https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.02.277

저분자 키토산이 치과용시멘트의 표면특성과 구강세균 부착에 미치는 영향

Effect of Low Molecular Chitosan on the Surface Properties and Oral Bacteria Adhesion of Dental Cement

정미애*, 김동애**
강원대학교 치위생학과*, 경운대학교 치위생학과**

Mi-Ae Jeong(teeth2080@kangwon.ac.kr)*, Dong-Ae Kim(dakim@ikw.ac.kr)**

요약

본 연구는 치과용시멘트의 표면특성과 구강세균 부착을 위해 치과용시멘트액에 저분자키토산(Low molecular chitosan: LC)을 무게비로 0, 0.5, 1.0, 2.0 wt%를 첨가하였다. 시멘트의 경화시간과 표면특성으로 표면에너지와 표면거칠기를 평가하였다. 구강세균 부착정도는 구강세균 *S. mutans, E.coli* 2개의 균주를 이용하여 평가하였다. 실험 결과 경화시간은 LC0.5실험군에서 증가하였으나 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). 표면거칠기는 LC2.0실험군에서 유의한 차이를 보였으며 구강 세균 부착실험 결과 저분자키토산을 첨가한 실험군 모두 통계적으로 유의하게 낮은 부착양상을 보였다($p<0.05$). 본 연구로 저분자키토산의 표면특성과 구강세균 부착억제효과가 있음을 입증하였다. 향후 저분자키토산 첨가양에 따른 효율성과 폭 넓은 물성 연구가 필요할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 구강세균 | 저분자키토산 | 치과용시멘트 | 표면에너지 | 항균 |

Abstract

In this study, low molecular weight chitosan (LC) was added to dental cement liquid at 0, 0.5, 1.0, and 2.0 wt% by weight for surface properties and oral bacteria adhesive of dental cement. The evaluated by net setting time and surface properties of surface energy on the surface roughness. The degree of oral bacterial adhesion was assessed using two strains of oral bacteria, *S. mutans* and *E.coli*. The results showed that the setting time at the LC0.5 group increased no statistically difference was observed ($p<0.05$). The surface roughness statically significant LC2.0 group and oral bacteria adhesion experiment results in contrast to the control group LC0, LC-added experimental group showed a somewhat lower adherent surface statistically significant difference was observed ($p<0.05$). It seems that this LC proved that surface properties and oral bacteria adhesion effect was demonstrated. Therefore, it was suggest that the additional effects of LC and research on a wide range of substances.

■ keyword : | Oral Bacteria | Low Molecular Chitosan | Dental Cement | Surface Energy | Antibacterial |

* 이 논문은 2019년 경운대학교 교내학술비 지원에 의해 수행되었음
접수일자 : 2019년 01월 21일
심사완료일 : 2019년 02월 12일
수정일자 : 2019년 02월 08일
교신저자 : 김동애, e-mail : dakim@ikw.ac.kr

I. 서 론

치과용 시멘트는 치아의 수복물 고정, 치수보호, 수복물의 와동 이장재 및 베이스, 치아 충전재 용도 등 매우 다양한 분야에서 활용되는 치과재료이다[1]. 치과용 시멘트는 수복 후 구강 타액에 의해 용해되는 성질이 있으며, 이로 인해 접촉표면이 거칠어지고 세균 부착을 용이하게 하여 치아우식증 및 법랑질 탈회의 질환을 유발한다[2-4].

치과재료의 거칠기와 표면에너지는 비슷한 거칠기와 에너지값을 가지는 구조라 하더라도 세균 부착에 많은 차이를 보인다[5]. 거친 표면은 재료의 표면적을 증가시켜 세균집락 형성에 유리한 환경을 조성하며 높은 표면에너지는 수복물 치면과 변연부의 탈회 및 세균 축적에 영향을 끼친다[3]. 표면에너지는 재료 표면과 부착된 세균표면의 반데르발스 힘에 의한 물리적 결합에 의한 접착 상호작용에 의해 발생하며 젖음성(wettability)과 매우 밀접한 관련이 있다[1][4]. 젖음성 평가는 접촉각(contact angle)을 측정하여 나타낸다. 접촉각은 접착제와 피착재의 계면에서 형성되는 각도를 의미하며 각도가 작을수록 표면으로 흘러 들어가 채우는 능력이 우수하며 고체의 표면에너지와 계면의 부착성과 연관성이 있다[1][4].

