

지르코니아/알루미나 복합 지대주의 생물학적 안정성에 관한 연구

배규현¹, 한중석², 김태일¹, 설양조¹, 이용무¹, 구영¹, 조기영¹, 정종평¹,
한수부¹, 류인철¹

¹서울대학교 치과대학 치주과학교실
²서울대학교 치과대학 치과보철학교실

I. 서 론

골유착성 임플란트는 전악 혹은 부분 무치악 환자의 치료방법으로 널리 사용되고 있으며 점차 그 활용범위가 광범위해지고 있다. 그리고 단일 치아 수복과 부분 무치악 환자들에 대한 임플란트 치료가 증가하면서 보다 심미적인 임플란트 보철이 요구되어지고 있다.¹⁾

임플란트 보철의 심미적 측면에서의 성공 여부는 임플란트 주위의 치은 점막 형태와 최종보철물의 재료 및 형태에 의하기 때문에²⁾, 세라믹 지대주는 기존의 티타늄 지대주에 비해 재료 자체의 높은 생체 적합성 뿐만 아니라 심미적으로 많은 장점을 가지고 있다.^{3,4)} 세라믹 재료는 자연치아와 유사한 색상을 제공하여 기존의 금속 지대주로 인해 발생할 수 있는 치은 주위의 변색을 막을 수 있어서 특히 치은이 얇은 환자에게 유리하며, 개인별 특성에 맞게 삭제 가능하다는 장점이 있다.²⁾

현재까지 많은 종류의 세라믹 지대주들이 개발되

어 사용되고 있다. Ceradapt (Nobel biocare), Procera alumina custom abutment (Nobel biocare) 등은 산화 알루미늄 재질이며, Procera zirconia custom abutment (Nobel biocare), DCS (DCS) 등은 산화 지르코늄 재질이다. 또한 미리 제작된 형태^{5,6)} 이거나 개별적으로 제작되는^{7,8)} 세라믹 지대주 등도 연구 되고 있다. 초기의 세라믹 지대주는 densely sintered aluminum oxide ceramic으로 구성되었는데 이것은 단일한 형태로만 제작되어서 구강내 상태에 적합한 삭제를 필요로 한다. 최근에는 partially stabilized zirconia ceramic with yttrium⁹⁾ 이나 glass-infiltrated zirconia alumina¹⁰⁾ 같은 다른 재질의 세라믹이 사용 되고 있다.

Yildirim M. 등¹¹⁾ 은 산화 알루미늄 지대주와 산화 지르코늄 지대주를 비교한 연구결과를보고한 바 있다.

일반적으로 산화 알루미늄은 높은 생체 적합성과 높은 마모 저항도를 가진다. 그러나 산화알루미늄은 파절 강도가 낮아서 깨지기 쉬운 성질을 가지고 있

* 이 논문은 서울대학교 치과병원(4-2003-0490)지원으로 수행되었음.

* 교신저자 : 류인철, 서울특별시 종로구 연건동 28 서울대학교 치과대학 치주과학교실, 우편번호 : 110-768,

Tel : 02-2072-2640, Fax : 02-744-0051, E-mail : icrhyu@snu.ac.kr

고, 이로 인해 미리 제작된 형태의 금속 지대주보다 높은 실패율을 나타낸다.^{12,13)} 또한 산화 알루미늄은 방사선 불투과성이 낮아서 지대주가 임플란트에 정확히 위치하는 지를 방사선 검사를 통해 확인하기 어려운 단점이 있다.

이러한 산화 알루미늄에 비해 산화 지르코늄은 몇 가지 장점을 가지고 있다. 산화지르코늄은 산화 알루미늄보다 기계적인 물성이 더 좋아서(낮은 Young's modulus, 높은 강도와 파절 강도), 강한 저작압에 대해 더 유리하다.^{14,15)} 그리고 방사선 불투과성이 높아서 방사선 검사를 이용한 정확도 검사에 용이하다.

그러나 자연치아와의 색상 비교에 있어서는 산화 지르코늄이 더 백색의 색상을 보여서 얇은 치은으로 지대주의 색상이 비치거나 지대주가 치은으로 덮이지 않은 경우에는 심미적으로 불리하다. 대조적으로 산화 알루미늄의 색상은 자연치아와 유사하여 이런 증례에 더 잘 적용될 수 있다.

Kim 등¹⁶⁾은 치과용 임플란트를 위해 개발된 새로운 세라믹 지대주의 기계적 물성, 상 안정성과 생체 적합성 등을 보고한 바 있다. ZrO_2/Al_2O_3 복합체는 tetragonal ZrO_2 를 다양한 양의 Al_2O_3 와 혼합하였으며 5.31 mol% Y_2O_3 과 4.45 mol% Nb_2O_5 로 안정화 하였다. 이 연구에서 20 vol% Al_2O_3 의 복합체가 가장 높은 strength (700 MPa)와 toughness ($8.1 MPa \cdot m^{1/2}$)를 보였으며 autoclave내에서의 hydrothermal degradation을 보이지 않았다. 지르코니아/알루미나 복합체의 생체 적합성 검사에서는 독성 반응을 보이지 않았으며, guinea pigs를 이용한 연조직 반응을 검사한 결과 이상반응이 없었음을 확인 하였다.

