세라믹과 지르코니아의 골유착에 관한 고찰

단국대학교 치과대학 치과보철학 교실

송영균

세라믹은 오랜 기간 동안 치과용 수복재로 사용되어 왔다. 세라믹이 치과학에 도입되면서, 치과용 수복물은 심미성 면에서 눈부신 발전을 하게 되었다. 그러나 최근 세라믹은 수복재료뿐만 아니라 생체재료로서 주목을 받고 있다. 알루미늄 옥사이드와 사파이어등으로 시작된 연구는 지르코니아가 등장함에 따라 새로운 국면을 맞게 되었다. 특히 지르코니아는 색상이나, 기계적 성질, 생체친화성 등 여러 가지 장점 때문에 전통적으로 임플란트 고정체의 주재료이었던 티타늄의 대체 물질로 연구가 진행되고 있다. 지르코니아의 골반응은 매우 우수하지만, 표면 처리가 매우 어렵기 때문에 표면 처리된 티타늄보다는 뛰어나지 못하다는 내용들이 보고되고 있다. 이러한 한계점을 벗어나기 위해, 표면에 화학처리를 하거나 처음부터 다공성 형태를 갖도록 성형하는 방법과 다른 물질로 코팅처리하는 방법들이 소개되었고, 그 결과 수종의 지르코니아 임플란트가 현재 상용화된 상태이다. 앞으로 골이식재 구성성분으로서의 연구 등 다양한 목적의 생체재료로서 지르코니아의 활용에 대한 연구가 이루어질 것으로 사료된다.

이 논문에서는 생체재료로서의 지르코니아에 대한 연구와 앞으로의 발전가능성 등에 관한 문헌을 고찰할 것이다.

주요어: 골유착, 세라믹, 지르코니아 (**구강회복응용과학지** 2012:28(3):319~326)

서 론

티타늄을 이용한 치과용 임플란트가 상용화된 이후, 치과용 임플란트는 치과치료에 있어서 주요한 술식으로 자리를 잡게 되었다. 초창기에는 무치악환자를 위한 치료에 주로 사용되었던 술식이었으나 현재는 부분무치악 환자의 보철치료에 많이 사용되면서 적응증이 넓어졌을 뿐만 아니라 다양한 높은 성공률을 보이고 있다.[1)] 임플란트의 고정체는 전통적으로 티타늄이 사용되어 왔으며, 기계적 강도 및 생체적합성뿐만 아니라, 우수한 골유착능력 때문에 지금까지 임플란트 고정체의 재료로 가장 많이 사용하고 있다.이러한 티타늄 임플란트외에도 골유착 재료로서 티타늄을 대체할 수 있는 재료 또는 코팅재료에 대한 연구 또한 지속적으로 진행 되어 왔으며, 이러한 연구들은 임플란트의 발전 뿐만 아니라 임플란트 식립을 위한 골이식재 연구에도 많은 발전을 가져 왔다. 그 중에 티타늄을 대체할 만한 재료로 가장 활발하게 연구된 것이 세라믹 재료이다. 세라믹재료는 처음에는 단순히 치과수복용 재료로 사용되었지만, 티타늄 임플란트 고정

교신저자: **송영균**
단국대학교 치과대학 치과보철학교실.
충남 천안시 동남구 신부동 산 7-1, 330-716, 대한민국
Tel: +82-41-550-1696, Fax: +82-41-553-1258, E-mail: ygsong@dankook.ac.kr
원고접수일: 2012년 05월 15일, 원고수정일: 2012년 06월 21일, 원고채택일: 2012년 09월 25일

체의 코팅재료 및 고정체의 주재료로 연구되었고, 일부는 상용화기도 하였다.[2,3]

이에 다양하게 연구되고 있는 세라믹의 골유착과 특히 티타늄을 대체할 수 있을 것으로 기대되는 지르코니아에 대해 알아보고자 한다.