치아우식증과 치주질환을 유발하는 병원체 요인은 세균과 독소에 의한 작용으로 보고[6]되고 있으며 균의 부착과 성장을 억제하기 위해 연구가 이루어지고 있다. Fine 등[7]은 대표적 물질인 클로로헥시딘(Chlorhexidine)에 의한 세균층의 형성 억제 효과를 입증하였으나 혀와 치아착색 및 점막의 작열감, 미각이상을 일으키는 등 부작용에 대해 보고되었으며 Addy 등[8]은 클로로헥시딘은 항균력은 입증되었으나 구강내에서의 안정성은 저하되는 면이 있다고 보고하였다. 이러한 화학물질에 대한 부작용을 최소화하기 위해 천연추출물에 대한 연구가 필요한 실정이다.

최근 인체에 무해하고 항균성과 생체적합성이 우수하며 게, 가재, 새우 등 갑각류나 곤충의 껍질 주성분인 키틴을 탈아세틸화하여 만든 키토산을 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히 키토산은 구강세균의 치면부착 억제 효과를 입증하였다[6][7].

이에 본 연구는 시중에 판매되고 있는 치과용 시멘트액에 저분자키토산을 첨가하여 저분자키토산이 치과용 시멘트에 미치는 표면거칠기와 표면에너지의 특성을 파악하여 표면특성을 평가하고 구강세균의 부착억제 효과를 입증하여 향후 효과적인 치과재료로 활용될 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용된 치과용 시멘트는 GC Fuji 1 (GC, Japan)글라스아이오노머 시멘트와 Sigma aldrich사에서 구입한 키토산(Chitosan low molecular weight, USA, MKBD0020) 50-190 kDA, 75-85% deacetylation 저분자를 사용하였다.

1.1 저분자키토산을 첨가한 치과용 시멘트액 조성

저분자 키토산 (LC)을 무게비(wt%)로 계산하여 0, 0.5, 1.0, 2.0%를 글라스아이오노머 시멘트 액에 혼합 후 24시간 교반기에서 균질한 용액을 조성 하였다.

2. 연구방법

2.1 시편제작

본 실험에 사용된 시편은 디스크 형태의 직경 10 mm, 두께 2 mm 테프론 몰드에 제조사의 지시대로 분말과 액의 비율을 2:1로 혼합하여 채운 후 폴리에스테를 필름을 덮어 초기 경화 시켰다. 경화 된 시편은 몰드 전체를 37℃ 100% 상대습도 항온수조에서 1시간 처리하였다. 제거된 시편은 SiC #400, #800, #1200 grit로 시편 당 10초 연마한 후 EO가스법으로 멸균하여 사용하였다(Person medical, Korea).

2.2 경화시간(Net setting time)측정

ISO규격 9917에 따라 실험하였다. 무게 (400g±5)g, 직경 (1± 0.1)mm, 직경 5 mm의 원통형 압침을 이용하

여 측정하였다. 각 실험군별 3회 측정하여 평균 산출하였다.

2.3 표면거칠기 측정(Surface roughness)

저분자 키토산을 첨가하여 제조한 시편의 표면거칠기 측정은 표면 조도기 (SJ-400, Mitutoyo, Japan)를 이용하였으며 0.5 mm/s 속도로 4 mm 길이를 측정하였다. 시편 당 3회 측정하여 산술평균조도(Ra)값을 측정하였다(단위: ㎛).

2.4 표면에너지(Surface energy)측정

제작된 시편위에 측정용액으로 극성(polar) 성분인 증류수(D/W)와 분산(dispersive) 성분인 Ethyleneglycol을 사용하였으며 시편 표면위에 각각 10 ul 떨어트린 후 10초 후 접촉각 분석기 (Phoenix300, Surface Electro Optics)로 접촉각으로 측정하였다. 측정된 접촉각은 액체를 이용하는 sessile drop method중 Owens-Wendt 분석법(geometric mean combining)을 이용하여 실험군별 시편당 3회 측정하여 평균 계산하였다[Fig. 1].