이 연구의 목적은 새로 개발된 지르코니아/알루미나 복합 지대주의 임상적 적용 후 임상적, 방사선학적, 조직학적 소견을 관찰하여 생물학적 안정성을 평가하고자 하는 것이다.

II. 연구대상 및 방법

17명(남자 5명, 여자 12명)의 부분 무치악 환자에게 임플란트를 식립하였으며 환자군의 평균연령은 47세였다(20세~70세). 직경 3.75와 4.0mm의 37개 임플란트(Restore(Lifecore Biomedical, Inc., Chaska, USA) 22개, MkIII TiU (Nobel Biocare, Gothenburg, Sweden) 15개) 가 연구에 사용되었으며, 25개는 하악에 식립하였고 12개는 상악에 식립하였다. 임플란트 수술은 국소마취하에 통상적인 two-stage protocol에 따라 시행하였다. 3개월 혹은 6개월의 치유기간 후에 지르코니아/알루미나 복합 지대주를 연결하였다(Figure 1-4).

1. 방사선검사

모든 방사선 사진은 개별적으로 제작된 impression bite block을 이용한 평행촬영법으로 보철물 연결 시와 3개월, 6개월, 12개월 후의 재검사 시에 각각 촬영하였다. 60 kVp 와 7 mA로 고정 후 촬영부위에 따라 노출시간을 조절한 Heliodont DS (Sirona Co., Bensheim, Germany)로 이미지를 촬영하였으며, 촬영된 이미지는 Digora (Soredex Orion Corp., Helsinki, Finland)로 얻었다.

- Image processing of digital images -

얻어진 이미지는 Emago/Advanced v3.2 (Oral Diagnostic System, Amsterdam, Netherlands)를 이용하여 처리하였다. Density나 contrast의 차이가 보이는 경우에는 처음과 재검사시에 촬영된 방사선 사진을 gamma correction을 통하여 density distribution을 조절하였다. 처음 방사선 사진에서 4개의 기준점을 정하여 재검사시의 방사선 사진을 재구성하고 Emago program을 이용하여 linear subtraction을 시행하였다(Figure 5-7).

Table 1. 지대주 연결 후 12개월까지의 치조골 흡수에 대한 방사선학적 측정

	3-months	6-months	12-months
Mean crestal bone resorption (mm)	0.34 ± 0.26*	0.42 ± 0.30*	0.62 ± 0.28*

Mean values ± standard deviation

* No statistically significant difference (p >0.05)

- 치조골 소실 측정 및 통계분석 -

임플란트 주위 치조골의 흡수를 측정하기 위해 Scion Image Version Beta 4.02 (Scion Co., Maryland, USA)을 사용하였다(Figure 8). 치조골의 높이는 각 임플란트의 근심과 원심면에서 측정하여 평균값을 구한 후 이것을 각 임플란트의 치조골의 높이로 하였다.

보철물 연결 시와 3개월, 6개월, 12개월 후의 재검사간의 비교를 위해서는 ANOVA를 사용하였으며, 상악과 하악의 차이를 비교하기 위해서 t-test를 사용하였다(P <0.05).

2. 조직학적 검사

보철물을 연결하여 12개월 동안 사용하고 있던 임플란트 주위의 구개측 치은을 환자의 동의하에 절제하였다. 절제 직후 조직은 10% buffered formalin solution으로 고정하고 paraffin block에 넣었다. 각각의 조직 절편은 hematoxylin-eosin으로 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다.

연구 기간 동안 임상적 검사에서 지대주의 파절은 관찰되지 않았다. 또한 지대주의 변색도 관찰되지 않았다. 치태의 침착 정도는 주변의 자연 치아와 유사하였으며 지대주 연결 후의 연조직 치유과정은 이상이 없었다. 임플란트 주위염도 관찰되지 않았다.

