치주치료 후 발생하는 치아 민감성에 대한 hydroxyapatite 첨가 치약의 민감성 예방 효과

김민수, 채경준, 최성호, 채중규, 김종관, 조규성*
연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직재생연구소

Effect of Hydroxyapatite containing dentifrice on teeth hypersensitivity after periodontal therapy

Min-Soo Kim, Gyung-Joon Chae, Seong-Ho Choi, Jung-Kiu Chai, Chong-Kwan Kim, Kyoo-Sung Cho*
Department of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University, Research Institute for Periodontal Regeneration

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effects of hydroxyapatite containing toothpaste for patients who received periodontal therapy and felt hypersensiptivity.

Material and Methods: After application of toothpaste, patients were evaluated for VAS(Visual Analog scale) scores to a cold stimulate on baseline, 1 week, and 4 weeks. VAS scores were analyzed by statistical methods.

Results: The results of this study were as follows.

1. VAS scores in control group on baseline, 1 week, 4 weeks were 5.39±2.05, 4.75±2.00, 4.21±1.75.
2. VAS scores in experimental group on baseline, 1 week, 4 weeks were 5.61±2.37, 4.81±2.46, 4.08±2.54.
3. Decrease of VAS scores on hypersensitivity after 1week was 0.64±0.49($p<.0001$) in control group, 0.80±1.65 ($p<.0001$) in experimental group.
4. Decrease of VAS scores on hypersensitivity after 4weeks was 1.18±1.60($p<.0001$) in control group, 1.53±1.88 ($p<.0001$) in experimental group.
5. When compared, decrease of VAS scores after 1 week between 2 groups were not statistically different($p=0.2622$).
6. When compared, decrease of VAS scores after 4 weeks between 2 groups were not statistically different($p=0.1219$).

Conclusion: It was confirmed that hydroxyapatite containing toothpaste have the similar effect with pre-existing proven dentifrice for relieving teeth hypersensitivity. (***J Korean Acad Periodontol 2008;38:1-6***)

KEY WORDS: teeth hypersensitivity; hydroxyapatite; toothpaste; periodontal therapy.

서론

치아 민감성의 원인은 치주질환과 그 치료에 따르는 술식 뿐 아니라 치아 우식, 수복물의 미세 누출, 부착조직의 퇴축, 치경부 치질의 부식 등으로 매우 다양하며[1], 원인에 따라 다양한 치료방법이 동원되고 있다. 대개는 수 주 내에 이러한 과민증이 사라지는 것이 보통이나 심각한 문제로 지속될 수도 있다. 이러한 치아 과민증을 설명하는 이론으로는 hydrodynamic theory[2]가 대표적이며 상아세관이 노출된 경우에 물리적, 화학적, 열 자극 등이 상아세관 내 액체의 갑작스런 이동을 유발하여 그에 따른 동통을 유발시킨다고 한다. 이 경우 나타나는 민감성의 정도는 일반적으로 비교적 심하지 않은 경우가 대부분이나 환자에 따라서는 예민하게 반응하는 환자도 있는 등 매우 예측하기 힘든 편이다. 따라서 만약 민감성을 정확히 예측할 수 있는 방법이 있다면 미연에 이러한 일이 발생하지 않도록 예방하는 것이 최선의 방법이라고 할 수 있으나, 아직까지는 이를 예측할 수 있는

Correspondence: Dr. Kyoo-Sung Cho
Department of Periodontology, School of Dentistry, Yonsei University, 134 Shin-Chon dong, Seodaemoon-gu, Seoul, 120-752, Korea.
e-mail: kscho@yuhs.ac, Tel: 82-2-2228-3188, Fax: 82-2-392-0398
* 본 연구는 ㈜디오의 연구비 지원으로 수행되었음.
접수일: 2007년 12월 20일; 채택일: 2007년 12월 27일

방법이 없다[3,4].