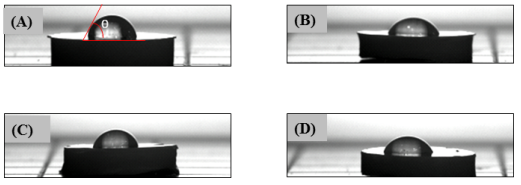

Fig. 1. Contact angle measurement by using contact angle analyzer (distilled water image). (A):LC0, (B):LC0.5, (C):LC1.0, (D):LC2.0

2.5 사용균주 및 배지

본 세균부착 실험에 사용한 구강 균주는 *Streptococcus mutans*(ATCC 25175), *Escherichia coli* (ATCC 25922) 2개의 균주를 사용하였다. 각각 *S. mutans*(SM)균은 Brain Heart Infusion(BHI, Difco laboratories, Dickinson)배지를 사용하였으며 *E. coli*(EC)균은 Trypticase soy broth(TSB, Difco laboratories, Dikinson)배지를 멸균 하여 5% CO_2 37℃ incubator에서 3시간 배양하였다.

2.6 세균 부착(bacteria adhesion)실험

멸균된 시편위에 배양한 균주를 1x 10^8 CFU/ ml의 부유액 100 μl을 5% CO_2의 37℃ incubator에서 1시간 배양후 PBS 용액으로 2회 세척하였다. 세척된 시편은 새로운 12-well plate에 이동하여 액체배지 2 ml 넣은 후 프레스토블루(PrestoBlue®, Molecular Probes, USA)를 10% 첨가하였다. 시약 첨가된 배양액을 시간대별로 100 μl를 흡광도 570 nm - 600 nm에서 마이크로리더기를 이용하여 부착정도를 평가하고(BioTek, Winooski, VT, USA), LIVE/DEAD® BacLight™ Bacterial Viability kit (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific, CA, USA)로 형광 염색한 후 CLSM(FV 300, OLYMPUS)으로 시편위에 부착된 viable균을 관찰하였다.

3. 자료분석방법

통계분석은 PASW Statistics 20 (SPSS, USA)을 이용하여 일원배치 one-way ANOVA, 경화시간, 표면거칠기, 구강세균 부착 실험은 Tukey HSD, 표면에너지 값은 Duncan 다중비교 분석을 실시하였다(p<0.05).

Ⅲ. 결 과

1. 경화시간 (Net setting time)

경화시간은 2.34-3.11분으로 LC0.5실험군에서 3.11분이었으며 키토산이 첨가될수록 경화시간이 단축되었다. 이는 ISO규격에 따른 치과용 시멘트 작업시간 범위에 포함되었다[Fig. 2].

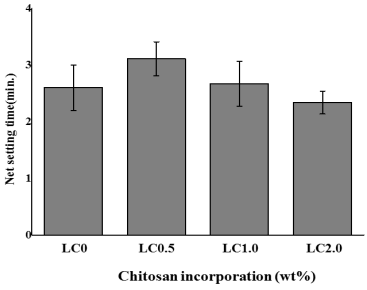

Fig. 2. Mean values of net setting time

2. 표면거칠기 (Surface roughness)

표면거칠기는 0.56 ㎛-1.04 ㎛ 범위를 나타냈으며 저분자키토산 2.0 wt% 첨가한 LC2.0실험군에서 1.04 ㎛로 유의하게 증가하였으며 다른 실험군에서는 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(p<.0.05)[Fig. 3].

3. 표면에너지(Surface energy)측정

표면에너지를 측정하기 위해 접촉각은 극성(polar) 성분 증류수에서 77.23°-73.07°범위에서 측정되었고 대조군이 가장 높은 값을 보였으며 다른 실험군은 유의성은 나타나지 않았다(p<0.05). 분산(dispersive) 성분 Ethyleneglycol은 67.76°-73.79°범위에서 측정되었으며 대조군에서 가장 높은 73.79°로 가장 높은 값을 보였으며 LC2.0실험군에서 가장 작은 접촉각을 보여 유의성 있는 차이를 보였다(p<0.05).

표면에너지는 증류수에서 63.84 mJ/m^2-73.07 mJ/m^2 범위의 값을 보였으며 Ethyleneglycol은 8.33 mJ/m^2-11.50 mJ/m^2 범위에서 측정되었다. 전체 표면에 너지는 대조군에서 가장 높은 83.93 mJ/m^2 값을 보였으며 LC0.5실험군과 LC2.0실험군에서 각각 72.18 mJ/m^{2}과 74.05 mJ/m^2 유의성 있는 낮은 표면 에너지값을 보였다(p<0.05)[Fig. 4].