Ceramic material

1. Ceramics

세라믹이란 가열과 냉각의 과정을 통해 가공을 할 수 있는 무기물인 비금속 고체를 말한다. 세라믹의 분류는 결정구조의 유무와 산화의 유무에 따라 구분이 된다. 치과용 세라믹은 1808년 Dubois에 의해 디자인된 porcelain pivot crown에 사용되었으며, 1886년 Land에 의해 백금박 술식을 이용한 도재관이 개발되어 치과용 도재가 널리 사용되게 되었다.[4] 이후 세라믹은 치과용 수복재료로 발전해 왔으며, 현재에는 CAD/CAM을 이용한 지르코니아 수복물도 많이 사용되고 있다.[5-7] 치의학에서 세라믹은 수복재로 주로 이용되었지만, 골유착을 위한 생체재료로도 많은 연구가 진행되었다. 알루미늄 옥사이드가 세라믹 재료중에서 처음으로 골유착형 임플란트의 재료로 사용되었다. 1968년 스위스의 Sandhaus교수가 알루미늄 옥사이드로 Crystalline bone screw를 제작하였고, 1987년에 Cerasand ceramic oral implant를 소개하였다. 그 이후 Tbingen implant, Bionit implant system등이 상용화된 임플란트로 소개 되었다.[8,9] 1984년에는 single-crystal sapphire를 이용한 임플란트가 시도되었다. 그러나 교합압을 견디기 힘든 물리적 특성때문에에 단일 재료로서의 세라믹은 골유착재료로 널리 사용되지 못하였다.[10]

Calcium phosphate ceramic의 경우 결정구조에 따라 골모세포를 활성화 시켜 골유착이 빠르게 일어나도록 돕는 역할을 한다. 하지만, 골모세포와 반응 후 흡수가 되기때문에 임플란트 고정체의 주 재료로 사용되기 어려워 임플란트의 코팅재료 및 골이식재의 주요성분으로 많이 사용된다.[11,12]

2. Zirconia

지르코니아는 산화지르코늄을 지칭하는 것으로 지르코늄은 반응성이 비교적 큰 물질이어서 단일 성분으로 자연에서 존재하지 못하고 산화지르코늄으로 존재하게 된다. 지르코니아는 온도에 따라 정방정과 단사정으로 존재하는데, 고온에서 저온으로 냉각될 때 정방정에서 단사정으로 변태가 일어나면서 부피팽창이 일어난다. 이때 미세균열이 발생하여 순수 지르코니아는 이용이 어렵다. 때문에 금속산화물을 혼합하여 정방정 지르코니아 다결정 형태가 보편적으로 사용되고 있다. 특히, Y-PSZ(Yttrium-oxide partially stabilized zirconia) 또는 Y-TZP(Yttrium-tetragonal zirconia polycrystals)는 생체친화력이 높을 뿐만 아니라 파절강도가 매우 높기 때문에 생체재료로 많이 사용된다.[13]

지르코니아가 치과용 재료로 사용되게 된 것은 CAD/CAM의 발달과 관계가 깊다. 일반적인 세라믹과는 다르게 축성이 불가능하기 때문 블록을 가공하여야 하는 점때문에 이전에는 치과용 재료로 사용하기 어려웠으나 CAD/CAM system이 도입된 현재에는 심미성과 강도가 요구되는 부위의 보철적 수복물에 보편적으로 사용되고 있다.[14,15]

지르코니아는 수복용 도재뿐만 아니라 골유착재료로 많은 연구가 이루어지고 있다. 골반응에 있어서 티타늄과 유사한 정도의 골반응을 보인다는 보고가 있으며, 지르코니아 고정체를 이용한 임플란트가 상용화되기도 하였다.[13]

본 론

지르코니아는 티타늄을 대체할 수 있는 재료로 예전부터 많이 연구되어 왔다. 지르코니아는 생체불활성 물질로 치과용 임플란트로 연구되기

전부터 정형외과의 인공 고관절로 사용될 만큼 마모에 대한 저항성이 크고, 강도도 강하다.[16,17] 티타늄은 임플란트 고정체의 주재료로 가장 오랜시간동안 가장 많이 사용되어 왔다. 그러나 치은 퇴축시 금속색이 노출되거나, 최종 보철물의 재료와 갈바닉 반응으로 부식이 진행되기도 하며, 때로는 알레르기를 일으키기도 한다.[18-21] 일부 연구에서는 티타늄 임플란트 식립후에 림프절의 티타늄 축적이 보고되기도 하였다.[22] 이에 비해 지르코니아 임플란트는 금속색을 가지고 있지 않고고, 생체 불활성이면서서, 생체 친화적이다.[16] 티타늄은 골모세포의 성장을 방해하지 않기 때문에 다른 금속에 비해 골유착에 유리하다. 지르코니아 역시 골모세포의 성장을 방해하지 않는다.[23]