치아 민감성을 탈감작 하는 기전으로는 노출된 상아 세관을 막는 것(e.g stannous fluoride), Pain Synapse의 pain signal을 방해하는 기전(e.g potassium nitrate) 등이 소개되어 있다. 만약 민감성을 효과적으로 예방할 수 있는 약제가 있다면 치주 치료를 하면서 동시에 이 약제를 사용하도록 하는 방법이 임상적으로 가장 합리적인 대안이 된다고 할 수 있겠으나, 아직까지 치주 치료시 효과적으로 사용할 수 있는 약제는 없는 실정이고, 다만 노출된 상아세관을 막는 기전을 가진 치약을 통상적으로 처방하고 있다.

치주질환 환자 중 치아 민감성을 호소하는 환자들을 치료하는 방법들은 여러 문헌들에 의해 보고되어 왔으며 실제 임상에서 적용되고 있다. 그 중에서 치아 민감성에 효과가 있는 성분들로 strontium chloride, hydroxyethyl methacrylate, flutaraldehyde, potassium nitrate, stannous fluoride 등이 있으며 metacrylate / 5% glutaraldehyde dentine desensitizer, 2% chlorhexidine-based cavity disinfectant 등의 약제와 5% potassium nitrate, hydroxyapitite 등이 함유된 치약이 사용되어 왔다[5,6]. 이 중, 본 임상연구에서는 strontium chloride 함유 치약을 대조군으로, hydroxyapatite 함유 치약을 실험군으로 적용하였다. 대조군에 사용한 치약은 strontium chloride, titanim oxide, calcium carbonate가 주요 성분으로 함유되어 있으며[5] 여러 문헌을 통하여 치아 과민증 완화에 효과가 있음이 입증된 바 있다[7]. 특히 strontium chloride는 상아질에 친화성이 있어 유기결합조직과 상아세관돌기에 흡착되고 특히 석회화된 조직에 흡착되며[8] strontium apatite complex를 형성한다고 알려져 있다[7,9,10]. 실험군으로 사용한 치약은 hydroxyapatite를 함유하고 있으며 재광화 효과[11], 상아세관 내의 침착 등의 방법을 통한 탈감작 효과를 기대할 수 있다.

본 연구의 목적은 치주 치료 후에 발생할 수 있는 치아 과민성에 대한 hydroxyapatite 첨가 치약의 치료 및 예방 효과를 strontium chloride 함유 치약과 비교 평가해 보고자 하는 것이다.

연구재료 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

1) 연구대상

연세대학교 치과대학병원 치주과에 내원한 환자 중 치주치료(소파술 및 판막 거상 치주수술) 후 유지기 치료시 치아 과민증을 호소하는 환자 100명(503개 치아)을 대상으로 하였다(본 연구는 연세대학교 치과대학병원 의약품 Institutional Review Board위원회의 승인(2006-3)을 받아 진행되었음). 또한 모든 환자에게 본 임상실험의 목적 및 과정에 대한 상세한 설명 후 실험에 대한 자발적 참여의 내용을 담은 동의서를 통해 동의를 구하였다. 단, 유지기 치주 치료 외에 부가적인 치료를 필요로 하는 활성기 치주염 환자는 제외시켰으며 치주 치료 원인 외에 치경부 마모, 치아 우식, 치근 파절 등의 민감성을 유발할 수 있는 인자를 가진 환자들도 제외시켰다.

전체 실험군 100명 중 남·여 비율은 52:48로 성별간의 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 환자들의 평균 연령은 47.2세였으며 그 중 최저 연령은 22세, 최고 연령은 69세였다. 평균 연령이 47.2세로 다소 높게 나타났는데 이는 치주 치료를 받은 환자를 대상으로 했기 때문으로 사료된다.

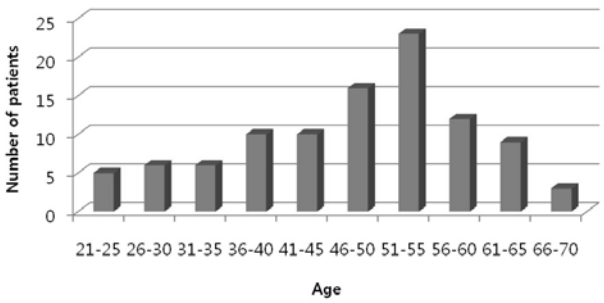

Figure 1. Age distribution of patients

2) 사용재료

대조군과 실험군으로 나누어 각각 다른 종류의 치약을 처방하였으며 대조군 치약의 주기능 성분은 strontium chloride, 실험군 치약은 hydroxyapatite를 주성분으로 하였다. 상세한 구성성분은 Table 1에 기술하였다.

