[UCI]I804:24011-200000239369

2010년 2월
박사학위논문

# 불화나트륨 함유 접착테잎의 치아침식증 예방효과

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 덕 용

2010년 2월 박사학위논문 불화나트륨 함유 접착테잎의 치아침식증 예방효과

박 덕 용

# 불화나트륨 함유 접착테잎의 치아침식증 예방효과

Preventive effect of the adhesive tape supplemented with NaF on dental erosion

2010년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 덕 용

# 불화나트륨 함유 접착테잎의 치아침식증 예방효과

지도교수 이 상 호

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2009년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 덕 용

# 박덕용의 박사학위 논문을 인준함

| | | |
|---|---|---|
| 위원장 | 전남대학교 교수 | 양 규 호 |
| 위 원 | 조선대학교 교수 | 이 상 호 |
| 위 원 | 조선대학교 교수 | 김 수 관 |
| 위 원 | 조선대학교 교수 | 윤 정 훈 |
| 위 원 | 조선대학교 교수 | 이 난 영 |

2009년 12월

조선대학교 대학원

# 목 차

ABSTRACT ..... iv

Ⅰ. 서 론 ..... 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ..... 3

1. 실험재료 ..... 3

2. 실험방법 ..... 4

Ⅲ. 실험성적 ..... 7

Ⅳ. 총괄 및 고찰 ..... 12

Ⅴ. 결 론 ..... 16

참고문헌 ..... 17

# 표 목 차

Table 1. Treatment group according to the materials ····· 3

Table 2. Vickers hardness number(VHN) of each group according to the processing duration ····· 7

Table 3. Comparison of erosion depth(um) between the control and experimental side each group ····· 9

# 도 목 차

Fig. 1. Schematic drawing of tooth section invested in resin block. ····· 5

Fig. 2. Cross-section of specimen. ····· 5

Fig. 3. Processing of experiment. ····· 5

Fig. 4. Changes of the microhardness number(VHN) at each measuring time ····· 8

Fig.5. Comparison of erosion depth(μm) among groups ····· 9

Fig.6-9 SEM photographs of enamel surface (x2000) ····· 10-11

# Abstract

## Preventive effect of the adhesive tape supplemented with NaF on dental erosion

Duck-Yong Park, D.D.S.
Advisor : Prof. Sang-Ho Lee, D.D.S., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School of Chosun University

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the effect of fluoride containing adhesive film on prevention of dental erosion. Eighty bovine enamel blocks were divided randomly into 4 groups : (1) CavityShield™ applied, (2) Fluor Protector™ applied, (3) 5% Fluoride tape applied, (4) 10% Fluoride tape applied. Enamel erosion were produced by placing each specimen into coka-cola solution pH 4.2 for 5 days. Then lesion of the surface microhardness were measured by the Vicker's hardness test and the erosion depth were measured by polarizing light microscope and the surfaces of each treated specimens were observed with SEM.

The results of the present study were as follows :

1. After 1, 3, and 5 days of immersion in erosive solution, the surface microhardness value of the experimental group with fluoride agent was higher than that of control group ($p<0.05$).
2. The surface microhardness value of each control group (with fluoride application) was decreased as time goes by. After 5 days, the group with fluoride tape(group 4) showed the highest value, followed by group 3, 1 and 2 ($p<0.05$). But there were no significant differences

between group 1 and 3.

3. At day 1, 2 and 3, the group with 10% fluoride tape (group 4) showed higher surface microhardenss value than the group with 5% fluoride tape(group 3) ($p<0.05$).
4. The difference of depth on erosive lesion between the control group and experimental group was the highest in group 1 (1.16um), followed by group 4 (1.07um), group 3 (0.88um) and group 2(0.86um). There was a significant difference between the group 1 and 2.
5. In SEM examination, each surface of control group showed general rough, lava-like appearance and creater-like lesion with crack, but the experimental showed regular, smooth appearance.

Based on these results, fluoride tape showed enhanced preventive effect on dental erosion than flouride varnish. So, it is thought to be used for self application as well as professional fluoride application .