지르코니아의 골유착에 대한 연구는 여러 방향에서 이루어지고 있다. 티타늄이나 다른 고정체에 지르코니아를 코팅하여 지르코니아의 골반응을 연구하는 방법이 첫 번째 방법이다. Franchi 등은 티타늄 임플란트에 지르코니아를 코팅하여 광학현미경으로 관찰한 결과, 2주후에 임플란트 주위에 신생골이 생성되는 것을 관찰할 수 있었다.[24] Sollazo등은 지르코니아를 코팅한 티타늄 임플란트와 코팅하지 않은 임플란트를 4주 동안 관찰하여 지르코니아를 코팅하지 않은 임플란트의 BIC(Bone Implant Contact)은 31.8% 였으나 지르코니아를 코팅한 임플란트의 경우 43.8%의 BIC를 보인다고 보고하였다.[25] 지르코니아의 골반응을 관찰하는 두번째 방법은 임플란트 고정체를 지르코니아로 제작하는 것이다. Akagawa등은 원숭이를 이용한 2년 동안의 연구에서 하중상태의 지르코니아 임플란트에서 임플란트와 골간의 직접적인 접촉을 관찰하였다.[26] Mosgau등은 Endodontic endosseous cone의 BIC를 평가하였는데, 전체 Cone에서 골로 덮인 부분과 섬유조직으로 덮인 부분의 비율을 측정한 값이 티타늄에서는 0.95, 지르코니아에서는 1.47로 티타늄보다 지르코니아에서 골반응이 더 좋았다고 보고하였다.[27]

하지만, 대부분의 연구는 표면처리를 하지 않은 티타늄과 비교한 연구이다. 최근에 사용되는 임플란트의 표면은 대부분 거칠게 처리하였기 때문에 표면처리된 티타늄과의 비교 연구는 위의 결과와 많이 다른 양상을 보인다. Kohal 등은 샌드블라스팅된 지르코니아와 SLA(Sandblasted and acid-etched) 티타늄 임플란트의 BIC를 연구하였다. 식립 후 14개월 후 관찰한 결과 지르코니아의 BIC는 67.4%인데 반해 티타늄은 72.9%로 유의성 있게 높은 값을 보였다.[28] Hoffman 등도 상용화된 임플란트간 비교를 통해해 표면처리된 티타늄 임플란트가 지르코니아 임플란트보다 골반응이 더 좋다는 내용을 발표하였다.[29] 임플란트가 식립된 후에 두 단계의 과정을 거치게 된다. 첫번째 과정은 세포가 이식체에 부착하고 퍼지는 과정으로 양적인 증가과정이고, 두 번째 과정은 세포가 증식하고 분화하는 질적인 성장과정이다. 세포가 부착하는 첫번째 과정에서 표면의 거칠기는 매우 중요한 요소가 된다. 여러 연구에서 티타늄과 지르코니아에 같은 처리방식을 사용하더라도 표면을 관찰 해 보면, 처리된 표면의 양상은 매우 다른 모습을 보이는데, 이것은 지르코니아의 표면 처리가 어렵다는 것을 나타내는 것이다. 따라서 지르코니아를 이용하여 좋은 골반응을 얻기 위해서는 표면처리가 매우 중요한 요소가 된다는 것을 알 수 있다.[30,31]

따라서 지르코니아의 표면을 처리하는 방법이 많이 연구되고 있다. 가장 많이 사용되는 방법은 표면을 거칠게 하는 방법이다. 2009년 kohal등은 알루미나를 분사하여 처리한 지르코니아를 이용하여 세포실험을 시행하였다. SLA 티타늄 임플란트에 비해 표면거칠기는 낮은 값을 보였으나, 골모세포의 ALP(Alkaline phosphatase)와 Ostecalcin의 생성은 거의 유사한 결과를 보였다.[32] 같은 해에 Gahlert등은 불산처리를 한 지르코니아를 돼지의 무치악부에 식립하여 관찰한 실험을 하였다. 불산처리된 지르코니아 역시 SLA 티타늄 임플란트에 비해 낮은 거칠기를 보였지만, 동물실험에서 두 임플란트간의 조직학

적 소견상 유의한 결과차이는 보이지 않았다.[33]