4. 구강세균부착 실험(oral bacteria adhesion)

기존 치과용 시멘트 제품에 저분자키토산(LC)을 첨가하여 구강 세균부착 실험결과는 [Table 1]과 [Fig. 5]에 나타내었다. *S. mutans*(SM)균주 는 LC0 (-0.01-0.64 nm), LC0.5 (-0.01-0.40 nm), LC1.0 (-0.01-0.26 nm), LC2.0 (-0.01-0.31 nm)로 대조군에 비해 LC를 첨가한 실험군에서 통계적 유의한 차이를 보였다(p<0.05)[Fig. 5(A)]. *E. coli*(EC)균주의 실험 결과는 LC0 (0.00-0.73 nm), LC0.5 (-0.01-0.74 nm), LC1.0 (-0.01-0.34 nm), LC2.0 (0.00-0.37 nm)로 대조군에 비해 LC를 1.0 wt%와 2.0 wt% 첨가한 실험군에서 뚜렷한 통계적 유의한 차이를 보였다(p<0.05)[Fig. 5(B)].

CLSM으로 관찰한 결과 두 균주 모두 대조군(LC0)에서 부착된 양이 가장 많았으며 LC 첨가한 실험군에서 세균 부착양이 감소하였음을 관찰하였다[Fig. 6 (A)-(H)].

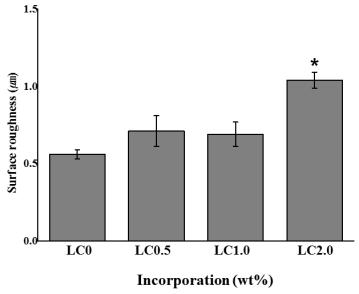

Fig. 3. Mean values of surface roughness(Ra)

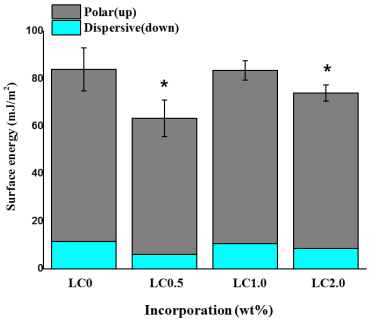

Fig. 4. Mean values of surface energy

Table 1. Comparison of mean values and standard deviations of oral bacteria adherence

Bac.	Time (hr)	Concentration of LC(wt%)			
		LC0	LC0.5	LC1.0	LC2.0
SM	1	−0.01(0.0)^a	−0.01(0.0)^a	−0.01(0.0)^a	−0.01(0.0)^a
	3	0.00(0.00)^a	0.00(0.00)^a	0.00(0.00)^a	0.01(0.00)^a
	4	0.08(0.00)^a	0.01(0.01)^b	0.01(0.00)^b	0.02(0.00)^b
	5	0.20(0.00)^a	0.04(0.03)^b	0.03(0.03)^b	0.04(0.03)^b
	6	0.42(0.00)^a	0.18(0.01)^b	0.12(0.04)^c	0.14(0.02)^b
	7	0.64(0.00)^a	0.40(0.01)^b	0.26(0.04)^c	0.31(0.01)^b
EC	1	0.00(0.00)^a	−0.01(0.0)^a	−0.01(0.0)^a	0.00(0.00)^a
	2	0.07(0.00)^a	0.06(0.00)^a	0.01(0.00)^b	0.03(0.01)^b
	2.5	0.34(0.02)^a	0.35(0.01)^a	0.03(0.01)^b	0.03(0.00)^b
	3	0.56(0.02)^a	0.61(0.02)^a	0.09(0.01)^b	0.06(0.00)^b
	3.5	0.62(0.02)^a	0.63(0.02)^a	0.13(0.04)^b	0.18(0.00)^b
	4	0.73(0.02)^a	0.74(0.01)^a	0.21(0.03)^b	0.25(0.01)^b
	4.5	0.71(0.02)^a	0.70(0.01)^a	0.34(0.02)^b	0.37(0.01)^b

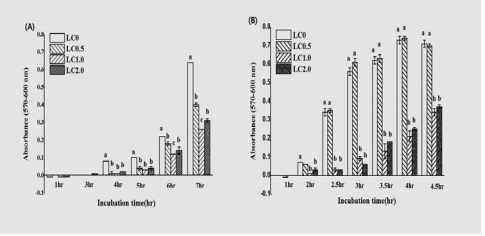

Fig. 5. Oral bacteria adhesion of *S .mutans* and *E. coli*. Each bar diagram represents the mean value with standard deviation. (A) *S. mutans*, (B) *E. Coli*