# I. 서 론

최근 서구 선진국에서는 치아우식증은 감소 추세에 있지만 치아침식증은 점차로 증가되고 있다. 치아 침식증은 세균의 개재없이 화학적 작용으로 생기는 치아 경조직의 비가역적 상실로서 치질의 손상을 초래하며 여기에 교모나 마모가 복합적으로 작용할 경우 치질의 심각한 손상을 일으킬 수 있다[1]. 이와같은 치아 침식증은 부식성 물질인 산에 의한 치아 표면의 빈번한 접촉으로 발생되며 외인성 요인과 내인성 요인으로 분류된다[2]. 이런 침식을 일으키는 대표적인 외인성 요인으로는 산성 음식물 및 탄산 음료수의 섭취, 산성 약물과 환경에 노출되는 경우이고[3], 내인성 요인은 신경성 식욕부진(Anorexia nervosa)으로 위산이 구강으로 역류하여 침식을 유발하는 것으로, 이런 경우는 흔치 않다[4].

소아·청소년 시기의 치아침식증의 유병율은 증가되고 있는데 인도 어린이의 경우 30%가 치아침식증을 가지고 있다고 보고되고 있으며[5], 네덜란드의 경우 12세 어린이의 치아침식증 유병율은 24%로 여성보다 남성이 2배 정도 더 많이 침식이 되며, 유치와 영구치와는 유의한 차이가 없다고 하였다[6].

치아침식증의 원인 중 하나로 최근에는 탄산 음료수에 관심이 집중되고 있다. Lussi와 Schaffner[7]는 탄산 음료수의 섭취가 치아침식증의 주요 원인이라 하였고, Sullivan과 Curzon[8]은 치아침식증이 있는 소아·청소년은 탄산 음료수를 자주 마셨다고 보고 하였다. 근래에 와서 각종 음료수의 종류가 다양해지고 있으며 이와 함께 언론 매체 광고를 통한 음료수 소비의 증가, 패스트푸드점의 성행으로 인한 탄산 음료수의 섭취 또한 늘어나고 있는 추세이다. 특히 소아·청소년들은 탄산 음료수의 주된 소비자일 뿐 아니라 음용의 빈도가 점점 늘어나 치아의 침식이 촉진되고 있으므로, 이에 대한 치료 및 예방적인 방법이 요구되고 있다.

이러한 필요성에 의해 불소의 치아침식증 예방효과나 침식된 치아의 재광화 효과에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Ganss 등[9]은 불소 도포를 집중적으로 시행할 경우 치아침식증을 20% 감소시킬 수 있다고 하였으며, Mok 등[10]은 법랑질 표면의 침식을 방지하기 위한 방법으로 불소 바니쉬의 도포가

유일한 방법이라고 하였다.

여러가지 불소 도포제재중 불소 바니쉬는 치아에 대한 부착성이 좋고 고농도의 불소를 치아에 장기간 유리시켜서 다른 불소 도포 제재 보다 효과가 좋으며, 도포시간이 짧고, 시술이 간편하다는 장점이 있으나, 도포 후 일시적인 착색, 불쾌한 맛, 끈적끈적한 질감으로 인하여 소아·청소년들에게 도포시 거부감을 갖게 한다.

또한 불소 바니쉬 역시 치면에 영구적으로 존재하지 않고 타액이나 음식에 의해 씻겨 내려가므로 구강내에서 적절한 불소농도를 오랫동안 유지해 줄 수 없다는 점이 문제점으로 제기되어 불소의 잔류시간을 증대시키기 위한 새로운 시도가 이뤄지고 있다

Curzon과 Toumba[11]는 glass pellet에 불소를 첨가하여 구강내 불소의 잔류시간을 증진시키려는 시도를 한 바 있으며, Gabre 등[12]은 점막용 adhesive paste에 불소를 첨가하여 구강내 유지시간을 늘리려는 시도를 한 바 있다. 이외에도 불소를 gelatin microsphere화하여 방출속도를 조절하고자 하는 시도도 있었다.

