

Restoratif Diş Hekimliğinde Zirkonyum Uygulamaları

Zirconium Applications at Restorative Dentistry

Kaan YERLİYURT

Özel Dentatürk Ağız ve Diş Sağlığı Hastanesi, Bursa

Geliş Tarihi / Received: 19.01.2012

Kabul Tarihi / Accepted: 26.01.2012

ÖZET

Sabit protezler restoratif diş hekimliğinin önemli bir bölümünü teşkil etmektedir. Metal destekli seramik restorasyonların yapısındaki metal alt yapının; restorasyonun yarı geçirgenliğini azaltarak estetik sakıncalara yol açması, lokal doku reaksiyonuna ve korozyon toksisitesine sebep olabilmesi gibi dezavantajlarından ötürü günümüzde yüksek dirençli tam seramikler geliştirilmiştir. Yüksek gerilme direncine sahip olması, biyolojik uyumluluğu ve translüsent olması gibi avantajlarından ötürü zirkonyumdan üretilen tam seramik restorasyonların diş hekimliğinde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

Bu derlemede zirkonyum materyalinin özellikleri, restoratif diş hekimliğinde kullanıldığı yerler hakkında genel bilgi verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zirkonyum; kalıcı diş restorasyonları; estetik.

ABSTRACT

Fixed denture consists a significant part of restorative dentistry. In the structure of the metal supported ceramic restorations of metal substructure; lead to aesthetic drawbacks with reducing restoration's semi-permeability, lead to local tissue reactions and corrosion toxicity may cause disadvantages that because of the nowadays high-resistance all ceramics have been developed. All-ceramic restorations made from zirconium for use in dentistry is spreading day by day because of the advantage of having high tensile strength, biocompatibility and being translucent.

In this review, general information is given about zirconium material's properties and places where used in restorative dentistry.

Keywords: Zirconium; permanent dental restorations; esthetics.

ZİRKONYUM

Atom numarası 40 olan zirkonyum (Zr) metalik yapıda bir elementtir. Zirkonyum 1789 'da Alman kimyacı Martin Heinrich Klaproth tarafından, birtakım değerli taşların ısıtılması sonucu reaksiyon ürünü olarak bulunmuş ve uzun yıllar seramik yapısına katılan bir pigment olarak kullanılmıştır (1).

Materyal $6,49 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğundadır. Erime noktası $1852 \text{ }^\circ\text{C}$ ve kaynama noktası $3580 \text{ }^\circ\text{C}$ dir. Heksagonal kristal yapıya sahip zirkonyum grimsi bir renge sahiptir.

Zirkonyum doğada saf halde olmayıp, baddeleyit olarak da bilinen metal oksiti "zirkonya (ZrO_2)" veya silikat oksit ile yaptığı bileşik olan "zirkon (ZrSiO_4)" şeklinde bulunmaktadır (1). Kristal yapısı değişken bir materyal olan zirkonya monoklinik, tetragonal ve kübik olmak üzere 3 ana fazda bulunmaktadır. Oda ısısında monoklinik (m) fazda olan saf zirkonya, 1170

$^\circ\text{C}$ üzerinde daha yoğun bir yapı olan tetragonal (t) faza geçmektedir. Bu faz değişimi ile beraber kitle ortalama % 5 lik bir hacim azalması göstermektedir. 1170°C ve 2370°C arasında tetragonal fazda stabil olan zirkonya daha yüksek sıcaklıkta kübik (c) kristal bir yapı kazanmaktadır. Kitlenin soğutulması sırasında yaklaşık % 3- 5' lik bir hacim artışına sebep olan "t → m" faz değişimi meydana gelmektedir (1). Bu dönüşüm geri dönebilir bir durumdur ve soğuma sırasında yaklaşık 950°C civarında olmaktadır (2, 3). CaO, MgO, Y_2O_3 veya CeO_2 gibi stabilize edici oksitlerle saf zirkonyumun alaşımlanması; oda sıcaklığında tetragonal yapının retansiyonunu, dönüşümü sırasında meydana gelen stres oluşumunun kontrolünü, çatlak yayılımının etkin bir şekilde durdurulmasını ve yüksek sertliğin elde edilmesini sağlamaktadır (3, 4).