2. 실험군 설정 및 연구 방법

1) 실험군 설정

치아 과민증을 호소하는 환자들을 무작위로 두 집단으로 나누어 두 종류의 치약을 사용하였다.

a. 대조군 : strontium chloride 함유 치약 - 50명
b. 실험군 : hydroxyapatite 함유 치약 - 50명

Table 1. Toothpastes Used in This Experiment

Name	Company	Ingredient
Sensodyne®	GlaxoSmithKline	Purified Water, Sorbitol solution, Glycerol, Calcium Carbonate, **Strontium Chloride**, Silicon Dioxide, Hydroxyethylcellulose, Sodium Methyl Cocoyl Taurate, Peppermint Oil, Titanium Dioxide, PEG-40 Stearate, Saccharin Sodium, Methyl Hydroxybenzonate, Propyl Hydroxybenzonate
Dio ME plus PRTC®	Colma Korea	allantoine chlorohydroxy aluminum, sodium Monofluorophosphate, **hydroxyapatite**, D-sorbitol solution, sodium carboxymethyl cellulose, magnesium sulfate, artificial flavor, xylitol, citric acid, Purified water

2) 연구 방법

초진시에 치약 및 칫솔 Gum #333(Butler, Chicago, Illinois, USA)을 함께 처방한 후 follow up 하며 초진, 1주 후, 4주 후에 각각 재내원 하여 임상 지수를 측정하였다. 내원 시마다 #13, 14, 15 #23, 24, 25 치아 치경부에 각각 cold test 하여 VAS(Visual analogue scale 0 : no pain~ 10 : extreme pain)값을 측정하였다.

3) 평가 방법

Test 방법은 ice test(cold test)를 시행한 후 환자들이 느끼는 정도를 VAS로 표시하게 하였으며[12,13] ice stick을 치경부에 약 2~3초간 대고 나서 뗀 후 11개의 고정된 눈금이 있는 눈금자를 이용, 해당하는 눈금에 표시하도록 하였다.

실험에서 얻어진 VAS값을 이용 통계학적으로 분석하였다. 분석도구로는 SAS 9.1 version(SAS Inc, Cary, North Carolina, USA)을 이용하였으며 먼저 Paired t-test를 이용, 각 치약 사용 group 내에서의 초진과 일주일 후, 초진과 한 달 후의 치아 과민증 감소효과를 분석하였다. 또한 Independent Two-samples t-test를 이용하여 각 시점에서 치약의 효과 차이를 비교하였고, Repeated measures ANOVA를 이용하여 두 치약간의 시점별 치아과민증 감소량을 비교, 검정하였다.

Table 2. Visual Analog Scale (VAS)

0	전혀 아프지 않다
1	별로 아프지 않다
2	아주 아주 조금 아프다
3	아주 조금 아프다
4	조금 아프다
5	참을 만하게 아프다
6	제법 아프다
7	아프다
8	아주 많이 아프다
9	참을 수 없이 아프다
10	죽을 것 같이 아프다.

결과

1. VAS

치주 치료 후 지각 과민도를 VAS에 따라 기록했으며 대조군에서의 초진, 1주 후, 4주 후에서의 평균값은 각각 5.39±2.05, 4.75±2.00, 4.21±1.75이었다. 실험군에서 초진, 1주 후, 4주 후에서의 평균값은 각각 5.61±2.37, 4.81±2.46, 4.08±2.54이었다.

2. 각 군 사이의 임상지수 감소량의 비교

초진과 일주일 사이의 실험군 치약 그룹의 치아과민증 감소량은 0.80±1.65이었으며, 대조군 치약 그룹의 치아과민증 감소량은 0.64±1.49이었다. 또한 일주일과 한 달 사이의 실험군 치약 그룹의 치아과민증 감소량은 0.73±1.35이었으며, 대조군 치약 그룹의 치아과민증 감소량은 0.54±1.35이었다.