근래에 위장관내에서 약물의 체류시간을 증가시키기 위해 여러 가지 형태의 점막 점착성(muco adhesive)제제를 연구, 개발하고 있는데 이중에서도 인체에 무해하고 자극성이 없으며 생체친화력이 좋은 고분자가 가장 적절한 매질로 평가받고 있다. 고분자중 methyl cellulose는 친수성 저칼로리 식이성 섬유로 약물의 제어방출에 첨가되는 대표적인 기저제로 알려져 있다[13].

따라서 본 연구에서는 생체 안정성이 입증된 친수성 고분자 제제인 methyl cell- ulose에 NaF를 첨가하여 박막 형태로 만든 불소접착테잎을 개발, 제조하고 실험적으로 치아침식증 예방효과를 기존의 불소 바니쉬 제재와 비교, 평가하였다.

# Ⅱ. 실험 재료 및 방법

## 1. 실험 재료

건전한 법랑질 표면을 가진 소의 전치를 시편으로 사용하였다. 치아에 부착된 연조직을 치과용 큐렛을 사용하여 제거하고 치아 법랑질 표면을 불소를 함유하지 않는 pumice로 세마하였으며, 생리식염수로 세척 한 후 실험 개시 전까지 100% 습윤 상태에서 보관하였다. 실험에 사용된 침식용액은 시중에서 보편적으로 음용되고 있는 콜라 1종을 선택하였으며 실험에 투입할 때까지 상온에 보관하였다. 콜라의 산도는 pH meter (PMH 210, Radiometer analytical SAS, Cedex, France)를 이용하여 측정한 결과 상온에서 2.43 pH 이었다. 사용된 불소 제재는 Cavity Shield™(5% sodium fluoride, Omimnii Pharmaceuticals, USA), Fluor Protector®(1% difluorosilane, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)의 두 가지 불소 바니쉬와 자체 개발한 5%와 10% NaF를 함유한 불소접착테잎을 사용하였다. 시험용 제재인 불소접착테잎의 제작은 다음과 같다. Methyl cellulose 10g과 95% ethanol 200㎖를 혼합하여 15분간 교반하고 여기에 polyethylene glycol 3g을 첨가하여 다시 15분간 교반한다. 여기에 증류수 100㎖를 첨가하고 15분간 교반한 후 80℃ 중탕에서 15분간 위치시킨다. 이를 평판 필름 제조기에 넣어 두께 30~40㎛의 필름을 제조하고 여기에 NaF를 함유한 nanofiber를 균일하게 전기방사한 후 60℃ 건조기에 약 12시간 건조한다(Table 1).

Table 1. Experimental groups according to the materials

| Group | Product | Major composition | Manufacturer | Number |
|---|---|---|---|---|
| 1 | CavityShield™ | 5% sodium fluoride | Ominii Pharmaceuticals, USA | 20 |
| 2 | Flour Protector™ | 1% difluorosilane | IvoclarVivadent Liechtenstein | 20 |
| 3 | Fluoride film | 5% sodium fluoride | experimental material | 20 |
| 4 | Fluoride film | 10%sodium fluoride | experimental material | 20 |

## 2. 실험 방법

### 1) 시편제작 및 실험전 표면미세경도 측정

소의 전치 중 법랑질이 건전한 치아를 선정하여 7×7 mm 넓이의 치아 절편을 제작하고, 제작된 100개의 치아 절편을 순면이 위로 향하도록 아크릴 봉에 포매하였다. 노출된 치아면을 연마기(METPOL-1, R&B Inc, Korea)에서 400, 800, 1200, 2400 grit 탄화규소 연마지를 순차적으로 사용하여 법랑질 표면이 아크릴 봉의 장축에 대해 직각이 되도록 연마하였다.