방사선학적 분석

임플란트 근심과 원심의 치조골 높이는 큰 차이가 없었다. 평균적인 치조골 소실은 3개월에 0.34 mm(±0.26), 6개월에 0.42 mm(±0.30), 12개월에 0.62 mm(±0.28)를 각각 보였다. 보철물 연결 시와 3개월, 6개월, 12개월 재검사 시에 통계학적 유의성 있는 차이는 보이지 않았다(p > 0.05). 그리고 3개월, 6개월, 12개월간의 치조골 높이에도 차이를 보이지 않았다(Table 1). 상악에서의 평균 치조골 소실은 3개월에 0.33(±0.25), 6개월에 0.36(±0.33), 12개월에 0.56(±0.26)이었다. 하악에서의 평균 치조골 소실은 3개월에 0.35(±0.27), 6개월에 0.49(±0.27), 12개월에 0.68(±0.30)이었다. 각 기간 동안 상악과 하악의 치조골 소실은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

III. 결 과

Table 2. 지대주 연결 후 12개월까지의 상악(n =12)과 하악(n =25)의 치조골 흡수에 대한 방사선학적 검사

	3-months	6-months	12-months
Mean crestal bone resorption in Maxilla (mm)	0.33 ± 0.25*	0.36 ± 0.33*	0.56 ± 0.26*
Mean crestal bone resorption in Mandible (mm)	0.35 ± 0.27*	0.49 ± 0.27*	0.68 ± 0.30*

Mean values ± standard deviation

* No statistically significant difference (p >0.05)

조직학적 분석

지르코니아/알루미나 복합 지대주 주위의 점막은 하나의 상피조직 부위와 결체조직 부위로 구성되어 있었다(Figure 9, 10). 상피조직 부위는 각화된 구강 상피로 덮여 있었으며, 구강상피의 경계부는 임플란트와 인접하고 있는 접합 상피로 연결되었다. 접합 상피의 높이는 약 2.09 mm이었고, 폭은 0.51 mm였다. 접합 상피의 치근단 경계부와 치조골의 상단 경계부 사이에는 결체조직이 존재하였다. 이 결체조직에는 산개한 섬유아세포와 염증세포들이 관찰되었으며, 혈관 분포가 미약한 교원질 망상 조직이 관찰되었다. 염증 세포의 침윤은 접합상피의 치근단 경계부의 직하방과 지르코니아/알루미나 복합 지대주와 직접 연결된 부위에서 관찰되었다(Figure 11, 12).

IV. 총괄 및 고찰

이번 연구에 사용된 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 알루미늄 지대주의 깨지기 쉬운 단점을 보완하여 다양한 구강내의 상황에 사용하기 위해 개발되었다. 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 강한 강도로 인해 전치부 뿐만이 아니라 구치부에도 사용될 수 있다. 연구 기간 동안 지대주 파절 등의 기계적 실패는 관찰되지 않았다.

Abrahamsson 등¹⁷⁾ 은 임플란트 지대주에 사용되는 재료의 종류에 따라 임플란트와 임플란트 주위 치은 부착의 위치와 정도가 다르다는 연구 결과를 보고한 바 있다. Commercially pure titanium 이나 세라믹(highly sintered alumina)으로 만들어진 지대주는 각각 2 mm와 1-1.5 mm의 높이를 가지는 하나의 상피조직과 결체조직으로 이루어져 있다. 또 세라믹 지대주에서는 지대주와 임플란트의 경계부위의 결체조직에서 염증세포의 침윤이 commercially pure titanium 지대주보다 더 많이 관찰되었다. 티타늄 지대주 주위의 결체조직을 더 자세히 관찰하면 내측의 약 40 μ m 정도의 범위에는 외측의 160 μ m 정도의 범위보다 혈관분포가 없고 섬유아세포가 많

은 양상을 보였다.¹⁸⁾ 이번 연구에서 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 이와 유사한 양상을 보였다. 임플란트 주위 점막의 경계부와 접합상피의 치근단 경계부의 간격은 2.09mm이었다. 또한 지르코니아/알루미나 복합 지대주와 인접하고 있는 결체조직에는 약간의 염증세포의 침윤이 관찰되었다. 이번 연구에서 관찰된 접합상피와 결체조직의 최소한의 높이는 치은연하 치태의 형성을 막고 골유착을 보호하기 위해 필요하다.¹⁹⁾

치근단 방사선 촬영은 임상적으로 임플란트 주위 치조골의 높이를 정확하게 평가할 수 있다. 조직 계측과 비교한 방사선 사진의 정확도는 89%에서 0.2 mm 이내이므로 비외과적으로 치조골 높이를 평가하는 것이 가능하다.²⁰⁾ 또한 장기간 동안의 평가에서도 정확한 치조골의 높이를 측정할 수 있다. 많은 연구에서 디지털 이미지 분석이 통상적인 방사선 사진보다 더 세밀하게 치조골의 변화를 알아낼 수 있음이 알려졌다.²¹⁻²³⁾ 이번 연구에서는 individual bite blocks을 이용한 digital subtraction radiography를 사용하여 치조골의 변화를 측정하였다. 이 프로그램은 픽셀의 density가 128을 넘으면 붉은 색으로 만들 수 있어 치조골 흡수를 더 쉽게 평가할 수 있다. 그리고 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 산화 알루미늄 지대주에 비해 방사선 불투과성이 높아서 지대주의 위치를 방사선 검사를 통해 확인하기에 더 용이한 장점이 있다. 임플란트 보철물의 장기적인 안정에 임플란트 지대주의 정확한 위치가 매우 중요한 영향을 미치기 때문에 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 알루미늄 지대주보다 더 좋은 장점을 가지고 있다.