최근 들어 시도되는 방법은 매끄러운 표면을 가진 지르코니아를 거칠게 하는 방법이 아닌 소결과정중 표면에 다공성을 만드는 방법이다.[34] 골이 성장하는데 있어서 다공성 표면은 매우 중요한 요소가 될 수 있다. 특히 Interconnecting pore는 골모세포가 pore사이에 자리잡게 되고, pore간 통로를 통해 성장할 수 있기 때문에 일반적인 거친 표면보다 골의 성장반응이 뛰어나다.[35] 다공성 표면의 경우 pore의 크기도 매우 중요한 역할을 하게 되는데 일반적으로 100~400㎛ 정도가 골성장에 가장 좋다.[36] 지르코니아 분말을 소결하기 전에 낮은 온도에서 기화가 되는 물질을 섞고, 일차적인 모양을 압력을 가하여 성형한 후 소결하게 되면, 낮은 온도에서 기화되는 물질은 1500℃이상의 소결과정에서 없어지게 되고, 빈 공간이 pore가 되어 전체적인 모양이 완성된다.[34]

표면을 거칠게 하거나 pore를 형성하는 것 이외에 지르코니아의 표면을 다른 물질로 코팅하여 식립 초기 우수한 골반응을 유도하는 방법도 연구되고 있다.[37] 2004년 Aldini등은 bioactive glass를 코팅한 지르코니아와 코팅하지 않은 지르코니아를 동물 실험을 통해 비교분석한 결과 코팅한 지르코니아의 골유착이 유의성 있게 높다고 보고하였다.[38]

이러한 연구를 통해 현재 상용화된 임플란트가 수종에 이르며, 이를 이용한 증례보고 또한 많이 보고되고 있다. Oliva등은 100개의 지르코니아 임플란트를 환자에게 시술하여 1년간 하였다. 1년간의 성공률은 98%였고, 실패한 2가지 증례는 시술후 15일 이내에 실패하였다. 실패한 원인으로는 상악동 거상술이 원인으로 사료되었다. 이점으로 보았을 때, 지르코니아 임플란트를 식립할 때에는 잔존골량이 중요한 요소일 것으로 사료된다.[39] Pirker등은 상악 제 1소구치 부위에 식립된 지르코니아 임플란트를 2년간 관찰한 결과, 골유착뿐만 아니라 연조직의 건강면에서도도 만족스러운 결과를 보고하였다.[40]

상용화된 최초의 지르코니아 임플란트는 1987년에 출시된 Sandhause사의 Sigma implant 이다. 그 이후 독일과 스위스를 중심으로 지르코니아 임플란트의 상용화에 성공했는데, ReImplant system(ReImplant, Hagen, Germany), Goei system (Goei Inc, Akitsu-Hiroshima, Japan), Konus system (Konus Dental, Bingen, Germany)등과 같이 상용화 되었으나 현재는 생산되지 않는 것도 있으나, 최근에 새롭게 출시되는 시스템도 있다. 이중에 현재 FDA의 승인은 받은 것은 CeraRoot system (Oral Iceberg, Barcelona, Spain), Z-systems(Z-systems, Konstanz, Germany), Zit-z system(Ziterion, Uffenheim, Germany) 3가지이다(Table I).

Table I. Commercialized zirconia dental implant systems

System	Company	Country	
Sigma implant	Incermed	Switzerland	www.sigma-impalnts.com
CeraRoot system	Oral Iceberg	Spain	www.ceraroot.com
White Sky system	Bredent Medical	Germany	www.bredent.com
Zeramax	Ziraldent	Switzerland	www.ziraldent.ch
Z - system	Z - systems	Germany	www.z-system.biz
Zit-z system	Ziterion	Germany	www.zitrion.com
Axis implant	Axis biodental	Switzerland	www.axis-biodental.ch

생체재료로서 지르코니아에 대한 연구는 임플란트 고정체에 멈추지 않고, 골이식재의 구성성분에 대한 연구로 이어지고 있다. 임플란트 주변의 골 양을 회복하는 것은 쉽지 않은 일이다. 이식한 물질들이 골개조를 통해 흡수되기때문이다. 이러한 현상을 줄이기 위한 방법중 하나로 흡수가 되지 않는 다공성의 티타늄을 이용한 이식술이 소개되었다.[41] 지르코니아는 티타늄보다 색상이나 생체친화성등 여러가지면에서 더 우수하다기 때문에, 최근 지르코니아를 이용한 골이식재의 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 지르코니아의 높은 강도와 생체친화적인 성질은 골이식재의 비계역할을 담당하는 매우 우수한 성질을 가지고 있기 때문이다[42, 43] 아직 상용화가 되지 않았지만, 추가적인 연구가 시행된다면, 지르코니아를 이용한 더 좋은 골이식재가 개발될 것으로 기대된다.