표면미세경도계(HMV-2, Shimadzu Co, Japan)를 이용하여 100g 하중을 5초간 가하는 조건으로 시편의 중심부에서 상, 하, 좌, 우측의 임의의 4개 부위에 대해서 각각 1mm의 간격으로 VHN(Vicker's Hardness Number)을 측정하고 평균 VHN이 230-300 범위를 갖는 80개의 시편을 선택하였다. 이 시편들을 무작위로 20개씩 4개의 군으로 선택, 배분하였다.

### 2) 불소 적용 및 인공 침식 유발

시편의 법랑질 표면이 이등분 되도록 round diamond bur를 이용하여 정중선을 따라 홈을 형성한 후 한 쪽은 어떠한 처치도 하지 않는 대조군으로 하고, 다른 한 쪽은 각종 불소 제재를 도포하는 실험군으로 하였다 (Fig. 1, 2). 실험군의 경우 1군은 CavityShield™를 얇게 도포하고 1분간 실온에 방치하였으며, 2군은 Flour Protetor™를 바르고 1분간 건조시켰으며, 3군과 4군은 각각 5%와 10% 불소 필름을 증류수에 적신 후 시편의 법랑질에 부착하고 실온에 방치하였다. 불소 도포가 끝난 시편은 개별적인 밀폐 유리 용기에 담아 NaCl, KCl, $MgCl_2$, $K_2HPO_4$, $CaCl_2$, CMC-Na 등을 함유한 pH 7인 인공타액에 침잠시켜 $37^0$C 항온기에서 1일 동안 보관하였다[14]. 그 후 시편을 증류수에 씻은 후 콜라 용액에 5분 동안 담그고 다시 증류수에 씻은 뒤 10분 동안 인공 타액에 보관하였다. 이런 과정을 3회 반복 시행 후 콜라와 인공 타액은 교환하였으며, 위 과정을 1일 6회 같은 시각에 5일간 반복 시행하였다(Fig. 3).

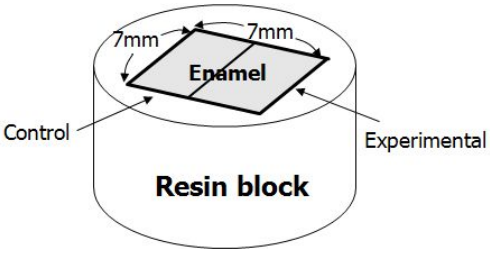



Fig. 1. Schematic diagram of the tooth section invested in resin block.

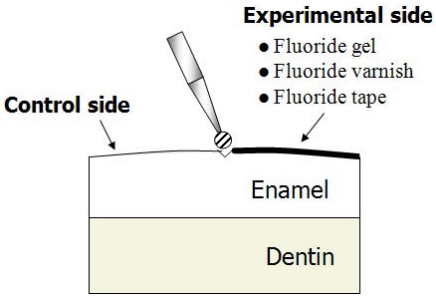



Fig. 2. Cross-section of the specimen

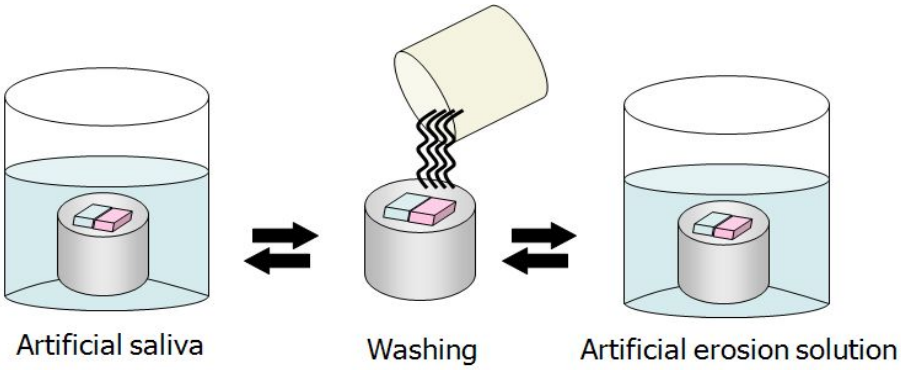



Fig. 3. Processing of experiment.