임플란트 주위 치조골의 흡수는 지대주의 재질,¹⁷⁾ 임플란트의 표면과 미세 간극의 유무와 위치²⁴⁾, 보철물의 재질, 임플란트 종류와 길이, 지대주의 길이²⁵⁾ 등에 영향을 받는다고 알려져 있다. 이들 중 지대주의 재질, 길이, 미세간극은 임플란트 지대주와 연관되어 있다. 따라서 임플란트 지대주도 치조골 흡

수를 일으킬 수 있으므로 임플란트 주위 치조골의 흡수를 막기 위한 적절한 지대주를 선택하는 것도 임플란트 성공에 영향을 주는 중요한 요소 중 하나이다. 그리고 임플란트의 식립위치도 지대주 연결 후 6개월동안 치조골의 흡수에 영향을 준다고 알려져 있으나 이번 연구에서는 상악과 하악의 차이를 보이지는 않았다.

이전의 생체적합성 연구에서 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 독성 반응이나 비정상적인 연조직 반응을 보이지 않았다.¹⁶⁾ 또한 이번 연구에서는 12개월 동안 지르코니아/알루미나 복합 지대주의 임상적 안정성이 관찰되었다. 지르코니아/알루미나 복합 지대주는 심미적인 요구가 필요한 전치부 뿐만 아니라 강한 저작력이 전달되는 구치부에도 사용가능하여 구강내의 모든 곳에 적용이 가능하다.

V. 참고문헌

1. Jemt T, Laney WR, Harris D, Henry PJ, Krogh PHJ, Pollizi G, Zarb GA, Hermann I. Osseointegrated implants for single tooth replacement: a 1-year report from a multi-center prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1991;6:29-36
2. Heydecke G, Sierraalta M, Razzoog ME. Evolution and use of aluminium oxide single-tooth implant abutment: A short review and presentation of two cases. *Int J Prosthodont* 2002;15:448-493
3. Rasperini G, Magnolione M, Cocconcelli P, Simion M. In vivo plaque formation on pure titanium and ceramic abutment: A comparative microbiological SEM analysis. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:357-364
4. Johnson RH, Persson GR. A 3-year prospective study of a single-tooth implant-Prosthodontic complication. *Int J Prosthodont* 2001;14:183-189
5. Prestino V, Ingber A. Esthetic high-strength implant abutments. Part I. *J Esthet Dent* 1993;5:29-36
6. Prestino V, Ingber A. Esthetic high-strength implant abutments. Part II. *J Esthet Dent* 1993;5:63-68
7. Tripodakis AP, Strub JR, Kappert HF, Witkowski S. Strength and mode of failure of single-implant all-ceramic abutment restoration under static load. *Int J Prosthodont* 1995;8:265-272
8. Sadoun M, Perelmuter S. Alumina-zirconia machinable abutments for implant-supported single-tooth anterior crowns. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1997;9:1047-1053
9. Ichikawa Y, Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Tissue compatibility and stability of a new zirconia ceramic in vivo. *J Prosthodont Dent* 1992;68:322-326
10. McLaren EA, White SN. Glass-infiltrated zirconia/alumina-based ceramic for crowns and fixed partial dentures. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:985-994
11. Yildirim M, Edelhoff D, Hanisch O, Spiekermann H. Ceramic abutment—a new era in achieving optical esthetics in implant dentistry. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:81-91.
12. Andersson B, Taylor A, Lang BR, Scheller H, Scherer P, Sorenson JA, et al. Alumina ceramic implant abutments used for single-tooth replacement: a prospective 1- to 3-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 2001;14:432-438
13. Andersson B, Scherer P, Simion M, Bergstrom C. Ceramic implant abutments used for short-span fixed partial dentures: a prospective 2 year multicenter study. *Int J Prosthodont* 1999;12:318-324

14. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial—review. *Biomaterials* 1999;20:1–25
15. Drummond JR. In vitro aging of yttria-stabilized zirconia. *J Am Ceram Soc* 1989;72(4):675–676
16. Kim DJ, Lee MH, Lee DY, Han JS. Mechanical properties, phase stability, and biocompatibility of (Y,Nb)–TZP/Al₂O₃ composite abutments for dental implants. *J Biomed Mater Res* 2000;53(4):438–443
17. Abrahamsson I, Berglundh T, Glantz P.-O, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1998;25:721–727
18. Moon I.-S, Berglundh T, Abrahamsson I, Linder E, Lindhe J. The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 1999;26:658–663
19. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biologic width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971–973
20. Hermann JS, Nummikoski PV, Schenk RK. Crestal bone change around titanium implants: A methodological study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:475–485
21. Parsell DE, Gatewood RS, Watts JD, Streckfus CF. Sensitivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1998;86:498–502
22. Rawlinson A, Ellwood RP, Davies RM. An in-vitro evaluation of a dental subtraction radiography system using bone chips on dry human mandibles. *J Clin Periodontol* 1999;26:138–142
23. Dove SB, McDavid WD, Hamilton KE. Analysis of sensitivity and specificity of a new digital subtraction system: An in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2000;89:771–776
24. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2000;71:1412–1424
25. Naert I, Duyck J, Hosny M, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Evaluation of factors influencing the marginal bone stability around implants in the treatment of partial edentulism. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3(1):30–38.

사진 부도 설명

- Figure 1. 상악 좌우측 견치의 2차수술 전 모습
- Figure 2. 개별적으로 형성된 지르코니아/알루미나 복합 치대주
- Figure 3. 전체 도재 금관 제작
- Figure 4. 심미적으로 적합한 도재 수복물
- Figure 5. 개별적 bite block을 이용한 치근단 방사선 사진. 보철물 연결 시.
- Figure 6. 개별적 bite block을 이용한 치근단 방사선 사진. 보철물 연결 12개월 후.
- Figure 7. The subtraction image.
- Figure 8. 치조골 변화를 정확히 보기 위한 이미지 변환.
- Figure 9. 임플란트 주위 조직의 협설방향 단면 (HE staining, original magnification X40.).
- Figure 10. 임플란트 주위 조직의 협설방향 단면. 접합상피 하방에 약간의 염증세포 침윤이 관찰됨(화살표). (HE staining, original magnification X200.)
- Figure 11. 임플란트 주위 조직의 협설방향 단면. 접합상피와 치대주 표면에 연결된 결체조직에 염증세포의 침윤이 관찰됨(화살표). (HE staining, original magnification X100.)
- Figure 12. 임플란트 주위 조직의 협설방향 단면. 결조직 부분을 확대한 모습. 염증세포의 침윤이 관찰됨(화살표). (HE staining, original magnification X400.)

사진부도 (I)



Figure 1.



Figure 2.

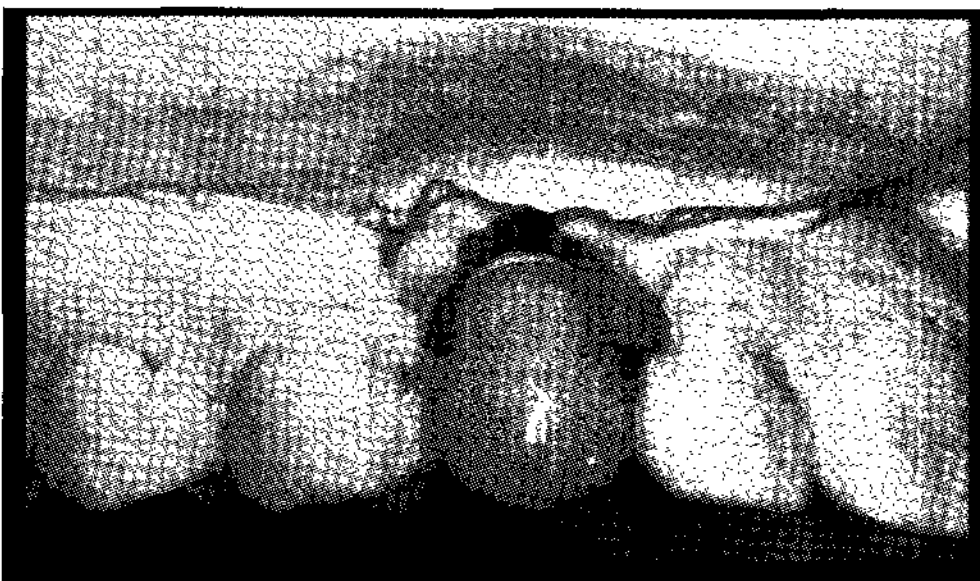


Figure 3.

