

지르코니아 수복물의 심미적 특성

서울대학교 치의학대학원 치과생체재료과학교실
안진수

ABSTRACT

Esthetics of Zirconia Restorations

Department of Dental Biomaterials Science,
School of Dentistry, Seoul National University

Jinsoo Ahn, DDS, Ph.D,

The esthetic properties of zirconia receive increasing attention as its demand and application escalates. Thus, it is crucial to investigate how zirconia is esthetically different from other dental ceramics. In this study, we evaluated the translucency of zirconia and suggest a method to increase its translucency. We examined the shade of zirconia and offer its distinguishing features. Finally, we analyzed monolithic zirconia restorations to propose esthetic considerations in clinics.

Keywords : 3D printing, Esthetic restorations, Shade, Translucency, Zirconia



Corresponding Author

안진수

서울 종로구 대학로 101 서울대학교 치의학대학원 치과생체재료과학교실

TEL : 02-740-8691 E-mail : ahnjin@snu.ac.kr

I. 서론

Zirconium dioxide 결정체인 지르코니아는 치아와 비슷한 색상을 가지고 있으면서도 금속과 유사한 물리적 성질을 가지고 있어서 최근 치의학 분야에의 사용이 급속히 증가하고 있는 재료이다. 특히 지르코니아의 상변이에 의한 강화효과로 인해 세라믹의 최대 단점인 취성이 어느정도 극복이 되면서 금관 및 계속가공의치, 임플란트 지대주, 보존수복물 등 치과의 다양한 분야에 적용을 할 수 있게 되었다¹⁾. 이러한 지르코니아의 물리적, 심미적 장점으로 인해 기존의 금속-도재 수복물은 물론 올세라믹 수복물을 대체하게 되었으며 그에 따른 높은 심미적 요구사항이 따라오게 되었다^{2, 3)}. 이에 본 글에서는 지르코니아가 가지는 심미적 특성들을 살펴보고 각 특성에 따른 연구동향을 소개하여 임상에서 지르코니아 수복치료를 할 때 고려해야할 측면을 알아보고자 한다.

II. 본론

1. 지르코니아의 반투명도

치과용 수복물에 사용되는 정방정 결정구조의 부분안정화된 지르코니아는 기본적으로 반투명한 광학적 성질을 가진다. 하지만 사람의 치아나 기존의 치과용 세라믹에 비해서는 매우 불투명하며 이는 지르코니아 수복물의 가장 큰 단점이라 할 수 있다⁴⁾. 이러한 이유로 지르코니아는 주로 올세라믹 수복물의 코어 용도로 사용되어 왔으며 전체를 지르코니아로 제작하는 단일구조 지르코니아(monolithic zirconia) 수복물 치료를 하는 경우에 도 구치부에 한정되어 사용되고 있다.

지르코니아의 반투명도(translucency)를 증가시키기 위한 노력은 여러 치과용 지르코니아 제조사에 의해 시도되어왔으며 “반투명도를 향상시킨 지르코니아”라는

홍보문구와 함께 제품화가 이루어져 왔다. 그동안의 연구결과를 관찰해보면 이러한 제품들은 과거에 비해 확실히 반투명도가 향상되고 있는 것으로 보인다. 하지만 양성대조군으로 빠짐없이 등장하는 리튬 디실리케이트 세라믹인 IPS e.max Press에 비하면 여전히 부족한 것이 사실이다⁵⁾.

위와 같이 제조사에 의해 이루어지는 공개되지 않은 반투명도 증가 노력과 달리 일반적으로 접근할 수 있는 방법은 지르코니아의 입자크기를 조절하는 것이다. 보통 유리질 세라믹은 결정이 커질수록 투명해지는 특성이 있으나 지르코니아와 같은 다결정 세라믹은 입자크기가 줄어들수록 반투명도가 증가하는 성질을 가진다⁶⁾. 지르코니아의 입자크기를 조절하는 쉬운 방법은 소결시간을 조절하는 것이다. 소결시간이 길어질수록 입자가 성장하여 커지는 경향을 가지므로 소결시간을 줄일수록 입자는 작아지고 반투명도는 높아질 것이다. 하지만 워낙 고온에서 소결되는 지르코니아의 특성상 소결시간을 줄이는 것은 쉽지 않다. 국내에서도 상용화된 기술인 유도가열방식(전자레인지 원리) 소결로를 이용하는 경우 소결시간을 대폭 단축시킬 수 있는데 이를 이용한 연구결과를 보면 소결시간을 단축함에 따라 입자크기가 작아져서 빛 투과율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다⁷⁾. 이렇듯 지르코니아의 부족한 반투명도를 증가시키기 위한 노력은 계속되고 있으며 최근에는 3D 프린팅으로 지르코니아 수복물을 제작하려는 시도가 이루어지면서 이 경우에 더 힘들어진 반투명도 확보를 위한 연구가 동반되고 있다⁸⁾.