### 3) 표면미세경도 측정

미세경도계(HMV-2, Shimadzu Co, Japan)에 Vicker's diamond 압흔자를 부착하여 낙하 방향에 수직이 되도록 고정하고 100g 하중으로 5초간 힘을 가하여 Vicker's Hardness Number(VHN)를 실험 1일, 3일, 5일 후의 수치를 측정하였다. 실험군과 대조군 시편에 대해 각각 4회 측정을 시행하여 평균치를 구하였다.

### 4) 인공침식병소 단면의 깊이 측정

각 시편을 대조군과 실험군이 포함되도록 low speed diamond wheel saw(South bay technology, U.S.A)로 0.5mm 두께로 절단한 후, 저속연마기(METPOL-1,R&B Inc, Korea)와 탄화규소 연마지를 이용하여 80um 두께의 시편을 완성한 후 epoxy resin을 이용하여 slide glass에 접착하였다. 편광현미경(Axioskop 2 plus, ZEISS, Germany) 상에서 굴절율 1.33인 물에 침윤시켜 200배로 관찰하고, 디지털 카메라를 이용하여 촬영한 후 컴퓨터 영상분석 프로그램인 Image pro plus(Express, Media-cybernetics co. U.S.A)로 병소 깊이를 3군데 측정하여 평균치를 병소 깊이로 하였다.

### 5) 주사전자현미경 관찰

불소의 적용과 침식용액에 의한 법랑질 표면의 미세구조 및 형태 변화를 관찰하고자 처리된 각 군의 법랑질 표면을 실내건조 시킨 후 금피복을 시행하였으며, 주사전자현미경(S-4700, Hitachi, Japan)을 통하여 관찰하였다.

### 6) 통계 분석

침식 과정 후 측정된 각각의 실험군과 대조군의 표면미세경도와 병소의 깊이 변화는 유의성 검증을 위해 One-way ANOVA test를 시행하였으며, 사후검증은 Scheffe test를 사용하였다. 유의성 검증은 $P<0.05$ 수준에서 시행하였다.

# Ⅲ. 실험 성적

## 1. 표면미세경도

불소 처리 전(base line) 모든 시편의 표면미세경도는 통계적으로 유의할만한 차이가 없음을 확인하였다. 시편 법랑질의 표면미세경도 변화는 Table 2 및 Fig. 4와 같다. 각 측정일(1일, 3일, 5일)에서의 실험군과 대조군의 표면미세경도는 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$).

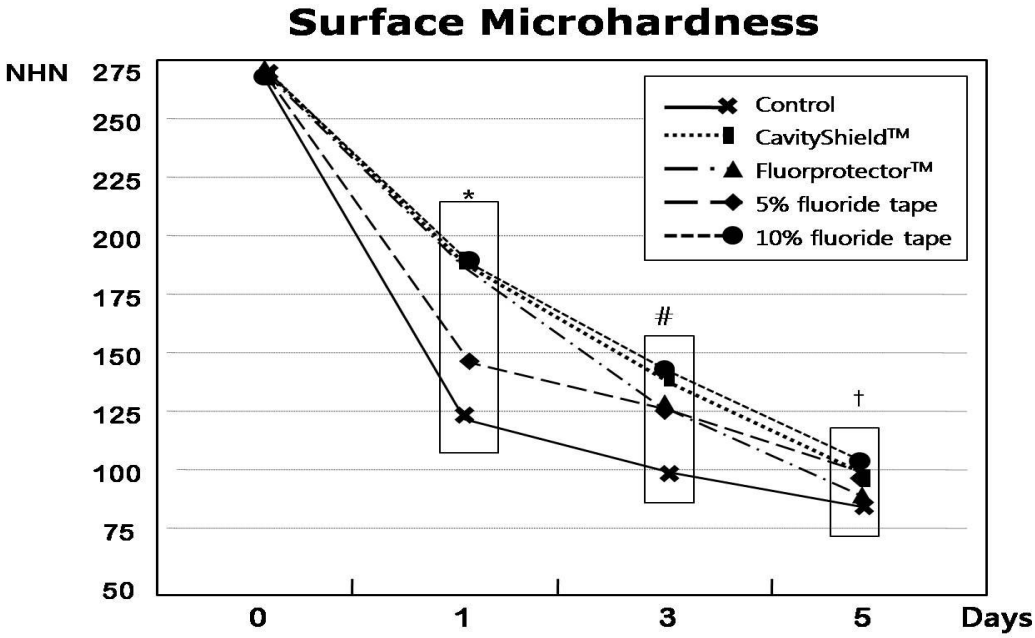
실험 1일째에는 1군과, 2군, 4군이 3군에 비해 표면미세경도가 높았다 ($P<0.05$) 그러나 시간이 경과함에 따라 그 차이가 줄어들어, 실험 5일 째에는 유의할만한 차이가 없었다.