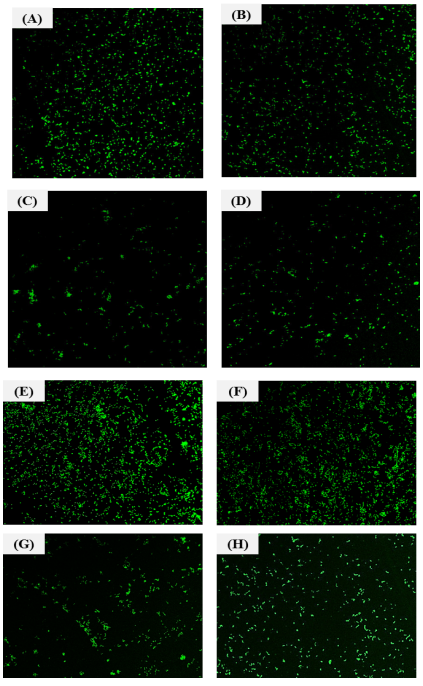

Fig. 6. Adhesion of live bacterial by CLSM (x10). *E. coli*:(A)LC0, (B)LC0.5, (C)LC1.0, (D):LC2.0. *S. mutans*:(E)LC0, (F)LC0.5, (G)LC1.0, (H)LC2.0.

Ⅳ. 고 찰

치과용 시멘트는 치과임상에서 폭넓게 활용하고 있는 재료이며 치질과 결합하여 구강내의 특수한 환경에 의해 탈회, 용해작용으로 인해 거친 표면을 제공한다. 이러한 재료의 표면특성은 세균 부착과 매우 밀접한 관련이 있다[1][9].

재료의 표면특성은 표면의 거칠기와 표면에너지의 분자간의 인력에 의한 작용으로 형성된다. 표면에너지는 치질과 재료의 접착력이 증가하므로 구강질환을 유발하는 세균부착면에서는 불리하게 작용하는 원인이며 표면의 불규칙한 거칠기의 특성은 표면적을 증가시켜 세균의 부착 결합 발생으로 다양한 병적 질환을 야기한다[10][11].

본 연구는 천연고분자로 최근 의료용 소재로 각광받고 있는 대표 물질인 키토산을 이용하여 치과용 시멘트에 미치는 표면 특성과 세균부착억제 효과를 연구하였다. 키토산은 생체적합성 뿐만 아니라 용해성이 낮아 의료용 소재로 활용하고 있으며 탁월한 항균효과로 치아우식증 예방 및 치아의 부식, 구강 내 세균 억제제, 양치용액으로 다양하게 이용되고 있다[12-14].

저분자키토산(LC) 첨가 시 치과용 시멘트의 경화시간이 LC0.5실험군에서 3.11분으로 대조군인 LC0실험군 2.60분 보다 다소 증가하였으나 전체적으로 LC1.0군은 2.67분, LC2.0실험군은 2.34분으로 감소하였으나 ISO규격 허용범위내 값을 보였다. 이는 김 등[15]의 GICs에 첨가한 저/고분자 키토산 연구에서와 마찬가지로 치과용 시멘트액인 PAA(Polyacrylic acid)의 높은 용해도 성질이 LC성분을 쉽게 용해하여 기질과 강하게 결합된 것이 원인이라 보여진다.

많은 선행연구에서 표면특성에 따른 세균부착에 관한 연구가 보고되고 있다. Einwag 등[16]은 표면이 거친 재료에서 접착제와 구강세균 부착양상이 높았다고 보고하였으며 안 등[4]은 교정용 접착제의 표면거칠기와 표면에너지비교 결과 표면에너지가 클수록 세균부착이 잘되었으며 콤포짓트레진 접착제는 극성 성분 중 염기성 성분이 세균 부착에 유의성이 있다고 하였다. 고 등[17]은 콤포짓트 레진에 키토산을 첨가하여 기계적 성질과 세균증식억제 효과가 있음을 보고하였다.