Zirkonyum içeren birçok seramik sistem mevcut ise de, günümüzde diş hekimliğinde yaygın olarak 3 sistem kullanılmaktadır. Bunlar yttrium tetragonal zirkonya polikristalleri (3Y-TZP), zirkonyumla güçlendirilmiş alümina (ZTA) ve magnezyum kısmi stabilize zirkonyum (Mg-PSZ)' dur (2, 3, 5).

Yttrium Tetragonal Zirkonya Polikristalleri (3Y-TZP)

Stabilize edilen zirkonya materyalleri arasında biyomateryal olarak en çok kullanılanı; itriyum oksidin (Y_2O_3), saf zirkonya ağırlığının % 2-3'ü oranında ilave edilmesiyle elde edilen yttrium tetragonal zirkonya polikristal (3Y-TZP)'dir (6). Yapı içinde rasgele dağılmış olan stabilize edici Y^{+3} ve Zr^{+4} katyonları, oksijen anyonları ile elektriksel nötralizasyonunu sağlayarak zirkonyayı stabilize etmektedir (7). Diş hekimliği uygulamalarında kullanılan 3Y-TZP seramiklerin mikro yapısı 0,2-0,5 mikrometre (μm) çapında eş eksenli taneciklerden oluşmaktadır (8).

3Y-TZP Esaslı Bloklar

a- Yarı sinterize 3Y-TZP bloklar

Son yıllarda geliştirilen birçok sistemde kron ve köprü restorasyonları için zirkonya esaslı alt yapı üretimi, ön sinterizasyonu yapılmış 3Y-TZP blokların bilgisayar destekli (CAD/CAM) ya da bilgisayar desteği olmaksızın teknisyen tarafından frezeleme ile şekillendirilmesinden sonra yüksek sıcaklıklarda sinterizasyonun tamamlanması ile yapılmaktadır. Sinterizasyondan önce farklı metal tozlarından oluşan solüsyona daldırılarak renklendirilmektedir. Sinterizasyon işlemi sırasında renk gelişimi tamamlanmaktadır. Sinterizasyon özel olarak programlanmış fırınlarda yapılmaktadır. Sinterizasyon esnasında meydana gelecek büzülme oranında büyütülmüş olarak şekillendirilen restorasyon, yüksek sıcaklıklarda sinterize edilmektedir.

Her ürünün sinterizasyon koşullarının farklı olmasıyla beraber sinterizasyon sıcaklığı 1350°C ve 1550 °C arasında değişmektedir (5, 9).

b- Tam sinterize 3Y-TZP bloklar

Tam sinterize 3Y-TZP blokların üretiminde 1500°C 'nin altındaki sıcaklıklarda ön sinterizasyona tabi tutularak % 95 yoğunluğa ulaşmış blokların 1400- 1500°C' de yüksek basınç altında ikinci bir uygulamaya tabi tutulmasıyla % 99'luk yoğunluğa ulaşması sağlanmaktadır. Tam sinterlenmiş yoğun blokların sertliği şekillendirilmelerini zorlaştırmaktadır (10).

Y-TZP restorasyonun başarısını etkileyen faktörler;

- a-** Alt yapının kalınlığı deformasyonu engellemek için en az 0,5 mm. olmalıdır.
- b-** Rezidüel stresi azaltmak için firmanın önerdiği sinterizasyon süresi sonunda restorasyon 200°C 'nin altındaki sıcaklığa kadar fırında kendiliğinden soğutulmalıdır.
- c-** Elde edilen alt yapı ısıl genleşme katsayısı uygun bir porselen ile kaplanmalıdır (2, 10).

