

치약 종류에 따른 유치의 표면 변화

최정옥 · 남설희

부산대학교 치의학전문대학원 구강해부학교실

Change in surface of primary tooth using different type of toothpaste

Jung-Ok Choi · Seoul-Hee Nam

Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Pusan National University

Received : 7 January, 2014
Revised : 11 March, 2014
Accepted : 3 April, 2014

Corresponding Author

Seoul-Hee Nam

Department of Oral Anatomy
School of Dentistry, Pusan National
University, 49 Busandaehak-Ro
Mulgeum-eup, Yongsan-si
Gyeongsangnam-do, 626-870, Korea.
Tel : + 82-55-360-5991
+ 82-10-4563-9187
Fax : + 82-55-360-5991
E-mail : miss4228@naver.com

ABSTRACT

Objectives : The aim of this study is to evaluate the surface changes of enamel specimen, tooth structure by toothpastes in child and adult.**Methods** : Experimental teeth were collected from extracted human primary teeth. 120 enamel specimens were prepared by cutting the teeth into 2×3×2 mm blocks using diamond saw and the specimens were assigned to 3 groups. Group 1 was used as control with no treatment. Group 2 was treated with child toothpaste and Group 3 was treated with adult toothpaste on primary enamel surface for 3 minutes daily over 4 weeks. The specimens were immersed into individual container having artificial saliva and the artificial saliva was changed every day. The electron probe micro analyzer(EPMA) provided weight percent(wt%) of calcium(Ca) and phosphorous(P) on enamel surface. The morphology was analyzed by scanning electron microscopy(SEM). Data were analyzed by one-way analysis of variance(ANOVA) and Tukey's test post-hoc test using SPSS(Version 20, SPSS Inc., Chicago, USA). Level of significance was set at 0.05.**Results** : The surface changes of the primary teeth revealed a significant difference during 4 weeks. Calcium(Ca) and phosphorous(P) levels were found the weight percent difference and a rough enamel surface was seen on SEM after adult toothpaste application.**Conclusions** : The changes in Ca and P and the morphological surface were affected by the primary tooth treated with adult toothpaste. Enamel surface showed significant differences during 4 weeks.**Key Words** : adult toothpaste, child toothpaste, primary tooth, surface change**색인** : 성인치약, 어린이치약, 유치, 표면변화

서론

사람은 일생동안 유치열과 영구치열의 치아교환현상을 가지는 특징이 있다. 유치는 생후 6-8개월부터 맹출하기 시작하여 20-30개월 사이에 완료되며, 영구치는 만 6세경에 맹출하기 시작하여¹⁾ 만6세에서 12세에 이르기까지 혼합 치열기를 거쳐 최종적으로 영구치열이 된다²⁾.

그 중에서 유치는 저작, 발음, 심미의 3대 기능 이외에도 계속 영구치가 맹출하기 위한 구강 내 공간을 유지하고 정상적인 구강악골 발육을 돕는 기능³⁾을 하고 있기 때문에 만 6세까지의 구강관리는 일생에서 중대한 영향을 미칠 수 있다고 보고되었다⁴⁾. 또한 유치는 무기질 함량이 적고 크기와 형태가 영구치와 다르기 때문에 더욱 철저한 관리가 필요하다. 영유아기에 발생하는 치아우식증은 진행속도가 매우 빠

르고 심지어 치수까지 감염되는 경우가 많으며 치관 전체를 파괴하기도 한다⁵⁾. 이러한 이유로 유아기의 올바른 구강건강 관리 습관과 능력을 길러주는 것은 그 시기의 구강건강증진 뿐만 아니라 평생의 구강건강관리를 위한 중요한 밑거름이 되며⁶⁾ 유치 탈락시기까지 건강하고 질병의 이환이 없는 상태로 유지하여 기능과 심미, 발음면에서 올바른 기능을 수행하도록 한다⁷⁾.