결 론

지금까지 세라믹은 치과용수복재로 사용되어 왔으나, 골유착 재료로 다양한 세라믹 재료들이 연구되어 왔다. 티타늄은 임플란트의 고정체의 주요 재료가 되었으나, 금속성 색상 때문에 한계를 보이는 경우도 있다. 지르코니아는 이러한 한계점을 극복할 수 있는 우수한 재료이며, 적응증을 잘 판단하여 임상에 적용한다면, 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 또한 앞으로의 연구를 통해 임플란트 고정체뿐만 아니라 골이식재의 구성성분으로 더 큰 역할을 하게 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, et al. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:347-359.
2. Xie C, Lu H, Li W, et al. The use of calcium phosphate-based biomaterials in implant dentistry. J Mater Sci Mater Med 2012;23:853-862.
3. Alghamdi HS, Junker R, Bronkhorst EM, et al. Bone Regeneration Related to Calcium Phosphate-Coated Implants in Osteoporotic Animal Models: A Meta-Analysis. Tissue Eng 2012.
4. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: An art form based on scientific principles. J Prosthet Dent 2001;85: 363-376.
5. Brecker sC. Porcelain baked to gold; a new medium in prosthodontics. J Prosthet Dent 1956;6:801-810.
6. Denissen HW, van der Zel JM, van Waas MA. Measurement of the margins of partial-coverage tooth preparations for CAD/CAM. Int J Prosthodont 1999;12:395-400.
7. Rizkalla AS, Jones DW. Mechanical properties of commercial high strength ceramic core materials. Dent Mater 2004.
8. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, et al. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants 1986;1:11-25.
9. Andreiotelli M, Wenz HJ, Kohal RJ. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. Clin Oral Implants Res 2009;20 Suppl 4:32-47.
10. McKinney Jr. RV, Steflik DE, Koth DL. The biologic response to the single-crystal sapphire endosteal dental implant: Scanning electron microscopic observations. J Prosthet Dent 1984;51:372-379.
11. Aniket, Young A, Marriott I, et al. Promotion of pro-osteogenic responses by a bioactive ceramic coating. J Biomed Mater Res A 2012.
12. Thomas KA, Kay JF, Cook SD, et al. The effect of surface macrotexture and hydroxylapatite coating on the mechanical strengths and histologic profiles of titanium implant materials. J Biomed Mater Res A 1987;21:1395-1414.
13. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, et al. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. Eur J Esthet Dent 2009.
14. Seghi RR, Sorensen JA. Relative flexural strength of