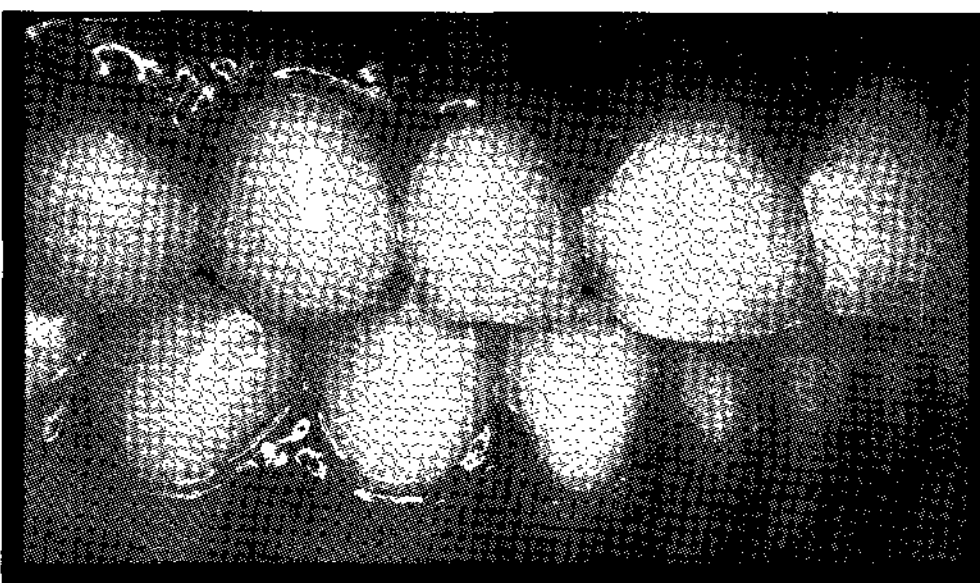


Figure 4.

사진부도 (Ⅱ)



Figure 5.

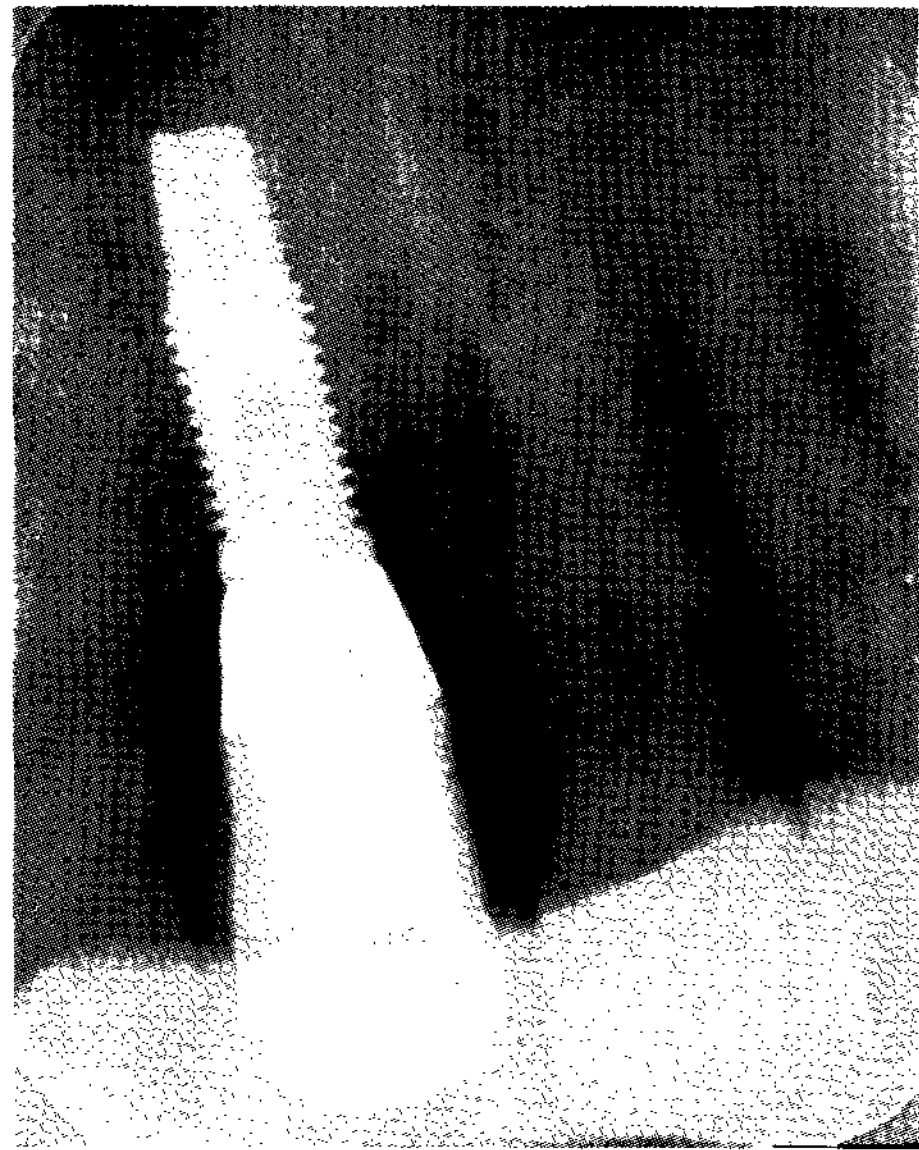


Figure 6.



Figure 7.



Figure 8.

사진부도 (Ⅲ)



Figure 9.