전 세계적으로 가장 널리 쓰이는 개인적인 구강위생 관리 방법은 잇솔질이며, 적절한 잇솔질은 효과적으로 치태를 조절할 수 있다⁸⁾. 유아도 마찬가지로 잇솔질이 효과적이고 기본적인 구강관리방법이라고 많은 학자들이 추천하고 국내에서도 올바른 잇솔질은 유아의 치아우식증 발생에 상당한 억제효과가 있다고 이미 보고 된 바 있다⁹⁻¹¹⁾. 치약은 칫솔과 함께 치아표면의 플라그와 치석을 줄여주고 착색과 변색에서의 도움을 주는 것으로 잘 알려져 있다¹²⁾. 또한 치아표면을 효율적으로 세정하기 위해 사용하는 보조적인 세정제로 주성분은 세마제, 세제, 결합제, 습제이고, 그 외에 수분이나 향미제, 감미제, 방부제, 예방제 및 치료제 등이 배합되거나 착색제나 표백제 등이 배합되기도 한다¹³⁾.

이전의 연구들을 살펴보면, Steven 등¹⁴⁾은 어린이치약과 성인치약 사용을 비교한 연구에서는 단지 어린이치약의 사용빈도가 더 높았다는 점, 어린이치약을 사용할 때 잇솔질 시간이 더 길었다는 점만을 보고했을 뿐 사용 후 치아에 직접적으로 미치는 영향은 다루지 않았다. Kang 등¹⁵⁾은 학령전기의 아동에 있어 치약의 향과 맛을 싫어해 전혀 치약을 사용하지 않는 경우가 유치원 아동의 약 20%로 나타난다고 보고하였고, 그 외의 선행연구에서도 잇솔질의 중요성과 더불어 다양한 칫솔과 치약 중 유치에 알맞은 칫솔과 치약의 선택이 필요하며 사용빈도가 높은 구강위생용품이므로 신중히 선택할 필요가 있다고 보고하였다. 그러나 실질적으로 치아의 표면변화에 대한 결과는 제시되지 않았다. John¹⁶⁾은 치약의 성분이 치아

표면의 거칠기나 마모도에 영향을 미친다는 연구 결과를 통하여 치아에 대한 직접적인 영향을 보고하여 치약과 치아와의 관계를 규명한바 있다.

유치는 영구치열로 가는 시기에 중요한 역할을 함으로, 관리가 잘 이루어져야만 영구치열의 완성도가 높아진다. 이에 본 연구는 유치열기의 올바른 치약사용을 위하여 어린이치약과 성인치약 사용에 따른 치아성분의 변화 및 치아표면의 변화를 비교하여 유아기에 알맞은 치약을 사용함으로써 효과적인 구강관리가 될 수 있도록 기초자료를 제시하고자 한다.

연구방법

1. 유치 법랑질 시편 제작

발거된 건전한 유치를 입체현미경(SZ-CTV, Olympus, Tokyo, Japan)으로 관찰하여 형태적으로 이상이 없고 손상이 없는 치아만을 선별하여 사용하였다. 경조직절단기(Minitom, Struers, Copenhagen, Denmark)를 사용하여 편평한 120개의 법랑질 시편(2×3×2 mm)을 제작하였다. 법랑질 시편은 5개씩 3 그룹으로 1주당 15개의 시편을 사용하여 4주간 그룹당 60개의 시편을 적용하였다.

2. 연구방법

2.1. 치약의 적용

본 연구는 유치의 법랑질 표면에 어린이치약과 성인치약에 따른 표면의 영향을 알아보기 위하여 다음과 같이 처치되었으며, 실험에 사용된 치약의 성분은 <Table 1>과 같다. 그룹 1은 대조군으로써 아무 처치도 하지 않은 유치의 법랑질 시편이며, 인공타액에 담구어 보관하였다. 그룹 2는 0.23% 불화나트륨이 함유된 어린이 불소치약을 유치의 법랑질 표면에 매일 3분씩 아침, 점심, 저녁 3회 손을 이용하여 등글게 원을