본 연구 결과 표면거칠기는 0.56 ㎛-1.04 ㎛ 범위로 실험군간의 차이는 크게 나타나지 않았으나 LC 2.0 wt% 첨가한 실험군에서만 1.04 ㎛로 대조군에 비해 유의하게 표면 거칠기가 증가하였으며 표면에너지는 LC 입자가 첨가되지 않은 대조군에서 83.92 mJ/m^{2}로 가장

높은 값을 보였으며, LC0.5실험군에서 63.38 mJ/m^2, LC1.0실험군에서 83.51 mJ/m^2, LC2.0실험군에서 74.06 mJ/m^{2}값을 보였다. LC0.5실험군과 LC2.0실험군에서 유의하게 낮은 값을 나타냈다(p<0.05). 구강세균 부착의 결과 *S. mutans*와 *E.coli* 두 균주 모두 대조군에 비해 LC를 첨가한 실험군에서 낮은 세균 부착 양상을 보이고 있다(p<0.05). Absolom 등[18]은 반데르발스힘(van der waalas force)에 의해 표면 에너지가 클수록 세균 부착이 증가한다고 보고하였으며 안 등[3]은 세균부착은 재료 표면의 거칠기가 클수록 표면에너지가 높을수록 세균 부착이 잘 이루어진다고 하였다. 이는 표면에너지가 가장 높은 대조군에서 세균부착양상이 증가하여 본 연구 결과와 일치하였으며 표면 거칠기의 경우 LC2.0실험군에서 높은 거칠기 값을 보였음에도 불구하고 세균부착 결과 세균부착이 억제되어 낮은 값을 나타냈다.

이 등[19]은 키토산에 의해 *S. mutans*의 부착억제효과를 보고하였으며 배 등[5]은 키토산이 구강세균 최소 세균생장억제에 항균효과가 있다고 하였다. Ibrahim 등[20]은 GIC의 PAA용액에 키토산 용액을 첨가하여 상아질 표면 접착력을 유지하면서 GICs의 *S. mutans*의 항균성을 개선하였다. 본 연구에서는 LC2.0군의 세균부착 연구 결과 이는 LC입자 자체의 항균성 방출 효과라 여겨진다.

본 연구는 저분자키토산(LC)은 치과용시멘트의 표면특성에 영향을 미치고 세균부착 감소로 항균효과가 있음을 입증한 점에 의의가 있으나 실제 임상적으로 유사한 구강 환경에서의 다양한 평가와 지속적인 세균부착 효과에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 기존의 치과용시멘트에 키토산을 첨가하여 경화시간과 접촉각과 표면거칠기를 측정하여 표면특성을 파악하고 *E. coil, S. mutans* 구강세균에 대한 세균부착억제 효과를 연구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 경화시간은 2.34-3.11분 범위로 ISO규격 범위에 포함되었으며 LC0.5실험군에서 3.11분으로 가장 높은 값을 보였다.
2. 표면거칠기는 LC 2.0wt% 첨가한 LC2.0실험군에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05).
3. *S. mutans* 균주와 *E. coli* 균주 모두에서 LC를 첨가한 실험군이 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 세균부착억제 효과를 보였다(p<0.05).

본 연구는 기존의 치과용시멘트에 저분자키토산(LC)을 첨가하여 세균부착억제 효과가 있음을 입증하였으나 실제 임상적으로 유사한 구강 환경에서의 다양한 평가와 타액에서의 지속적인 세균부착 효과에 대한 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

참 고 문 헌

[1] K. J. Anusavice, *Phillip's science of Dental materials,* Saunders, pp.35-40, 2003.

[2] 김영종, 김신, 정태성, "수종 복합레진에 대한 치태부착도 비교," 대한소아치과학회지, Vol.31, No.4, 2004.

[3] 김철위, 선우양국, 백대일, 김종배, 최선진, "치과용 시멘트의 항미생물 작용," 대한치과의사협회지, Vol.21, No.7, 1983.

[4] 안효범, 안석준, 남동석, "다양한 교정용 접착제의 표면거칠기와 표면에너지 요소 분석," Korean J Orthod, Vol.36, No.5, pp.360-367, 2006.

[5] 신화섭, 김영수, 신상완, "표면처리 방법에 따른 타이타늄의 미세 표면 거칠기, 표면 젖음성, fibronectin 흡착량에 미치는 영향," 대한치과보철학회지, Vol.44, No.4, pp.443-454, 2006.