고찰

치주 치료 중 치석 제거술과 치근 활택술을 받은 환자는 기구 조작 후에 종종 건조시키거나 온도자극을 줄 경우 치아가 예민해지는 증상을 느끼게 된다[14~16]. 이러한 증상은 치료 후 1주일 동안 발생하여 최고조에 이르렀다가 몇 주 내에 소실된다. 이는 가끔 만성 동통의 원인이 되어 수개월 또는 수년간 지

Table 3. VAS scores (mean ± SD)

Group	baseline	1 week	4 weeks
Cont.	5.39 ± 2.05	4.75 ± 2.00*	4.21 ± 1.75*+
Exp.	5.61 ± 2.37	4.81 ± 2.46*	4.08 ± 2.54*+

* : Statistically significant difference from baseline (p<0.0001)
+: Statistically significant difference from 1 week (p<0.0001)

Table 4. Decrease of VAS value (mean ± SD)

Group	1week-baseline	4weeks-baseline	1week-4weeks
Cont.	0.64 ± 1.49	1.18 ± 1.60	0.54 ± 1.35
Exp.	0.80 ± 1.65*	1.53 ± 1.88*	0.73 ± 1.35*

* Statistically not significant difference compared to control group (p>0.1)

속되기도 한다. 특히 오랜 기간 지속되는 동통의 경우 치주 수술을 받은 환자에서 많이 나타나게 되며 치료 후 6개월~5년간 26%의 환자에서 심한 통증을 보이는 반면에 비외과적으로 치료한 경우 16%에서 동통을 호소한다. 이렇게 나타나는 동통의 증상은 대개 빨리 시작되는 날카로운 통증의 양상으로 나타나며 자극 제거시 사라지는 경우가 대부분이나 심한 경우 짧게 또는 길게 지속되는 둔통이나 쑤시는 듯한 느낌의 통증이 발생하기도 한다. 또한 칫솔이 접촉될 시에 강한 통증을 느끼게 되므로 칫솔질을 게을리 하게 되어 구강 내 위생관리까지도 어려워진다.

치아 과민증[17]은 sensitive dentin, cervical dentin sensitivity, root sensitivity라고도 하며 이의 발생 기전은 아직 논란이 많다[3,18]. 치주 치료 후 치근면은 외부에서 유입된 다양한 자극에 민감하게 반응하게 되는데 특히 상아세관이 구강 내로 노출되고 이는 hydrodynamic force를 받게 된다. 특히 탈수, 촉진, 온도, 삼투압 등의 자극에 의해 노출된 상아세관이 갑작스러운 액체의 이동을 일으켜서 통각을 유발하게 된다고 보고하고 있다[2,19].

Kerns 등[20]은 특히 치석 제거술 후 치아, 치근 표면에 형성된 도말층이 수일 내에 용해되면서 치주 치료 후에 통증의 강도가 증가된다고 보고 하였는데 이는 이 같은 현상에 관여하는 상아세관의 hydraulic conductance를 증가시키고 상아질을 가로지르는 용액의 흐름에 대한 주변 저항성이 감소됨으로 인해 통각이 쉽게 발생되기 때문이다[19]. 또한 노출된 상아세관이 타액 속의 세균성 물질과 노출된 상아질에 형성되기 시작하는 세균성 치태 속의 세균의 통로가 되어 국소적 치수 염증 반응이 생기기 쉬워진다[21,22]. Narhi 등[23]은 실험을 통해 치수염증이 반응하는 신경섬유의 민감성을 최대로 증가시켰을 때 정상적으로 활성화 되지 않은 많은 수의 치아 내 A-델타 섬유가 자극에 반응하고 개개 섬유의 receptive field가 더 넓어짐을 확인할 수 있었다.

다양한 원인으로 인해 발생하는 치아 과민증을 진단하고 치료하는 데에는 증상의 원인, 기여인자, 증상에 대한 상황의 정확한 분석이 필요하다. 특히 교두 파절, cracked tooth, 수복물의 파절이나 누출[23], 치아 우식 등에 대한 철저한 검사가 필요하며 치아 과민증 치료시 수복물을 대체해 주거나[24] 외상성 교합의 제거, 식습관의 교정 등을 병행하면 치료의 효과는 더 높아진다. 또한 치근 표면의 상아질은 세관 입구가 mineral 침착에 의해 이미 막혀 있으므로[25] 치근부의 치태조절은 치근 상아질의 지각 과민증 치료에 가장 기초적인 단계라 할 수 있다.