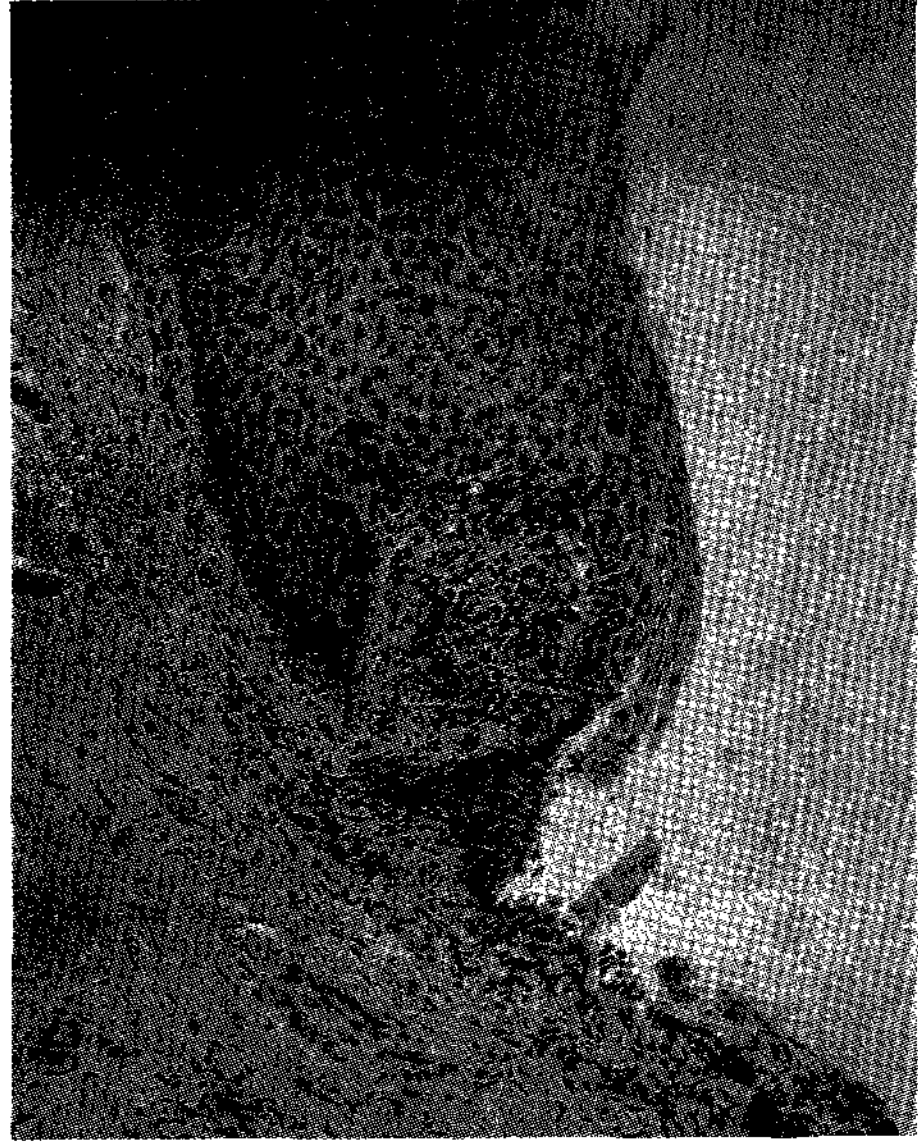


Figure 10.



Figure 11.

