다중벽 탄소나노튜브를 첨가한 글라스아이오노머시멘트의 항균효과 및 기계적 특성

Investigation of the antibacterial and mechanical properties of glassionomer cement containing multiwall carbon nanotube(MWCNT)

정 미 애, 김 동 애*
강원대학교 치위생학과, 경운대학교 치위생학과*

Jeong mi- ae, Kim dong-ae*
Kangwon National Univ., Kyungwoon Univ.*

요약

치과용 글라스아이오노머(GIC)는 치과에서 폭넓게 응용되고 있는 재료 중 하나이다. 그러나 GIC의 낮은 기계적 특성으로 인해 구강내 사용범위가 제한적이다. 이에 본 연구는 기능성 다중벽 탄소나노튜브(multi wall carbon nanotube; MWCNT-COOH)를 각 농도별(0.25-1.0 wt%)로 기존의 분말에 첨가하여 복합체를 제조한 후 제조사의 지시에 따란 분말(2):액(1)의 비율로 시편을 제작하여 다중벽탄소나노튜브가 GIC의 기계적 특성과 항균효과에 미치는 영향을 조사하였다.

Ⅰ. 서론

치과용 글라스아이오노머 시멘트(Glassionomer cemnt; GIC)는 치질과 화학적 결합을 하고 불소 방출에 의한 항균효과로 인해 이차우식예방에 효과적일 뿐 아니라 생체친화성이 우수하여 치과에서 폭넓게 사용되고 있는 치과재료 중 하나이다[1]. 그러나 높은 취성과 낮은 강도로 인하여 구강내에서 교합력이 높은 부위는 그 사용 범위가 제한적이므로 이러한 물성을 개선하고자 다양한 연구가 진행되어 왔다. 최근 나노기술을 응용한 연구가 이루어지고 있다. 탄소나노튜브는 기계적 강도와 항균 효과를 강화시킬 수 있는 소재이며 높은 종횡비, 우수한 강도와 강성(stiffness) 유연성을 가지고 있어 원상회복력 뿐 아니라 화학적 안정성 등 유용한 다기능적 특징과 항균소재로 각광받고 있는 나노 물질이다[2].

본 연구에서는 GIC가 가지고 있는 불소방출에 의한 항균효과와 나노소재의 다중벽탄소나노튜브의 항균활동을 활용하여 항균 시너지효과와 기계적 강도를 개선하고자 한다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1.1 카르복실화(-COOH) 다중벽 탄소나노튜브(Multi wall carbon nanotube; MWCNT) 제조와 GIC 복합체 제조

본 연구에 사용된 카르복실화 다중벽탄소나노튜브(MWCNT-COOH)는 산화분산법을 이용하여 제조하였으며, 제조한 MWCNT-COOH는 김[3]이 이용한 방법을 이용하여 GIC/MWCNT-COOH 복합체를 제조하였다.

2. 연구방법

2.1 비커스 시편제작 및 측정

제조된 GIC복합체 분말과 상업용 액을 제조사의 지시대로 혼합하여 ø 10 mm x 2 mm 디스크 시편을 제작하고 증류수에 넣은 다음 37 ℃ 항온수조에 1, 7, 14일 침적 후실험하였다 (n=4).

비커스 경도(HM-221, Mitutoyo, Japan)는 하중 200 gf에서 하중 유지시간 20초를 적용하여 측정 하였다.

$$A = d^2/2\sin(136^\circ/2) \approx d^2/1.8544$$

여기서 d는 두 대각선의 길이 mm, 비커스 경도는 다음과 같다. F는 하중 (kgf)

$$HV = F/A \approx 1.8544F/d^2$$

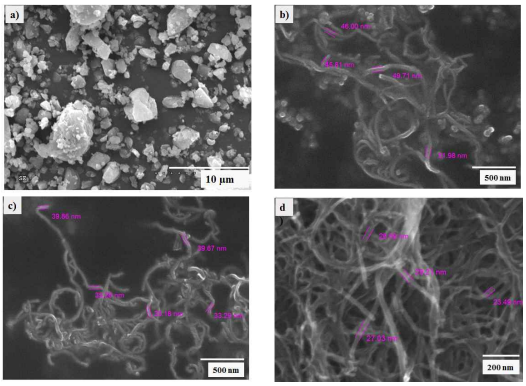
2.2 항균실험

본 실험에 사용한 균주 S. mutans는 Brain Heart Infusion(BHI, Difco laboratories, Dickinson)배지와 S. aureus균은 Trypticase soy brain(TSB, Difco laboratories, Dickinson)배지를 사용하여 배양한 균주를 1x 10^8 CFU/ml로 희석 하여 CO_2 37℃ incubator에서 18시간 배양 후 시편의 직경과 억제대의 직경을 포함하여 digital caliper로 측정하였다(n=3).