이러한 치아 과민증을 치료하는 대표적인 방법으로는 astringent 또는 응고작용을 하는 약제로 상아세관의 입구를 막아주는 것이다. 주로 쓰이는 약제로는 strontium chloride, sodium monoflouorophosphate, stannous fluoride, cavity varnish, dentin bondng agent 등이 있다[4,26,27]. 하지만 이러한 약제를 이용한 치료법은 여러 가지 한계점을 갖는데 첫째로 gingival fluid 때문에 완전히 상아질 표면을 건조시킬 수 없다는 것이다. 둘째로는 astringent agent 적용시 상아세관 내 보다도 삼출물의 단백질이 먼저 응고된다는 것인데 이는 칫솔질로 쉽게 제거가 되므로 상아세관을 막아주는 기능을 하지 못한다. 셋째로 대부분의 약제들은 표면을 막는 것에 그치고 시간이 지날수록 용해가 일어난다는 것을 들 수 있다. 넷째로 potassium salt를 포함하는 약제의 경우 최근 potassim ion이 상아세관을 따라 확산되어 intradental nerve activity를 불활성

시키는 기전을 통해 intradental nerve의 흥분을 감소시킨다는 보고[18,28]가 있는데 전기 생리학적인 실험에서 밝혀진 바에 의하면 국소적 도포는 그 효과가 미약하다고 한다[4].

본 연구에서는 치주 치료 후 지각 과민증이 발생한 치아에 strontium chloride 함유 치약과 hydroxyapatite 함유 치약을 각각 적용한 뒤 지각 과민의 감소 여부를 평가하여 그 임상 효과를 관찰하였다. 총 실험대상은 100명으로 50명씩 군을 나누어서 각기 다른 치약을 처방한 후 초진, 1주 후, 4주 후 시점에서의 visual analog scale을 토대로 각 치약의 지각 과민 감소 효과를 보았다. VAS는 10cm 선에 1cm 간격으로 눈금을 표시한 후 환자들의 현상태를 가장 잘 나타내는 곳에 환자로 하여금 표시하게 하는 것으로 이는 주로 환자가 느끼는 주관적 동통의 정도를 나타내는데 사용한다[29].

본 연구에서 대조군에 사용한 치약은 strontium chloride, titanim oxide, calcium carbonate가 주요 성분으로 함유되어 있으며[5] 실험군으로 사용한 치약은 hydroxyapatite를 함유하여 치약 속의 미세한 마모제 입자들이 상아세관을 폐쇄시키는 기전으로 치아 과민증을 완화시킨다. 대조군 치약에 함유된 성분 중 strontium chloride는 특히 상아질에 친화성이 있어 유기결합조직과 상아세관돌기에 흡착되고 특히 석회화된 조직에 흡착되며[8] strontium apatite complex를 형성한다고 알려져 있다[7].

Minkoff 등[7]은 10% strontium chloride hexahydrate가 첨가된 치약을 사용하였을 때 치아 과민증의 정도가 2주 내에 통계학적으로 유의성 있는 감소를 나타내었다고 하였으며, Paes Leme 등[9]은 *in vitro* 실험을 통하여 strontium chloride의 상아세관 폐쇄 능력을 평가하였다. 노출된 치경부 상아질 표면을 EDTA로 처리하여 상아세관을 노출시킨 후 strontium chloride 함유 치약에 2주간 담가놓았던 치아 표면을 주사현미경으로 관찰한 결과 strontium chloride 함유 치약으로 처리한 치아 표면은 통계학적으로 유의성을 가지는 정도로 폐쇄된 상아세관을 보였다. Kishore 등[10]은 임상 실험을 통해 10% strontium chloride 용액이 과민증을 감소시키는 효과가 있음을 입증하였다.