Zirkonyum ile Güçlendirilmiş Alumina (ZTA)

ZTA, biyoseramik olarak kullanımı son zamanlarda artan bir materyaldir. In-Ceram Zirconia (VidentTM) bu materyallere örnek olarak verilebilecek bir dental üründür (3, 9, 11). In-Ceram Zirconia, In-Ceram Alumina' ya % 12 mol seryum ile stabilize edilmiş, hacimce % 33 oranında zirkonyum (12Ce-TZP) eklenerek geliştirilmiştir (3, 11).

Pörözitesi sinterlenmiş 3Y-TZP'den daha fazladır ve % 8-11 arasındadır. Bu da In-Ceram Zirconia'nın mekanik özelliklerinin, 3Y-TZP'den daha düşük olmasını kısmen açıklamaktadır (2, 3, 9, 12).

Magnezyum Kısmi Stabilize Zirkonyum (Mg-PSZ)

Biyomedikal uygulamalarda, magnezyum katyonlu zirkonya polikristali ile ilgili pek çok çalışma yapılmışına rağmen bu materyal özellikle porozite varlığı ve gren boyutunun büyük olması (30-60 μm) nedeniyle kırık oluşumuna neden olduğundan başarı sağlayamamıştır (2, 13).

İlk olarak 1960'larda ortopedide kullanım alanı bulan zirkonya, kalça eklem protezlerinde eklem başı üretiminde kullanılmış, materyalin mekanik özellikleri ve biyolojik uyumluluğu sayesinde günümüze kadar başarılı sonuçlar elde edilmiştir (5, 8, 14, 15).

Zirkonya, 1990'ların başında diş hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta endodontik postlarda, implantların üst yapılarında ve ortodontik braketlerde kullanılırken, son zamanlarda tam seramik restorasyonlarda alternatif bir alt yapı materyali olmuştur (14, 16, 17).

ZİRKONYUM ALT YAPILI KURON-KÖPRÜ RESTORASYONLARI

Zirkonya seramikler, kron ve köprü uygulamalarında geniş kullanım alanı bulmaktadır. Birçok seramik sistemi sadece ön dişlerdeki çiğneme kuvvetlerine direnç gösterebildiği için bu bölgedeki restorasyonlarda tercih edilmekte olup, zirkonya seramikler arka bölgede de kullanılabilir (18).

Y-TZP seramik restorasyonların endikasyonları (5, 16, 19)

- a-** Tek diş kuron restorasyonları
- b-** 3-6 üyeli (anatomik uzunluğu 38mm.ye kadar olan) köprüler
- c-** İmplant üstü kron - köprü çalışmaları

Y-TZP seramik restorasyonların kontrendikasyonları (5, 16, 19)

- a- Derin kapanış vakaları
- b- Yetersiz destek diş kron boyu
- c- Bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıklar
- d- Yetersiz oklüzal mesafe
- e- Kanatlı köprü (kantilever) kullanımı tasarlandığında
- f- Yetersiz periodontal destek

Zirkonya köprülerin ve tek diş restorasyonların mekanik direncinin değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur (11, 20, 21). Vult Von Steyern ve ark. (20), arka bölgede yapılan zirkonya esaslı sabit protetik restorasyonları, iki yıllık klinik çalışmalarında değerlendirmişler ve sabit protezlerin bu süre sonunda halen kullanımda olduğunu ve kırık oluşmadığını ifade etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada ortalama olarak, alimüna restorasyonlar için 518 newton, lityum disilikat restorasyonlar için 282 newton ve zirkonyum restorasyonlar için 755 newton'luk yükleme kapasitesi ölçülmüştür (21).

