dispense paste

A, B 또한 동등한 비율로 혼합하여 보철물 내에 적용하고 합착한다. 잉여 시멘트 제거를 한 후, 광중합을 시행하거나 공기와의 접촉을 차단하기 위해 표면에 산소차단제(OXYGUARD II)를 도포하고 3분 동안 자가중합 시키면 합착 과정이 완료된다²¹.

지르코니아는 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트 등의 전통적인 시멘트를 이용하여도 합착이 가능하다. 하지만 프라이머와 레진 시멘트를 이용한다면 더 좋은 결합 강도와 향상된 심미성을 갖을 수 있으므로 과정을 이해하고 정확한 술식으로 합착한다면 보철물의 수명과 예후에 있어서 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

결론

최근 치과보철에서 기공물 제작 관련 시스템이 급속도로 발달하고 있다. 특히 공학 분야에서 사용하던 CAD/CAM 시

스텝을 치과로 도입하여 보철물 제작의 기계화와 자동화를 이루었고 이에 맞는 새로운 다양한 재료들도 연구와 개발이 진행되고 있는 상황이다. 현재 CAD/CAM 시스템에서 가장 많이 사용하고 있는 재료인 지르코니아는 강도가 높고 금에 비해 가격이 저렴하며 다른 완전 도재관에 비해 합착과정이 간단하여 전치부 뿐만 아니라 구치부, 임플란트 지대주 등 임상에서 널리 사용하고 있다. 지르코니아의 물리적 특성을 이해하고 적응증과 합착과정을 숙지한다면 진료의 질을 높일 수 있을 것이다. 특히, 합착과정에서 레진 시멘트 적용 전에 지르코니아 프라이머를 이용한 전처리를 통해 유지력 증가, 변연 적합성, 파절 저항성을 증진시킬 수 있으므로 정확한 합착 과정의 이해와 적용이 필요하다⁷⁾.

앞으로도 CAD/CAM을 이용한 다양한 새로운 재료가 개발 될 것으로 보인다. 이러한 최신 경향에 맞춰 다양한 재료에 대한 특성과 이에 따른 술식 과정 및 주의사항을 정확히 숙지하여 환자에게 각 재료의 적응증과 특징을 잘 설명하고 임상 에 적용한다면 심미적인 부분과 강도, 예후와 관련된 부분까지 모두 만족할 만한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

References

1. Park EM, Yu SY, Jang JH. The effect of satisfaction of dental esthetics on life quality related to oral health(OHIP-14). *J Korean Soc Dent Hyg* 2011; 11(6): 863-70.
2. Hall D. All-porcelain crowns. Mynewssmile[Internet]. [cited 2013 Oct 10]. Available from: <http://www.mynewssmile.com/allporcelaincrowns.htm>.
3. Kim JH, Kim WS, Kim KB. Evaluation of fitness of metal-ceramic crown fabricated by cobalt-chrome alloy. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013; 13(2): 361-8.
4. Claudia V, Márcio F, Analúcia P, Carlos P. Ceramic materials and color in dentistry. InTech[Internet]. [cited 2013 Oct 17]. Available from: <http://www.intechopen.com/download/get/type/pdfs/id/11635>.
5. Cláudia AMV, Luis GDG, Márcio CF, Federica B. Advances in ceramics - electric and magnetic ceramics, bioceramics, ceramics and environment [Internet]. Rijeka: Costas Sikalidis; 2011. Chapter 17. InTech. [cited 2013 Oct 17]. Available from: <http://www.intechopen.com/download/get/type/pdfs/id/18282>.
6. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2007; 98(5): 289-404. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3).
7. Lee JH, Kim HS, Pae A, Woo YH. Influence of sandblasting and primer on shear bond strength of resin cement to zirconia. *J Korean Acad Prosthodont* 2011; 49(1): 49-56. <http://dx.doi.org/10.4047/jkap.2011.49.1.49>.
8. DrBicuspid.com. Research, CAD/CAM dentistry-2008 [Internet]. [cited 2013 Nov 7]. Available from: <http://www.drBicuspid.com/index.aspx?sec=dt&sub=news&ag=dis&itemId=301602>.
9. Bae TS. CAD/CAM zirconia material properties. *J Korean Dent Assoc* 2011; 49(5): 260-4.
10. Lee DY, Kim DJ, Lee MH, Park IS, Choi H. Effect of Fe₂O₃ addition on mechanical and optical properties of t-ZrO₂/Al₂O₃ composites. *J Kor Ceram Soc* 2000; 37(4): 354-8.
11. Hiroyuki M, Takashi M, Kazuyoshi B, Tomoji S. All-ceramic restorations using zirconia. 1st ed. Seoul: DaehanNarae Publishing Inc; 2011: 12-30.
12. Kim YY, Park WH, Lee YS. Comparative study of fracture strength depending on the occlusal thickness of full zirconia crown. *J Korean Acad Prosthodont* 2013; 51(3): 160-6. <http://dx.doi.org/10.4047/jkap.2013.51.3.160>.
13. Song TJ, Yeo IS, Yang JH. Marginal fit of three-unit zirconia anterior fixed dental prostheses fabricated using CAD/CAM and MAD/MAM system. *J Korean Acad Prosthodont* 2011; 49(2): 145-50. <http://dx.doi.org/10.4047/jkap.2011.49.2.145>.
14. Choi HS, Moon JE, Kim SH. Dental applications of CAD/CAM. *J Korean Dent Assoc* 2012; 50(3): 110-7.
15. DenfoLine. News, Special, 2005~2009, Dental CAD/ CAM system[Internet]. [cited 2013 Nov 25]. Available from: <http://www.dentalzero.com/news/articleView.html?idxn0=3111&sitemode>.
16. The Fixed Prosthodontics Professor Association . Fixed prosthodontics. 1st ed. Seoul: DaehanNarae Publishing Inc; 2012: 363-6.
17. Lim BS, Heo SB. The cementation of zirconia and resin cement. *J Korean Dent Assoc* 2011; 49(5): 265-78.
18. Yun JY, Ha SR, Lee JB, Kim SH. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. *Dent Mater* 2010; 26: 650-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2010.03.008>.
19. Tsuo Y, Yoshida K, Atsuta M. Effects of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. *Dent Mater* 2006; 25: 669-74. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.25.669>.
20. Sung NK. Shear bond strength of a resin cement to zirconium-oxide ceramic[Doctoral dissertation]. Seoul:

Univ. of Korea, 2010.

21. Kuraray. Products, Cements[Internet]. [cited 2013 Nov 30]. Available from: http://www.kuraray-dental.eu/fileadmin/downloads/IFU/PANAVIA_F2-1,0_COMPLETE_KIT_IFU_EN.pdf.