Table 1. Composition of experimental toothpaste used in this study

Material	Composition	Manufacturer
Child toothpaste (Colgate Children's 2 in 1 Toothpaste and Mouthwash)	Sodium Fluoride 0.23% Sorbitol, Water, Glycerin, Hydrated Silica, PEG 12, Sodium lauryl sulfate, Tetrasodium pyrophosphate, Cocamidopropyl betaine, Sodium saccharin, Aroma, Xanthan gum, Red 40	Colgate, USA
Adult toothpaste (Colgate Total)	Sodium fluoride, Triclosan, Aqua, Chondrus crispus, Glycerin, Propylene glycol, PVM/MA copolymer, Sodium lauryl sulfate, Flavour, Cellulose gum, Sodium hydroxide, Sodium saccharin, Titanium dioxide, Sorbitol, Hydrated silica	Colgate, USA

그리는 요원법으로 잇솔질을 시행한 다음 멸균증류수로 세척하여 구강환경을 재현하기 위하여 인공타액에 담구어 보관하였다. 그룹 3은 0.243% 불화나트륨이 함유된 성인 불소치약을 매일 3분씩 아침, 점심, 저녁 3회에 걸쳐 그룹 2와 동일한 방법으로 잇솔질을 시행한 다음 멸균증류수로 세척하여 인공타액에 담구어 보관하였다. 각 그룹에 담긴 인공타액은 하루에 3번 교체하였으며, 이러한 과정은 총 4주 동안 반복하였고 1주 간격으로 치아의 Ca, P 성분 및 표면의 변화를 평가하였다.

2.2. 전자현미분석기 측정

유치의 법랑질 표면을 정량적인 성분변화 분석을 위하여 전자현미분석 Electron Probe Micro Analyzer(EPMA; SX100, CAMECA, Corbevoie, France)를 이용하여 Calcium(Ca), phosphorous(P) 성분을 측정하였다. 법랑질 시편은 탄소 코팅을 하여 10 μm 빔, 15 keV 가속전압, 빔 전류는 20 nA 빔 전류하에 검출하며, 시편 당 4 point로 법랑질 표면의 weight %를 측정하였다.

2.3. 주사전자현미경 분석

두 치약의 사용에 따른 유치의 법랑질 표면의 변화를 관찰하기 위하여 Scanning Electron Microscopy(SEM; S3500N, Hitachi Co., Japan)분석을 시행하였다. 치아는 건조시킨 다음 백금으로 코팅하여 15 kV 가속전압으로 2000배 확대하여 관찰하였다.

2.4. 통계분석

SPSS 20.0(Version 20, SPSS, Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 통하여 분석되었다. 집단 간의 유의성 검증을 위하여 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 일원분산분석법(one-way ANOVA), 사후검증으로 Tukey's test를 시행하였다.

연구성적

1. 유치의 Ca, P 성분 변화

유치 법랑질 표면의 정량적인 성분 변화를 분석하기 위하여 전자현미분석을 이용하여 Ca, P 측정을 시행한 결과는 <Table 2, 3> 과 같다. Ca 수치의 변화는 대조군과 비교하여 어린이치약과 성인치약을 3주간 처리하였을 때에는 유의한 차이는 없었으나, 4주 처리 후 부터 아무처리를 하지 않은 치아는 26.60±0.89 수치를 보였고 어린이치약을 사용한 치아는 27.41±0.40 수치로 유의한 차이는 없으나 Ca 수치가 약간 증가함을 보였다. 반면, 성인치약을 사용한 치아 표면의 Ca 함량은 시간이 지날수록 낮아져 23.91±0.48 수치로 유의한 차이를 보였다(p<0.05). P 농도 변화의 수치도 대조군과 비교하여 어린이치약과 성인치약을 3주간 처리하였을 때에는 유의한 차이가 없었으나, 4주 처리 후 부터는 아무처리를 하지 않은 치아는 16.76±0.35 수치를 보였고 어린이 불소치약을 사용한 치아는 17.69±0.26 수치로 유의한 차이는 없으나 P 수치가 약간 증가함을 보였다. 반면, 성인치약을 사용한 치아 표면의 Ca 함량은 시간이 지날수록 낮아져 15.55±0.28 수치로 차이를 보였다(p<0.01).