[6] 배광학, 전은주, 이선미, 이은정, 백대일 김진범, "CTS 50 키토산이 수종의 구강병원인균에 미치는 항균효과," 대한구강보건학회지, Vol.29, No.1, pp.58-66, 2005.

[7] D. H. Fine, D. Furgand, and R. Lieb "Effect of sublethal exposure to an antiseptic mouth rinse on representative plaque bacteria," J Clin Periodont, Vol.23, No.4, pp.444-451, 1996.

[8] M. Addy, J. Moran, A. Griffiths, and N. J. Wills-wood, “Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorheidine. I. Surface protein denaturation or dietary precipitation?,” Br Dent J, Vol.159, No.10, pp.331-334, 1985.

[9] M. Quirynen, M. Marechal, H. J. Busscher, A. H. Weerkamp, P. L. Darius, and D. Van steenberghe, “The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque fromation, an in vivo study in man,” J Clin Periodontl, Vol.17, No.1, pp.138-144, 1990.

[10] 나종찬, *지르코니아 표면처리 및 레진 시멘트가 치과용 지르코니아의 결합강도에 주는 영향*, 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 2009.

[11] 나종찬, 허수복, 최재윤, 임범순, 이용근, 이상훈, 양형철, “표면처리가 치과용 지르코니아 세라믹의 표면에너지에 주는 영향,” 대한치과기재학회지, Vol.35, No.3, pp.273-284, 2008.

[12] 강인규, 이진호, 박기동, 김수현, 나재운, 한동근, 노인섭 “의료용 고분자의 현황과 미래,” 한국고분자학회, Vol.27, No.5, pp.544-558, 2016.

[13] S. P. Lee, S. W. Kim, E. S. Sohn, and J. S. Kang, “키토산의 기술 동향 분석,” J Chitosan, Vol.8, No.4, pp.193-201, 2003.

[14] 안형준, 유지원, 김기서, 김종열, 최종훈 “키토올리고당과 자일리톨 및 아연이 포함된 구강청정제(마이센스액)의 구취감소, 치태형성 및 재부착 억제, 치은염 완화 효과에 대한 연구,” 대한안면통증구강내과학회, Vol.28, No.2, pp.185-195, 2003.

[15] 김동애, 김규리, 전수경, 이정환, 이해형, “저/고분자량 키토산에 의한 종래형 치과용 글라스아이오노머 시멘트의 강화,” 대한치과재료학회지, Vol.11, No.1, pp.69-77, 2017.

[16] J. Einwag, A. Ulrich, and F. Gehring, “In vitro plaque analgerung and unterschiedliche fullugs materialien,” Oralprophylaxe, Vol.12, pp.22-27, 1990.

[17] 고영무, 국중기, 배태성, 유소영, 김미광, 오승환, 배지명, “키토산을 첨가한 콤포짓트레진의 기계적 성질과 항균성에 관한 연구,” 대한치과기재학회지, Vol29, No.4, pp.389-396, 2002.

[18] D. R. Alsolom, F. V. Lamberti, Z. Policova, W. Zinngg, C. J. van oss, and A. W. Neumann, “Surface thermocymics of bacterial adhesion,” Applied and Envi. Micro, Vol.46, No.1, pp.90-97, 1983.

[19] 이정환, 김환규, 장기완, “chitosan에 의한 Mutans streptococci의 증식억제 및 saliva-coated hydroxyapatite beads에의 부착 억제효과,” 대한구강보건학회지, Vol.22, No.4, pp.275-288, 1998.

[20] M. A. Ibrahim, J. Neo, R. J. Esjuerra, and A. S. Fawzy, “Characterization of antibacterial and adhesion properties of chitosan-modified glass inonomer cement,” J Biomater App, Vol.30, No.4, pp.409-419, 2015.

저 자 소 개

정 미 애(Mi-Ae Jeong) 종신회원

- 1999년 8월 : 단국대학교 보건행정학과 석사
- 2008년 2월 : 한양대학교 보건학과 박사
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 보건교육연구, 공중구강보건학, 임상보건학

김 동 애(Dong-Ae Kim) 종신회원

- 2005년 8월 : 단국대학교 구강보건학과 구강보건학석사
- 2015년 2월 : 단국대학교 나노바이오의과학과 치과생체재료학 치의학박사
- 2017년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 치위생학과 조교수

<관심분야> : 치과생체재료학, 치위생학