2. 지르코니아의 색조

지르코니아의 치과 적용 초기에는 주로 치과보철물의 코어에 사용된 관계로 지르코니아의 색조에 대한 관심은 크지 않았으며 제조사에서 그에 맞추어 몇 종류의 색조만 제조를 하였었다. 특히 지르코니아의 높은 경

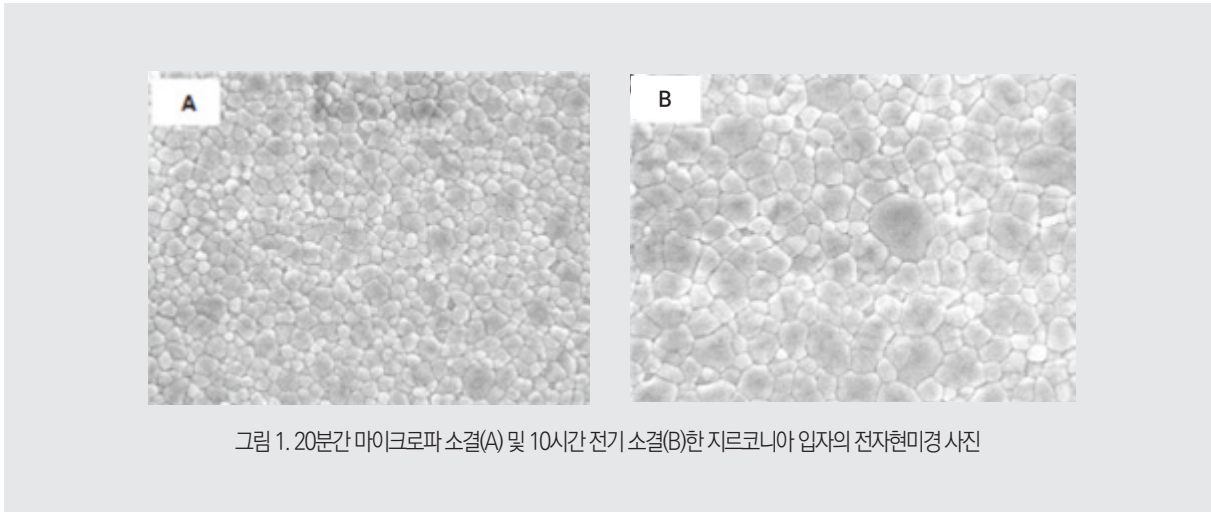


그림 1. 20분간 마이크로파 소결(A) 및 10시간 전기 소결(B)한 지르코니아 입자의 전자현미경 사진

도 및 강도로 인해 대부분의 치과용 지르코니아 시스템이 반소결된 green state의 블록을 CAD/CAM 가공하는 방식을 채택하였기 때문에 가공이 완료된 반소결 상태의 지르코니아 수복물을 착색제를 사용하여 색조를 맞추는 방식이 널리 사용되었다. 하지만 이러한 방식은 색조의 재현성과 정확성이 떨어지는 단점이 있었으며 단일구조 지르코니아에 활용하는 것에는 문제가 있었다. 최근에는 지르코니아도 기존 세라믹 시스템과 동일하게 VITA 색조가이드 등에 맞게끔 다양한 색조선택이 가능하게 되었으며 이로 인해 단일구조 지르코니아 수복물의 색조매칭이 더 수월해지게 되었다.

지르코니아의 색조매칭은 기존 금속-도재 수복물과는 조금 다른 양상을 보인다. 금속-도재용 불투명 도재의 경우 하부 금속 색상을 차폐(masking)하기 위하여 불투과제를 다량 넣다 보니 본래 색조에 비해 밝은 색을 가지며 비니어도재는 상대적으로 투명하지만 어두운 색조를 띠는 경향이 있었다. 그런 측면에서 지르코니아용 도재는 코어와 비니어의 색상조화가 자연스러운 장점을 가지게 되어 색조매칭에서 유리하다⁹⁾. 지르코니아를 코어로 이용하는 울세라믹 수복물은 앞으로도 색조의 다양화 등을 통해 심미적인 향상이 있을 것으로 기대된다.

3. 단일구조 지르코니아의 심미성

교합면까지 지르코니아를 이용하는 단일구조 지르코니아 수복물은 심미적으로 극복해야할 장애물이 많으면서도 재료학적 고려를 많이 해야하는 수복형태이다^{10,11)}.