실험 3일째는 1군과 4군이 2군과 3군에 비해 표면미세경도가 높았다 ($P<0.05$). 그러나 실험 5일째에는 4군이 표면 미세경도가 가장 높았으며 다음으로 3군과 1군이 비슷한 값을 보였고 2군이 가장 낮았다($p<0.05$).

Table 2. Vickers hardness number (VHN) of each group according to the processing duration

| Group | Baseline | After acid exposure | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1st Day | 3rd Day | 5th Day |
| Control | 270.62 | 121.29 | 101.46 | 84.63 |
| 1 | 270.20 | 189.05 | 137.75 | 96.95 |
| 2 | 270.60 | 186.05 | 129.00 | 89.55 |
| 3 | 270.55 | 149.10 | 126.35 | 97.35 |
| 4 | 271.05 | 189.90 | 141.60 | 103.15 |
| P-Value | 0.869 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

`




* : CavityShield™,Fluorprotector™,10% Fluoride tape>5% Fluoride tape>Control (P<0.05)

# : CavityShield™,10% Fluoride tape>Fluorprotector™,5% Fluoride tape>Control (P<0.05)

† : 10% Fluoride tape>CavityShield™,5% Fluoride tape>Fluorprotector™>Control

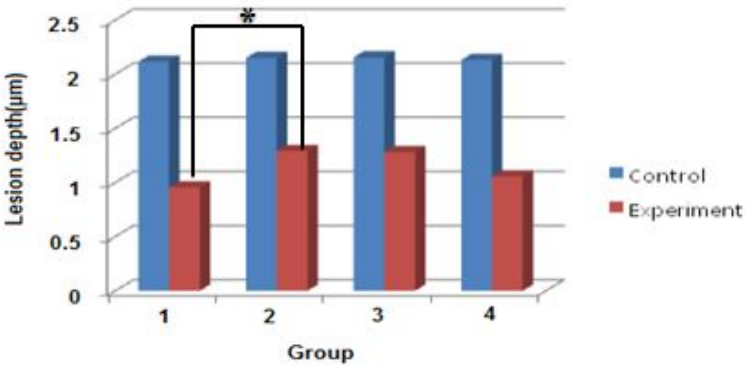
Fig. 4. Changes of the microhardness number (VHN) at each measuring time.

## 2. 치아침식병소의 깊이

치아침식병소의 깊이는 Table 3, Fig. 5 와 같다. 실험군과 대조군 사이에는 유의한 차이가 있었으며 ($p<0.05$), 1군과 4군의 침식깊이가 각각 0.96 μm, 1.06μm로 2군과 3군의 1.29μm와 1.28μm에 비해 작았으나 통계적으로 유의할만한 차이는 없었다(Table 4). 1군의 침식 깊이가 2군의 침식깊이에 비해 통계적으로 유의할만한 차이를 보였다(Fig. 5).