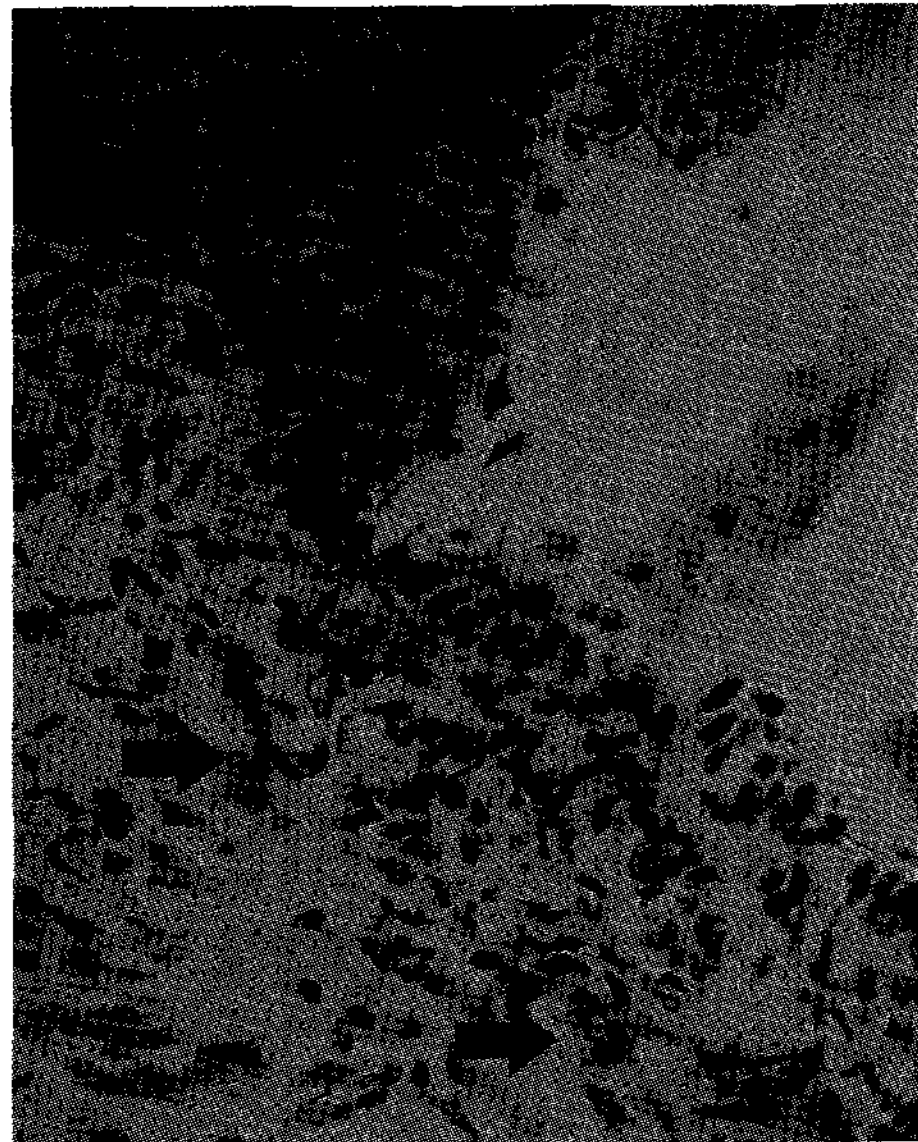


Figure 12.

Biological stability of Zirconia/Alumina composite ceramic Implant abutment

Kyu-Hyun Bae¹, Jung-Suk Han², Tae-Il Kim¹, Yang-Jo Seol¹, Yong-Moo Lee¹, Young Ku¹,
Ki-Young Cho¹, Chong-Pyoung Chung¹, Soo-Boo Han¹, In-Chul Rhyu¹

¹Department of Periodontology, School of Dentistry, Seoul National University

²Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University

The purpose of the present study is to evaluate the biological stability of the zirconia/alumina composite abutment by histologic and radiographic examination in clinical cases. 17 partially edentulous patients (5 men and 12 women, mean age 47) were treated with 37 implants. The implants were placed following the standard two-stage protocol. After a healing period of 3 to 6 months, zirconia/alumina composite abutments were connected. All radiographs were taken using paralleling technique with individually fabricated impression bite block, following insertion of the prosthesis and at the 3-, 6-, 12-month re-examinations. After processing the obtained images, the osseous level was calculated using the digital image in the mesial and distal aspect in each implant. An ANOVA and t-test were used to test for difference between the baseline and 3-, 6-, 12 months re-examinations, and for difference between maxilla and mandible. Differences at $P < 0.05$ were considered statistically significant. For histologic examination, sample was obtained from the palatal gingiva which implant functioned for 12 months. Sections were examined under a light microscope under various magnifications.

Clinically, no abutment fracture or crack as well as periimplantitis was observed during the period of study. The mean bone level reduction (\pm standard deviation) was 0.34 mm (\pm 0.26) at 3-months, 0.42 mm (\pm 0.30) at 6-months, 0.62 mm (\pm 0.28) at 12-months respectively. No statistically significant difference was found between baseline and 3-, 6-, 12-months re-examinations ($p > 0.05$). The mean bone level reduction in maxilla was 0.33 (\pm 0.25) at 3-months, 0.36 (\pm 0.33) at 6-months, 0.56 (\pm 0.26) at 12-months. And the mean bone level reduction in mandible was 0.35 (\pm 0.27) at 3-months, 0.49 (\pm 0.27) at 6-months, 0.68 (\pm 0.30) at 12-months. No statistical difference in bone level reduction between implants placed in the maxilla and mandible.

Histologically, the height of the junctional epithelium was about 2.09 mm. And the width was about 0.51 mm. Scattered fibroblasts and inflammatory cells, and dense collagen network with few vascular structures characterized the portion of connective tissue. The inflammatory cell infiltration was observed just beneath the apical end of junctional epithelium and the area of direct in contact with zirconia/alumina abutment.

These results suggest the zirconia/alumina composite abutment can be used in variable intraoral condition, in posterior segment as well as anterior segment without adverse effects.