six new ceramic materials. Int J Prosthodont 1995.
15. Shin SY. Procera System : a Review of Literature. J Korean Acad Stomatog Func Occ 2006;27:309-315.
16. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials 1999.
17. Piconi C, Burger W, Richter HG, et al. Y-TZP ceramics for artificial joint replacements. Biomaterials 1998;19:1489-1494.
18. Venugopalan R, Lucas LC. Evaluation of restorative and implant alloys galvanically coupled to titanium. Dent Mater 1998;14:165-172.
19. Tschernitschek H, Borchers L, Geurtsen W. Nonalloyed titanium as a bioinert metal－A review. J Prosthet Dent 2006;96:12.
20. Valentine-Thon E, Schiwara H-W. Validity of MELISA for metal sensitivity testing. Neuro Endocrinol Lett 2003;24:57-64.
21. Sicilia A, Cuesta S, Coma G, et al. Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. Clin Oral Impants Res 2008;19: 823-835.
22. Weingart D, Steinemann S, Schilli W, et al. Titanium deposition in regional lymph nodes after insertion of titanium screw implants in maxillofacial region. Int J Oral Maxillofac Surg 1994;23:450-452.
23. Steinemann SG. Titanium ? the material of choice? Periodontol 2000 1998;17:7-21.
24. Franchi M, Bacchelli B, Martini D, et al. Early detachment of titanium particles from various different surfaces of endosseous dental implants. Biomaterials 2004;25:2239-2246.
25. Sollazzo V, Pezzetti F, Scarano A, et al. Zirconium oxide coating improves implant osseointegration in vivo. Dent Mater 2008;24:357-361.
26. Akagawa Y, Hosokawa R, Sato Y, et al. Comparison between freestanding and tooth-connected partially stabilized zirconia implants after two years' function in monkeys: a clinical and histologic study. J Prosthet Dent 1998;80:551-558.
27. Schultze-Mosgau S, Schliephake H, Radespiel-Troger M, et al. Osseointegration of endodontic endosseous cones: zirconium oxide vs titanium. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000;89:91-98.
28. Kohal RJ, Weng D, Bachle M, et al. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. J Periodontol 2004;75:1262-1268.
29. Hoffmann O, Angelov N, Gallez F, et al. The zirconia implant-bone interface: a preliminary histologic evaluation in rabbits. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:691-695.
30. Anselme K. Osteoblast adhesion on biomaterials. Biomaterials 2000;21:667-681.
31. Gotfredsen K, Nimb L, Hjorting-hansen E, et al. Histomorphometric and removal torque analysis for TiO2hyphen;blasted titanium implants. An experimental study on dogs. Clin Oral Implants Res 1992; 3:77-84.
32. Kohal RJ, Baechle M, Han JS, et al. In vitro reaction of human osteoblasts on alumina-toughened zirconia. Clin Oral Implants Res 2009;20:1265-1271.
33. Gahlert M, Rohling S, Wieland M, et al. Osseointegration of zirconia and titanium dental implants: a histological and histomorphometrical study in the maxilla of pigs. Clin Oral Implants Res 2009;20: 1247-1253.
34. Aboushelib M, Salem N, Abotaleb A, et al. Influence of surface nano-roughness on osseointegration of zirconia implants in rabbit femur heads using selective infiltration etching technique. J Oral Implantol 2011.
35. Shors EC. Coralline bone graft substitutes. Orthop Clin North Am 1999;30:599-613.
36. Itala AI, Ylanen HO, Ekholm C, et al. Pore diameter of more than 100 microm is not requisite for bone ingrowth in rabbits. J Biomed Mater Res 2001;58: 679-683.
37. Bozzini B, Carlino P, Mele C. Electrochemical behaviour and surface characterisation of Zr exposed to an SBF solution containing glycine, in view of dental implant applications. J Mater Sci Mater Med 2011;22:193-200.
38. Aldini NN, Fini M, Giavaresi G, et al. Osseointegration of bioactive glass-coated and uncoated zirconia in osteopenic bone: an in vivo experimental study. J Biomed Mater Res A 2004;68:264-272.

39. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. One-year follow-up of first consecutive 100 zirconia dental implants in humans: a comparison of 2 different rough surfaces. Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22:430-435.
40. Pirker W, Wiedemann D, Lidauer A, et al. Immediate, single stage, truly anatomic zirconia implant in lower molar replacement: a case report with 2.5 years follow-up. Int J Oral Maxillofac Surg 2011;40: 212-216.
41. Wohlfahrt JC, Lyngstadaas SP, Ronold HJ, et al. Porous titanium granules in the surgical treatment of peri-implant osseous defects: a randomized clinical trial. Int J Oral Maxillofac Implants 2012;27:401-410.
42. Song HY, Sarkar SK, Kim MS, et al. Fabrication of bioglass infiltrated Al2O 3-(m-ZrO2) composites. J Mater Sci Mater Med 2009;20:265-269.
43. Matsumoto TJ, An SH, Ishimoto T, et al. Zirconia-hydroxyapatite composite material with micro porous structure. Dent Mater 2011;27:e205-212.

Osseointegration of Ceramics & Zirconia : A Review of Literature

Young-Gyun Song

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University

For many years, ceramics have been used in fixed prosthodontics for achieving optimal esthetics. but, they have another use as well. Many studies today show ceramics can be used for biomaterials. In the beginning researchers made a start in the study of aluminium oxide and sapphire for biomaterial. The appearance of Zirconia began a new phase of research. Zirconia was introduced into implantology as an alternative to titanium, because of its white color, good mechanical properties and superior biocompatibility. But it is not easy to surface treatment in comparison with titanium. To overcome the limitation, interconnected porous bodies of zirconia were fabricated by sintering technique. And the technique of coating was developed.

Therefore, some zirconia implants are currently available. It is thought that Research of biomaterials as a variety of puposes for the use of zirconia is looking very promising.

The purpose of this paper reviews are to evaluation of zirconia as biomaterials

Key words: Ceramics, Osseointegration, Zirconia

Correspondence to : Young-Gyun Song D.D.S.. M.S.D.
Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Dankook University
San 7-1, Shinbu-dong, Cheoan-si, Chungnam, 330-716, Korea
Tel: +82-41-550-1696, Fax: +82-41-553-1258, E-mail: ygsong@dankook.ac.kr
Received: May 15, 2012, Last Revision: June 21, 2012, Accepted: September 25, 2012