지르코니아의 불투명도로 인해 구치부 위주로 사용이 되고 있는데, 단일구조의 한계로 인해 한 치아 안에서 색조변화를 표현하지 못하는 문제가 생긴다. 현재로서는 이를 해결하기 위한 방법은 소결 전에 착색을 하는 방법 외에는 소결 이후에 외부에 색상을 입히는 방식 밖에 없으며 주로 색조 글레이즈를 이용하여 원하는 색조를 내는 방법이 사용된다¹²⁾. 이 경우에도 지르코니아의 불투명도 한계로 인해 자연스러운 색조를 내는 것은 어렵다. 특히 색조 글레이즈를 사용하게 되면 마모에 의해 색조가 벗겨지는 문제가 발생하기도 하며 이 방법도 치과진료실 밖에서 고온의 소성과정이 필요하기 때문에 한계가 많다고 볼 수 있다. 최근에는 지르코니아를 이용한 하이브리드 블록 등이 사용되고 있는데 이러한 하이브리드 블록은 반투명도도 개선되지만 치경부에서 절단면에 이르는 색조변화도 재현할 수 있다는 점에서 지르코니아의 심미적 한계를 넘어설 수 있다고 보인다. 또



그림 2. 소결 전 지르코니아 착색제

한 3D 프린팅으로 단일구조 지르코니아 수복물을 만드는 시도들이 이루어지고 있는데¹³⁾ 3D 프린팅의 특성상 여러 색조의 소재를 이용하게 되면 한 치아 안에서 여러 색조를 표현하는 지르코니아 수복물의 제작이 간단하게 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

III. 결론

CAD/CAM의 도입으로 치과수복물의 판도를 바꾼 지르코니아는 계속 발전을 하고 있다. 하지만 지르코니아에 대한 연구는 물성이나 정밀도 등에 집중되고 있으며

심미성에 대한 연구는 지르코니아의 불투명도로 인해 어려움에 직면하고 있다. 하지만 이를 해결하기 위한 노력은 학계와 산업계 모두에서 이루어지고 있다.

치과임상가는 지르코니아의 물리적 성질을 잘 이해해야 환자가 건강하고 오래 쓰는 수복치료를 할 수 있다. 이에 더하여 지르코니아만의 심미적 특징을 잘 이해하고 활용할 수 있어야 업그레이드된 치료를 제공할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 지르코니아에 대한 최근의 연구동향을 면밀히 살펴볼 필요가 있으며 이를 극복하기 위해 나오는 새로운 제품들에 대한 정보도 발빠르게 취해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 노경호, 하승룡, 김성훈. 지르코니아의 역사 및 이론적 배경. 대한치과 의사 협회지. 2009;47(12):798-803.
2. 정찬권. 간접심미수복을 부탁해 세라믹을 심미수복의 임상 접근. 대한치과 의사 협회지. 2015;54(1):21-6.
3. Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona Jde L, Paravina RD, Perez Mdel M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. J Dent. 2012;40 Suppl 2:e34-40.
4. 오상천, 이해형, 신미란, 박광수. 전부도재수복물을 위한 수종의 코어 세라믹의 반투명도 및 색 안정성. 대한치과턱관절기능교합학회지. 2007;23(2):157-70.
5. Kurtulmus-Yilmaz S, Ulusoy M. Comparison of the translucency of shaded zirconia all-ceramic systems. J Adv Prosthodont. 2014;6(5):415-22.
6. Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. Dent Mater. 2014;30(10):1195-203.
7. Kim MJ, Ahn JS, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Effects of the sintering conditions of dental zirconia ceramics on the grain size and translucency. J Adv Prosthodont. 2013;5(2):161-6.
8. J Schweiger DB, M Schwentenwein. 3D Printing of zirconia - What is the future? Current Oral Health Reports. 2019;6:339-43.
9. Son HJ, Kim WC, Jun SH, Kim YS, Ju SW, Ahn JS. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color. J Dent. 2010;38 Suppl 2:e71-7.
10. Kim HK, Kim SH. Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. J Dent. 2016;55:75-81.
11. Tabatabaian F. Color aspect of monolithic zirconia restorations: A review of the literature. J Prosthodont. 2019;28(3):276-87.
12. Kim HK, Kim SH. Effect of the number of coloring liquid applications on the optical properties of monolithic zirconia. Dent Mater. 2014;30(9):e229-37.
13. Wang W, Yu H, Liu Y, Jiang X, Gao B. Trueness analysis of zirconia crowns fabricated with 3-dimensional printing. J Prosthet Dent. 2019;121(2):285-91.