Çiğneme kuvvet değeri 500 N olarak ele alınırsa in-ceram alt yapı ile hazırlanmış üç üyeli bir köprüde başarısızlık oranının % 60'a kadar çıktığı gözlemlenebilir. Empress-2 alt yapılar aynı şartlar altında değerlendirildiğinde bu oranın % 41'lere, Y-TZP alt yapılar ise % 0'a kadar gerilemektedir. Maksimal kuvvet olan 880 N uygulandığında ise sırasıyla in-ceram % 99, Empress-2 % 94, Y-TZP köprüler ise sadece % 4 oranında başarısız bir durum göstermiştir (22).

Diş hekimliğinde kullanılan her tip restorasyonların başarısı restorasyonların marjinal uyumu ile yakından ilişkilidir. Klinik olarak 100 µm marjinal açıklığın kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (23- 25). Tinschert ve ark.(25) CAD-CAM sistemiyle yapılan alumina ve zirkonyum içeren sabit restorasyonlardaki in vitro marjinal uyumu karşılaştırmışlar ve marjinal uyumu 60.5 - 74.0 µm, marjinal aralığı 42.9 - 46.3 µm, dikey uyumu 20.9 - 48.0 µm ve yatay uyumu 42.0 - 58.8 µm bulmuşlardır.

ZİRKONYUM İNLEY VE ONLEY RESTORASYONLAR

Zirkonyum inley-onley restorasyonlar, optimal estetik, biyoyoumluluk ve uzun ömürlülük sunarlar (9). Materyalin yüksek dayanıklılığı ve üstün detay kabiliyetinden dolayı inley ve onley restorasyon yapımında güvenle kullanılabilir (9, 26).

ZİRKONYUM OKSİT ESASLI SERAMİK POSTLAR

Metalik postlar metalik renklerinden dolayı kök yüzeyi ve bunun neticesinde dişetinde renk değişikliğine yol açar ve bu da anterior dişlerde özellikle de yüksek dudak çizgisine sahip hastalarda, gingival ve servikal bölgelerde estetik problemlere neden olabilir. Bu durum anterior dişlerde estetik yönden dezavantaj oluşturabilir. Metalik olmayan postlar, tam seramik kronlarla kombine kullanılarak estetik yönden tercih edilebilir (9). Buna ek olarak, zirkonyum postlarla endodontik tedavili dişlerin restorasyonu, metalik postlarda gözlenen korozyon ve alerjik aşırı duyarlılık tehlikelerini ortadan kaldırır (27).

Tüm zirkonyum esaslı postlar beyaz ve radyoopaktır. Yüksek dayanıklılık, direnç ve optimal estetik görüntü özelliklerine sahiptir. Post boyunca ışık geçirgenliği mükemmeldir. Materyal oldukça rijit ve elastisite modülü paslanmaz çeliğe benzemektedir. Fakat en büyük dezavantajları; metal postlardan daha düşük kırılma direncine sahip olmaları ve diş ile kor materyaline bağlanmasının daha zayıf olmasıdır (28).

SERAMİK ABUTMANTLARDA ZİRKONYUM

İlk seramik abutmant "Seramik dayanak" 1993 yılında üretilmiştir. Bu dayanak, metal seramik dayanakların makaslama kuvveti direncine ulaşan alümina seramik prototipidir (3).

Günümüzde seramik abutmant üreticilerinin pek çoğu Y-TZP kullanarak abutmant üretmektedirler. CAD-CAM teknolojisi kullanılarak zirkonyum abutmant üretmek mümkündür (9, 29- 31).

Anterior bölgedeki dişsiz boşluklara uygulanacak implantlarda daha iyi estetik sonuçlar elde edebilmek için seramik abutmantlar kullanılmaktadır (29, 32). Diş etinin ince, şeffaf olduğu durumlarda; yüksek gülme çizgisi gösteren (güldüğünde dişeti görünen) olgularda ve estetik gereksinime bağlı olarak tüm seramik restorasyonların yapılması gereken olgularda seramik abutmantlar kullanılmaktadır (31).