실험군 치약에 함유된 hydroxyapatite는 생체 친화력이 우수하며 인간의 골조직과 유사한 조성을 지니고 있다. 이러한 생체 친화성적인 특징으로 인하여 인공 골조직과 인공치아 등에 응용되어 왔으며 현재도 연구가 진행되고 있다[30,31]. 특히 치과영역에서 치아 우식 발병 후에 이를 치료하는 과정에서 발생되는 치아의 손상부위를 치료하는데 필요한 수복재 등으로 응용이 가능하며 치약에 함유시킬 경우 마모제 역할을 가지며 그 강도는 치아표면을 마모시킬 정도는 아니다. 또한 hydroxyapatite는 우식 부위의 재광화 효과를 가지므로 이러한 치아 우식증에 대한 효과가 상아질 지각 과민증 해소 작용도 할 수 있을 것이라 사료된다[11].

본 실험의 결과, 대조군에서의 초진, 1주 후, 4주 후에서의 평균 VAS 값은 각각 5.39±2.05, 4.75±2.00, 4.21±1.75이었으며 실험군에서 초진, 1주 후, 4주 후에서의 평균 VAS 값은 각각 5.61±2.37, 4.81±2.46, 4.08±2.54이었다. 이를 토대로 계산한 대조군 치약 사용 일주일 후 치아 과민증 감소효과는 −0.64±1.49이었으며 p-value가 〈.0001로 유의한 감소효과가 있다고 할 수 있다. 또한 대조군 치약 사용 한 달 후 치아 과민증 감소효과는 −1.18±1.60이었으며 p-value가 〈.0001로 유의한 감소효과가 있다고 할 수 있다. 같은 방법을 통해 계산한 실험군 치약 사용 일주일 후 치아 과민증 감소효과는 −0.80±1.65이었으며 p-value가 〈.0001로 유의한 감소효과가 있다고 할 수 있다. 또한 실험군 치약 사용 한 달 후 치아 과민증 감소효과는 −1.53±1.88이었으며 p-value가 〈.0001로 유의한 감소효과가 있다고 할 수 있다.

초진과 일주일 사이의 실험군 치약 그룹의 치아 과민증 감소량은 −0.80±1.65이었으며, 대조군 치약 그룹의 치아 과민증 감소량은 −0.64±1.49이었다. 이 때 p-value는 0.2622로 이 두 치약 그룹의 치아 과민증 감소량은 차이가 없었다. 또한 일주일과 한 달 사이의 실험군 치약 그룹의 치아 과민증 감소량은 −0.73±1.35이었으며, 대조군 치약 그룹의 치아 과민증 감소량은 −0.54±1.35이었다. 이 때 p-value는 0.1219로 이 두 치약 그룹의 치아과민증 감소량은 차이가 없었다.

실제로 본 실험의 결과 hydroxyapatite 함유 치약은 기존의 여러 연구를 통해 지각과민증에 유의한 효과가 있다고 알려진 strontium chloride 함유 치약과 통계학적으로 유의성 있는 유사한 결과를 보였다. 본 연구 결과를 보았을 때 두 치약 모두 치주 치료 후 발생하는 지각 과민증에 효과 있는 것으로 생각되며, 이후 좀더 폭 넓은 임상에서의 활용을 위해 장기간의 약제 효과에 대한 임상적 연구가 요구되리라 사료된다.

참고 문헌

1. Seltzer S, Boston D. Hypersensitivity and pain induced by operative procedures and the “cracked tooth” syndrome. Gen Dent 1997;45:148-159.