Ⅲ. 연구 결과 및 결론

1. 탄소나노튜브와 GIC 복합체 제조

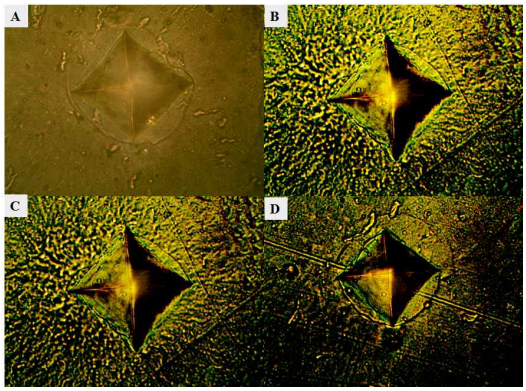
GIC 분말은 그림[1]에서 0.1-10 μm였으며 탄소나노튜브는 대략 20.0-50.0 nm 로 매끄러운 표면이 확인되었다.



▶▶ 그림 1. 주사전자현미경(SEM) 사진
(a)GIC, (b)-(d)MWCNT-COOH.

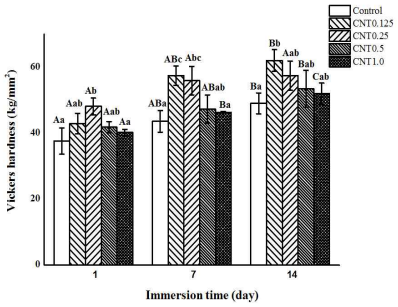
2. 비커스 경도

대조군에 비해 모든 실험군에서 침전 시간이 증가할수록 경도값이 증가하였으며 측정 후 광학사진 촬영 결과 정사각형뿔의 다이아몬드 형태가 관찰되었다. 그림[2,3]



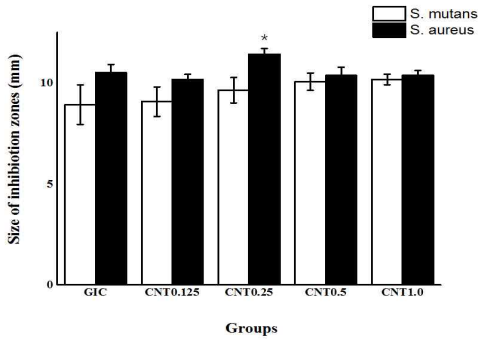
▶▶ 그림 2. 비커스경도 압흔 자국
A)GIC, B)CNTO.125, C)CNTO.5, D)CNT1.O

3. 항균 실험



▶▶ 그림 3 .비커스경도(VHN) 결과

S. mutans균은 다중벽탄소나노튜브 첨가 양이 증가할수록 항균력이 다소 증가하였으나 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았으며 S. aureus균에서는 CNT0.25 농도에서 유의한 차이를 보였다[그림 4].



▶▶ 그림 4. S. mutans와 S. aureus 항균결과 .*$p<0.05$.

4. 결론

본 연구 결과 다중벽탄소나노튜브 나노입자는 기존의 GIC 기계적 성질과 항균효과를 개선할 수 있음을 입증하였다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] Anusavice KJ, Shen C, Rawal R, "Dental cements. In: Phillip's science of dental materials," pp. 307-339
[2] 김현혜, 한웅, 안계혁, 김병주 "니켈 코팅된 탄소나노튜브/산화아연 나노복합소재의 제조와 항균 및 기계적 특성 분석", 한국공업화학회논문지, 제27권, 제5호, pp.502-507, 2016.
[3] 김동애, 김한샘, 신원상, 이해형 "탄소나노튜브 첨가에 의한 치과용 글라스아이오노머 시멘트의 기계적 특성",대한치과재료학회논문지, 제43권, 제1호, pp.43-50, 2016.