Yıldırım ve ark. (33) alüminyum oksit ve yitrium-stabilized zirkonyum oksitler ile doğal dişlerin renk uyumunu ve implant ile tam marjinal adaptasyonun sağlandığını, zirkonyum oksidin alüminyum okside göre üç kat daha fazla esnek, iki kat daha dayanıklı, Young's Modulus'unun (0.963 X10⁶ kg/cm) iki kat daha az olduğunu bildirmişlerdir.

İMLANTOLOJİDE ZİRKONYUM

Günümüzde seramik ağız içi implantların üretiminde sıklıkla kullanılan materyal, küçük oranlarda alümina ilave edilmiş veya edilmemiş yttria ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonyum polikristali (Y-TZP, zirkonyum) dir (3).

Zirkonyum implantların osseointegrasyonunun araştırıldığı çalışmalar mevcuttur (34, 35).

Akawaga ve ark. (34) 1993 yılında, zirkonyum oksit kaplanan implantların erken yükleme yapıldığında implant çevresinde fibröz doku oluşturmadığını, titanyum implantlar ile karşılaştırıldığında ise iki malzeme arasında herhangi bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada, zirkonyum oksit kaplı implantların, implant-kemik birleşiminin çok iyi olduğu, abutmant hazırlanması sırasında da zirkonyumun kolayca şekillendirilebileceği belirtilmiştir. Araştırmacılar, zirkonyum oksidin kısa dönem başarısının çok olumlu olmasına rağmen, uzun dönem sonuçlarının da değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (35).

Yapılan bazı çalışmalarda, başarısızlıkların alt yapıdan çok üst yapıdan kaynaklandığı bildirilmektedir. Vida gevşemesi en yaygın problem olduğundan alternatif implant üst parçaları geliştirilmiştir (36, 37).

İmplant üst parçalarının vida dizaynının yenilenmesiyle vida gevşemesi, % 46'dan % 3,2'ye düşmüştür (38).

KAYNAKLAR

1. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial: a review . Biomaterials 1999;20(1):1-25.
2. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. Dent Mater 2008;24(3):299-307.
3. Eğilmez F, Yıldırım Biçer AZ, Ergün G. Zirkonyumla güçlendirilmiş seramikler ve dental implantolojide kullanımı. Cumhuriyet Dental Journal 2010;13(2):72-80.
4. Deville S, Chevalier J, Gremillard L. Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia. Biomaterials 2006;27(10):2186-92.
5. Karakoca S, Yılmaz H. Zirkonyum ve sabit protezlerde kullanımı. Atatürk Üniv Dişhek Fak Derg 2006;(Suppl):36-44.

6. Tan PL, Dunne JT. An esthetic comparison of a metal ceramic crown and cast metal abutment with an all-ceramic crown and zirconia abutment:A clinical report. J Prosthet Dent 2004;91(3):215-8.

7. Fabris S, Panxton AT, Finnis MW. A stabilization mechanism of zirconia based on oxygen vacancies only. Acta Mater 2002;50(20):5171-8.

8. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater 2004;20(5):449-56.

9. Malkoç MA, Sevimay M. Protetik diş hekimliğinde zirkonyum ve kullanım alanları. SÜ Diş Hek Fak Derg 2009;18(2):208-16.

10. Heuer AH, Claussen N, Kriven WM , Ruhle M. Stability of tetragonal ZrO₂ particles in ceramic matrices. J Am Ceram Soc 1982;65(12):642-50.

11. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. Dent Mater 2008;24(3):289-98.

12. Uludamar A. Zirkonyum oksit seramik restorasyonlarda farklı yüzey hazırlıklarının kompozit yapıştırma simanının bağlanmasına etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, 2007.

13. Nağış ÇI, Ergün G. Zirkonya seramiklerin diş hekimliğindeki yeri ve geleceği. GÜ Dişhek Fak Derg 2008;25(3):51-60.

14. Clarke IC, Manaka M, Green DD, et al. Current status of zirconia used in total hip implants. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A(Suppl 4):73-84.