2. SEM 치아표면 변화

유치 법랑질 표면을 4주 동안 어린이치약과 성인치약을 적용하여 분석한 결과는 Fig.1과 같다. SEM으로 살펴본 표면은 아무처리를 하지 않은 대조군의 법랑질 표면과 어린이치약을 사용한 표면은 차이가 나지 않는 것을 확인하였고, 이에 비하여 성인치약을 사용한 유치의 표면은 확실히 거칠어진 것을 관찰하였다(Fig. 1). 성인치약을 사용한 유치의 변화를 1주에서 4주까지의 표면형태를 관찰한 결과, 3주부터 약간의 표

Table 2. The calcium(Ca) values of enamel in the all group by EPMA analysis

Treatment period	N	Ca weight %(Mean±S.D)			p-value
		Control (No treatment)	Child toothpaste	Adult toothpaste	
7 days (1 week)	15	25.48±0.17 ^a	25.44±0.65 ^a	25.44±0.76 ^a	0.998
14 days (2 weeks)	15	25.52±0.57 ^a	25.97±0.52 ^a	25.41±0.74 ^a	0.681
21 days (3 weeks)	15	25.56±0.72 ^a	26.62±0.30 ^a	25.12±0.29 ^a	0.077
28 days (4 weeks)	15	26.60±0.89 ^a	27.41±0.40 ^a	23.91±0.48 ^b	0.002 [*]

* p-values are determined by ANOVA(p<0.05).

Table 3. The phosphorous(P) of enamel in the all group by EPMA analysis

Treatment period	N	P weight %(Mean±S.D)			p-value
		Control (No treatment)	Child toothpaste	Adult toothpaste	
7 days (1 week)	15	16.70±0.17 ^a	16.71±0.33 ^a	16.69±0.29 ^a	0.996
14 days (2 weeks)	15	16.73±0.26 ^a	16.90±0.05 ^a	16.43±0.38 ^a	0.396
21 days (3 weeks)	15	16.75±0.35 ^a	17.23±0.32 ^a	16.10±0.34 ^a	0.061
28 days (4 weeks)	15	16.76±0.35 ^a	17.69±0.26 ^a	15.55±0.28 ^b	0.000*

* p-values are determined by ANOVA(p<0.05).

면형태가 거칠어졌으며 4주에는 뚜렷하게 거칠어진 표면을 관찰하였다(Fig. 2).