Table 3. Comparison of erosion depth (μm) between the control and experimental side in each groups

| Group | N | Control | Experiment | Difference | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 2.12 | 0.96 | 1.16 | 0.00 |
| 2 | 20 | 2.15 | 1.29 | 0.86 | 0.00 |
| 3 | 20 | 2.16 | 1.28 | 0.88 | 0.00 |
| 4 | 20 | 2.13 | 1.06 | 1.07 | 0.00 |




* : $p<0.05$

Fig. 5. Comparison of erosion depth (μm) among groups.

## 3. 주사전자현미경 소견

시편 법랑질 표면 침식병소의 주사전자현미경 소견은 Fig. 6-9과 같다. 아무런 처치를 하지 않은 대조군은 전반적으로 거칠고 법랑소주의 중심부가 분화구 모양으로 함몰된 양상을 보였다(Fig. 6-A, 7-A, 8-A, 9-A). 불소를 처치한 실험군은 부드럽고 평활한 모습을 보였으며 각 군간 비슷한 표면소견을 보였다(Fig. 6-B, 7-B, 8-B, 9-B).

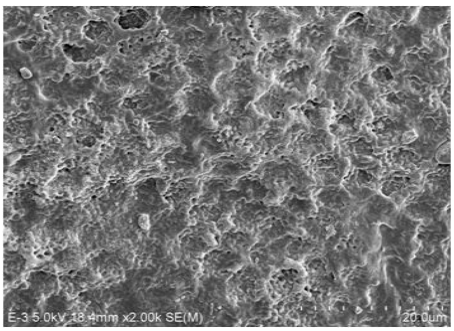



Fig. 6-A. SEM photo of enamel surface of specimen from control side of CavityShield™ group, showing the evident of surface destruction such as crater-like shallow holes.

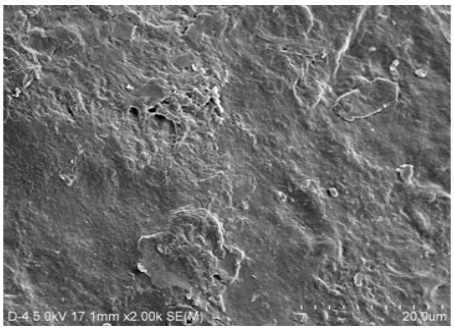



Fig. 6-B. SEM photo of enamel surface of specimen from experimental side of CavityShield™ group, showing the regular and smooth surface.

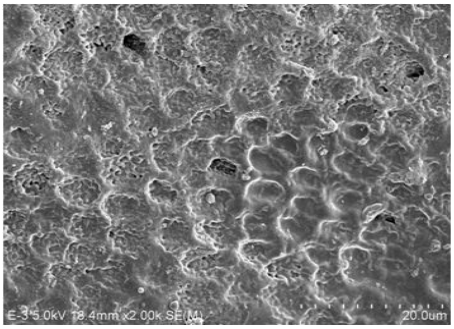



Fig. 7-A. SEM photo of enamel surface of specimen from control side of Fluor Protector™ group, showing the evident of surface destruction such as crater-like shallow holes.

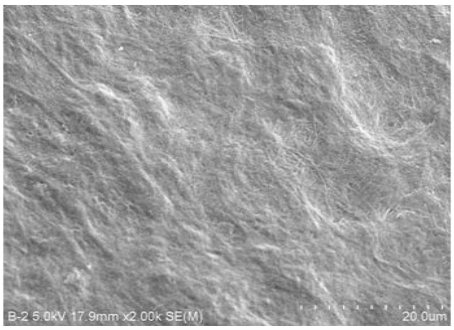



Fig. 7-B. SEM photo of enamel surface of specimen from experimental side of Fluor Protector™ group, showing the regular and smooth surface.

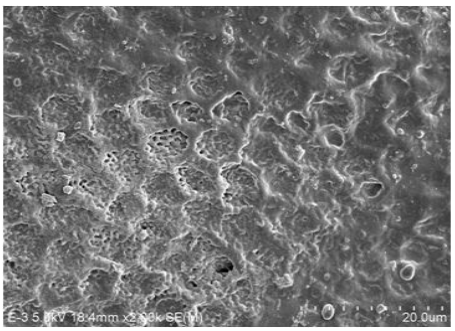



Fig. 8-A. SEM photo of enamel surface of specimen from control side of 5% fluoride tape group, showing the evident of surface destruction such as crater-like shallow holes.