2. Brannstrom M. Sensitivity of dentine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1966;21:517-526.
3. Orchardson R, Gangarosa LP, Sr., Holland GR, et al. Dentine hypersensitivity-into the 21st century. Arch Oral Biol 1994;39 Suppl:113S-119S.
4. Ikola S. Dentin hpersensitivity and its treatment methods. Thesis. Institute of Dentistry, University of Turku, Finland 2001.
5. Arrais CA, Micheloni CD, Giannini M, Chan DC. Occluding effect of dentifrices on dentinal tubules. J Dent 2003;31: 577-584.
6. Walters PA. Dentinal hypersensitivity: a review. J Contemp Dent Pract 2005;6:107-117.
7. Minkoff S, Axelrod S. Efficacy of strontium chloride in dental hypersensitivity. J Periodontol 1987;58:470-474.
8. Uchida A, Wakano Y, Fukuyama O, et al. Controlled clinical evaluation of a 10% strontium chloride dentifrice in treatment of dentin hypersensitivity following periodontal surgery. J Periodontol 1980;51:578-581.
9. Paes Leme AF, dos Santos JC, Giannini M, Wada RS. Occlusion of dentin tubules by desensitizing agents. Am J Dent 2004;17:368-372.
10. Kishore A, Mehrotra KK, Saimbi CS. Effectiveness of desensitizing agents. J Endod 2002;28:34-35.
11. Ryu SC. Study on the tooth recovery material using with hydroxyapatite. Journal of the Korean Ceramic Society 2005;42:660-664.
12. Kim YI, Nam SG, Hong ST, et al. Comparison of VIsual Analogue Scale, Categorical Scale and Satisfaction for Postoperative Pain. Journal of the Korean Pain Society 2001;14:156-163.
13. Won CW, Yang DH, Kim SH, et al. Development of categorical rating scale about pain intensity. WebHealth Research 2001;4:1-13.
14. Fischer C, Wennberg A, Fischer RG, Attstrom R. Clinical evaluation of pulp and dentine sensitivity after supragingival and subgingival scaling. Endod Dent Traumatol 1991;7:259-265.
15. Chabanski MB, Gillam DG, Bulman JS, Newman HN. Prevalence of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist Periodontology Department. J Clin Periodontol 1996;23:989-992.
16. Narhi M, Kontturi-Narhi V, Hirvonen T, Ngassapa D. Neurophysiological mechanisms of dentin hypersensitivity. Proc Finn Dent Soc 1992;88 Suppl 1:15-22.
17. Holland GR, Narhi MN, Addy M, et al. Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine hypersensitivity. J Clin Periodontol 1997;24:808-813.
18. Orchardson R, Peacock JM. Factors affecting nerve excitability and conduction as a basis for desensitizing dentine. Arch Oral Biol 1994;39 Suppl:81S-86S.
19. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. Crit Rev Oral Biol Med 1996;7:104-133.
20. Kerns DG, Scheidt MJ, Pashley DH, et al. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. J Periodontol 1991;62: 421-428.
21. Bergenholtz G, Lindhe J. Effect of soluble plaque factors on inflammatory reactions in the dental pulp. Scand J Dent Res 1975;83:153-158.
22. Bergenholtz G, Lindhe J. Effect of experimentally induced marginal periodontitis and periodontal scaling on the dental pulp. J Clin Periodontol 1978;5:59-73.
23. Narhi M, Yamamoto H, Ngassapa D, Hirvonen T. The neurophysiological basis and the role of inflammatory reactions in dentine hypersensitivity. Arch Oral Biol 1994;39 Suppl:23S-30S.
24. Hovgaard O, Larsen MJ, Fejerskov O. Tooth hypersensitivity in relation to quality of restorations. J Dent Res 1991;70 (Spec issue):IADR abstract 1667.
25. Hiatt WH, Johansen E. Root preparation. I. Obturation of dentinal tubules in treatment of root hypersensitivity. J Periodontol 1972;43:373-380.
26. Gangarosa LP, Sr. Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. Arch Oral Biol 1994;39 Suppl:101S-106S.
27. Zappa U. Self-applied treatments in the management of dentine hypersensitivity. Arch Oral Biol 1994;39 Suppl: 107S-112S.
28. Markowitz K, Kim S. The role of selected cations in the desensitization of intradental nerves. Proc Finn Dent Soc 1992;88 Suppl 1:39-54.
29. Park JJ, Park JB, Kwon YH, et al. The effects of microcrystalline hydroxyapatite containing toothpaste in the control of tooth hypersensitivity. J Korean Acad Periodontol 2005;35:577-590.
30. Jarcho M. Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics. Clin Orthop Relat Res 1981:259-278.
31. Ogiso M. Reassessment of long-term use of dense HA as dental implant: case report. J Biomed Mater Res 1998;43: 318-320.