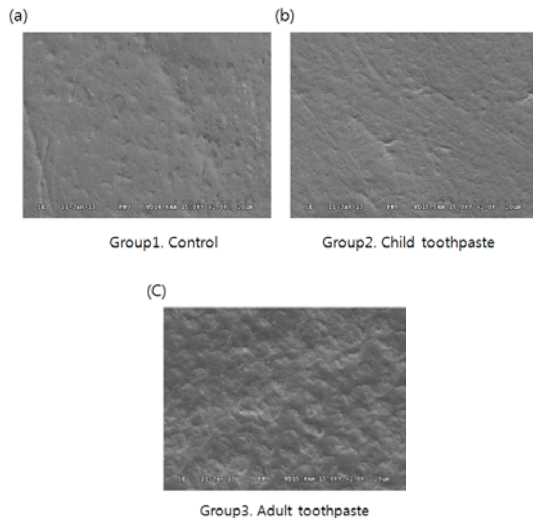


Fig. 1. Enamel surface treated by different toothpaste type after 4 weeks

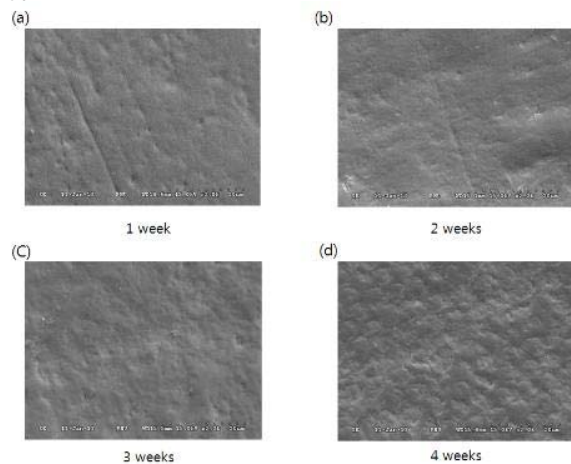


Fig. 2. Change of enamel surface treated by adult toothpaste on primary tooth

총괄 및 고안

유치와 영구치는 다양한 해부학적, 조직, 병리, 생화학적 차이를 가지며 이러한 차이점은 유치열기에 구강관리를 함에 있어서 접근적 차이를 가짐을 인지하는 것이 바람직하다고 보고되었다¹⁷⁾. 이러한 이유로 인하여 영유아기에서 중요하게 다루어져야 할 건강문제 중 중요한 것 하나가 바로 치아관리 및 위생이다¹⁸⁾. 이에 본 연구는 유치를 대상으로 성인치약과 어린이치약의 사용으로 구강관리에 기본적인 잇솔질을 함에 따른 치아 구성성분 및 치아표면의 형태변화를 비교하였다.

먼저 어린이치약의 주요성분들을 살펴보면 치면에 부착된 세균막을 제거하기 위한 세마제인 silicon dioxide에서 유래된 hydrated silica는 치약성분 중 가장 큰 세정작용을 할 뿐만 아니라 치아표면 착색을 제거하는 능력도 가지고 있다고 보고된 바 있다^{19,21)}. 그 외에 세제인 sodium lauryl sulfate, 감미료인 xylitol, 천연감미료로 잘 알려진 solbitol과 습윤제인 glycerin은 성인치약과 기본적인 성분은 같으나 함유량은 차이가 나며, 기타성분으로 감미료와 과일향 등을 첨가하여 어린이의 기호에 맞게 선호도를 더 높게 만든다²²⁾. 또한 본 연구에 사용된 치약의 성분 중 titanium dioxide는 미백치약에 많이 사용되는 성분으로 단백질을 가수분해하고 치아를 희게 만들 뿐만 아니라 천연 세마제의 기능도 가지는 것으로 보고되었다²³⁾.

치아의 무기질을 다량 포함하고 있는 법랑질과 상아질의 주요 구성성분은 Ca과 P이며 이들은 무기질이 침착되는 과정을 통해 수산화인화석을 형성하여 치아의 구조를 이룬다²⁴⁾. 김 등²⁵⁾은 치아 시편 내 구조 및 지정 영역에서 EMPA를 이용하여 치아의 전반적 화학 조성의 분포를 알아보기 위하여 원소의 정량분석을 시행한 결과, 주요 성분이 Ca, P임을 밝혔다. 이처럼 두 성분은 치아를 구성하는 중요 무기질 성분임을

확인하였고, 치아의 무기질의 변화를 측정하는 지표로 사용 가능 할 것으로 사료된다. 본 연구에서의 어린이치약으로 4주간 처리한 유치의 Ca와 P의 변화는 27.41 ± 0.40 와 17.69 ± 0.26 로 아무처리를 하지 않은 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나, 성인치약을 사용한 그룹에서는 Ca와 P의 수치가 각각 23.91 ± 0.48 와 15.55 ± 0.28 로 대조군과 비교하였을 때 감소하는 것을 확인하였다($p < 0.05$). 이러한 결과를 바탕으로 어린이치약과 성인치약의 기본적인 세마제는 hydrated silica로 동일하지만 성인치약에는 추가적으로 함유된 titanium dioxide로 인해 감수성이 예민한 유치에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

유치의 SEM 촬영 결과, 치아의 성분 변화에서와 마찬가지로 성인치약을 사용하였을 때 표면이 다른 그룹에 비해 거칠어지는 것을 관찰하였다. 이는 4주간 잇솔질 시에 유치에 알맞은 방법인 모원법으로 동일한 횟수, 시간 처리를 하였음에도 불구하고 표면 거칠기의 차이를 보였다. 유치의 형태학적 특징을 살펴보면 유치는 영구치에 비해 전체적으로 크기가 작으며 법랑질 및 상아질 두께가 영구치에 비해 얇고 광화가 덜 되어 있으므로 쉽게 마모된다고 보고된바 있다²⁰. 따라서 유치는 치아의 형태적 구조와 강도에서 영구치와 분명한 차이가 있어 본 연구 결과에서도 유치의 법랑질 표면에 미세구조적인 영향을 미친 것으로 보여진다.