15. Christel P, Meunier A, Dorlot JM, et al. Biomechanical compatibility and design of ceramic implants for orthopedic surgery. Ann NY Acad Sci 1988;523:234-56.

16. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. Dent Clin North Am 2004;48(2):531-44.

17. Hochman N, Zalkind M. New all-ceramic indirect post and core system. J Prosthet Dent 1999;81(5):625-9.

18. Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. J Dent 2007;35(11):819-26.

19. Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia – TZP and alumina-advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 1999;7(4):113-9.
20. Vult von Steyern P, Carlson P, Nilner K. All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon technique. A 2-year clinical study. *J Oral Rehabil* 2005;32(3):180-7.
21. Luthy H, Filser F, Loeffel O, Schumacher M, Gauckler LJ, Hammerle CH. Strength and reliability of four-unit allceramic posterior bridges. *Dent Mater* 2005;21(10):930-7.
22. Filser F, Koccher P, Weibel F, Lüthy H, Scharer P, Gauckler LJ. Reliability and strength of all-ceramic dental restorations fabricated by direct ceramic machining (DCM). *Int J Computerized Dentistry* 2001;4(2):89-106.
23. Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kastner K, Walter MH. Clinical fit of procera all ceram crowns. *J Prosthet Dent* 2000;84(4):419-24.
24. Luthardt RG, Holzhüter M, Sandkuhl O, et al. Reliability and properties of ground Y-TZP zirconia ceramics. *J Dent Res* 2002;81(7):487-91.
25. 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. *Operative Dentistry* 2001;26(4):367-74.
26. Derand P, Derand T. Bond strength of luting cements to zirconium oxide ceramics. *Int J Prosthodont* 2000;13(2):131-5.
27. Raut A, Rao PL, Ravindranath T. Zirconium for esthetic rehabilitation: an overview. *Indian J Dent Res* 2011;22(1):140-3.
28. Bilgin MS, Öztürk AN. Estetik post sistemleri. *SÜ Dişhek Fak Derg* 2008;17(3):243-5.
29. Boundrias P, Shoghiikian E, Morin E, Hutnik P. Esthetic option for the implant- supported single-tooth restoration treatment sequence with a ceramic abutment. *J Can Dent Assoc* 2001;67(9):508-14.
30. Heydecke G, Sierraalta M, Razzoog ME. Evolution and use of aluminum oxide single-tooth implant abutments: a short review and presentation of two cases. *Int J Prosthodont* 2002;15(5):488-93.
31. Firidinoğlu K, Toksavul S, Toman M. İmplant destekli sabit protezlerde seramik abutmant kullanımı. *Ege Üniversitesi Dişhek Fak Derg* 2007;28(2):145-50.
32. Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. *J Prosthet Dent* 1992;68(2):322-6.
33. Yıldırım M, Edelhoff D, Hanisch O, Spiekermann H. Ceramic abutments-a new era in achieving optimal esthetics in implant dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20(1):81-91.
34. Akagawa Y, Ichikawa Y, Nikai H, Tsuru H. Interface histology of unloaded and early loaded partially stabilized zirconia endosseous implant in initial bone healing. *J Prosthet Dent* 1993;69(6):599-604.
35. Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, Kamayama K. Comparison between freestanding and tooth connected partially stabilized zirconia implants after two years' function in monkey: a clinical and histologic study. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):551-8.
36. Dixon DL, Breeding LC, Sadler JP, McKay ML. Comparison of screw loosening, rotation, and deflection among three implant designs. *J Prosthet Dent* 1995;74(3):270-8.
37. Sharifi MN, Pang IC, Chai J. Alternative restorative techniques of the CeraOne single tooth abutment: A technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9(2):235-8.
38. Salinas TJ, Block MS, Sadan A. Fixed partial denture or single tooth implant restoration statistical considerations for sequencing and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(9 Suppl 2):2-16.