현재 어린이치약은 영유아기의 특성에 맞게 다양한 제품으로 시판되고 있으며 치약 구매 시 성분의 함유량을 확인하기 보다는 어린이들에게 흥미를 유발하여 잇솔질을 유도할 수 있는 어린이 캐릭터가 있는 구강용품의 선택을 더욱 선호하는 경향이 있다. 한 선행 연구에 의하면, 어린이치약을 사용한다는 응답이 81.4%에 미치는가 하면 어린이치약에서 성인치약의 적합한 교체시기에 대한 응답에 만4-5세가 가장 많다고 보고되었다¹. 영유아기의 치약 사용의 주체는 그들의 부모에게 있으며 적절한 치약 사용을 위해서는 부모들에 대한 교육과 치약 구입 시 연령과 특성에 맞는 적합한 선택을 할 수 있도록 치약성분들에 대한 정보제공이 필요하다고 보고된 바 있다²². 이처럼 영유아기의 구강관리방법에 있어 부모의 역할이 매우 중요하며 이를 위해 부모를 대상으로 자녀의 구강관리방법에 대한 체계적인 교육이 시행될 필요성이 있다고 생각된다.

현재까지 보고된 어린이치약에 대한 연구는 불소의 함유량이나 단편적인 영유아의 구강건강관리에 대한 내용을 주로 다루었으나 이제는 본 연구와 더불어 급변하는 구강위생용품과 그 대상과의 관계와 영향을 규명하고 각 개인의 특성에 맞는 올바른 구강건강관리를 위한 자료를 마련하도록 해야 한다.

또한 본 연구의 재료는 시중에 판매되고 있는 일부의 어린이치약과 성인치약을 이용하여 표면의 변화를 관찰하고자 하였다. 그러나, 시중에 판매되는 치약의 성분 및 함량은 동일하지 않으며 그 함량 또한 정확히 측정하기에는 어려움이 있다. 또한 치약의 성분과 함량의 법적 기준이 없으므로 사용자를 위하여 명확하고 객관적인 수치를 보여줄 필요가 있으며 이를 분석하고 정량화하는 연구가 추가되어야 한다. 나아가 치아건강을 오랫동안 유지하기 위하여 치아의 건강상태에 따른 적절한 치약을 선택을 하기 위하여 여러 치아의 표면 형태에 미치는 영향을 관찰하는 후속연구를 통해 검증된 맞춤형 치약이 개발해야 될 것이다.

결론

본 연구는 4주 동안 매일 3회에 걸쳐 유치에 어린이치약과 성인치약을 적용하여 유치의 성분과 표면의 변화에 대한 영향을 비교분석하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 어린이치약과 성인치약의 세마제의 기본 구성성분은 비슷하나, 성인치약에는 더욱 다양한 세마성분이 포함 되어 있다.
2. EPMA 분석결과 성인치약을 사용한 유치의 치아 표면은 4주 후에 Ca, P의 수치가 23.91 ± 0.48 와 5.55 ± 0.28 로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).
3. SEM 촬영한 결과에서 성인치약을 사용한 유치에서 3주 후부터 약간의 표면변화를 보이는 것을 관찰하였고 그 변화는 4주후 더 뚜렷해지는 것을 확인하였다.

References

1. Chun JY, Kang YH, Lee KH. A study on the use of dentifrice among Infants and preschoolers. *J Dent Hyg Sci* 2008; 8(4): 267-74.
2. Lee KH, Choi CH, Hong SJ. Relationship of the use of some fluoride containing dentifrice on the korean market to childrens fluoride intake in different age groups. *J Korean Soc Dent Hyg* 2012; 12(5): 881-96.
3. Kim MJ, Kim SS, Kim SS, Kim YH, Kim JW, Moon SE et al. Dental morphology. Seoul: Shinkwang; 2006: 199.
4. Holt RD, Murray JJ. Developments in fluoride toothpaste: an overview. *Community Dent Health* 1997; 14(1): 4-10.
5. Lee KH. Improvement of oral hygiene methods for early childhood. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2007; 34(2): 264-72.
6. Harrison R, Wong T, Ewan C, Contreras B, Phung Y. Feeding

- practices and dental caries in an urban Canadian population of Vietnamese preschool children, *J Dent Child* 1997; 64(2): 112-7.
7. Kim MJ, Shun YK, Shim YS. A study of parental knowledge and attitude about infant oral health care. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2000; 27(2): 292-9.
 8. Maryann C, Paul RW. The oral-B crossaction manual toothbrush: A 5-year literature review. *J Can Dent Assoc* 2006; 72(4): 323.
 9. Ahn JK, Kim JB. An experimental study on the effects of the toothbrushing instructional methods. *J Korean Acad Oral Health* 1985; 9(1): 127-34.
 10. Lee SS, Paik DI, Kim JB. A study on the effects of the toothbrushing instruction methods in dental health education. *J Korean Acad Oral Health* 1990; 14(2): 233-42.
 11. Chang KW, Kim JB. An experimental study on the effects of the toothbrushing instructional methods. *J Korean Acad Oral Health* 1987; 11(1): 85-98.
 12. Richard ES. A textbook of preventive dentistry. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1982: 171-216.
 13. Park SS. Recognition of adults in Gwangju on dentifrice selection [Master's thesis]. Gwangju: Univ. of Chonnam, 2009.
 14. Steven MA, William PP, Carole MH. Comparison of the use of a child and an adult dentifrice by a sample of preschool children. *Pediatr Dent* 1997; 19(2): 99-103.
 15. Kang BH, Park SN, Sohng KY, Moon JS. Effect of a tooth-brushing education program on oral health of preschool children. *J Korean Acad Nurs* 2008; 38(6): 914-22. <http://dx.doi.org/10.4040/jkan.2008.38.6.914>.
 16. John JH. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. *J Dent Res* 1976; 55(4): 563-73.
 17. Wilson PR, Beynon AD. Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. *Arch Oral Biol* 1989; 34(2): 85-8.
 18. Urbano MT. Preschool children with special health care needs. San Diego, CA: Singular Publishing Group Inc; 1992: 36.
 19. Wulknitz P. Cleaning power and abrasivity of european toothpaste. *Advanced Dent Res* 1997; 11(4): 576-79.
 20. Manly RS, Wiren J, Manly PJ, Keene RC. A method for measurement of abrasion of dentin by toothbrush and dentifrice. *J Dent Res* 1965; 44(3): 533-40.
 21. Vieira DF, Philips RW. Influence of certain variables on the abrasion of acrylic resin veneering materials. *J Prosthet Dent* 1960; 12(4): 720-31.
 22. Chun JY, Lee HO, Kang YH. The amount of dentifrice used by opening diameter size and current status of commercial dentifrices for children in Korea. *J Dent Hyg Sci* 2010; 10(3): 541-53.
 23. Watanabe MM, Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GM. In vitro cariostatic effect of whitening toothpastes in human dental enamel-microhardness evaluation. *Quintessence Int* 2005; 36(6): 467-73.
 24. Mann S. Molecular recognition in biomineralization. *Nature* 1988; 332: 119-24.
 25. Kim EK, Jeon TH, Kim CY, Nam SW, Song K, Lee SG, Kim YJ. Analysis of Chemical Composition, Microstructure and Hydroxyapatite Structure for Mouse Teeth. *Korean J Microscopy* 2010; 40(3): 147-54.
 26. Lee SP. Dental anatomy: Teeth, a beautiful harmony between function and shape. Seoul: Daehannarae Publishing; 2010: 150.