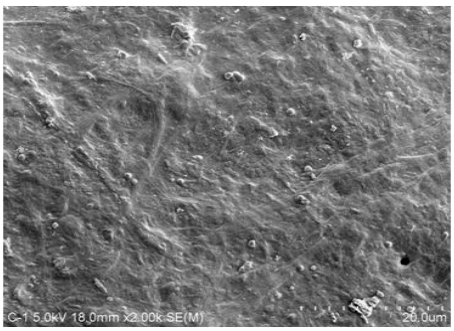



Fig. 8-B. SEM photo of enamel surface of specimen from experimental side of 5% fluoride tape group, showing the regular and smooth surface.

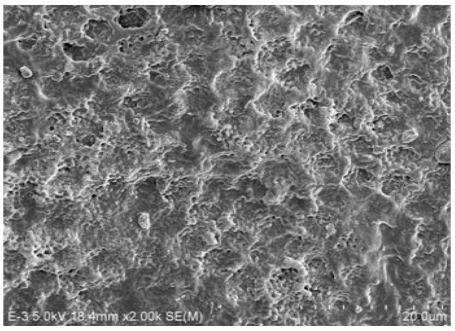



Fig. 9-A. SEM photo of enamel surface of specimen from control side of 10% fluoride tape group, showing the evident of surface destruction such as crater-like shallow holes.

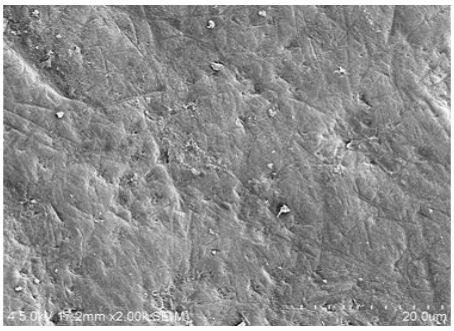



Fig. 9-B. SEM photo of enamel surface of specimen from experimental side of 10% fluoride tape group, showing the regular and smooth surface.

# Ⅳ. 총괄 및 고찰

Pindborg[15]는 치아 침식증에 대하여 1970년 "세균의 관여 없이 화학적 작용에 의하여 일어나는 경조직의 비가역적 손상이다"라고 정의하였고, Levine[16]은 1974년 과일 주스 섭취로 인해 치아의 침식을 야기시킬 수 있음을 보고한 이래로, 최근 생활습관과 식생활의 변화로 탄산 음료수, 과일 주스 및 스포츠 음료수 섭취로 인하여 치아침식증에 대한 관심이 고조되고 있다.

특히 소아·청소년들은 치아침식증의 주된 원인이라고 알려진 탄산 음료의 주 소비자 층이며, 선호 취향이 날로 두드러지고 있다. 최근 한국 소비자 보호원의 보고에 의하면 소아·청소년의 탄산 음료 섭취 실태는 평균 주 5회, 1회 평균 250ml 캔 1.7개를 마시는 것으로 조사되었고, 1998년도 국민 다소비 식품 순위에서 두 번째로 높았다.

이에 따라 소아·청소년의 치아침식증 유병률은 증가 추세에 있으며, 영국에서는 어린이의 경우 25-50%의 치아침식이 있었으며[17], 네덜란드 12세 어린이는 24% 치아침식증 유병율을 보인다는 보고가 있다[18]. 탄산 음료의 주 소비층이 소아·청소년이라는 사실은 치아 건강에 미치는 영향이 성인보다 크다고 할 수 있다. 그들의 치아는 석회화가 덜 되어 있어 외인성 산에 의한 침식 경향이 성숙 영구치에 비하여 크며[19], 마시는 방법 또한 빨대를 이용하거나 이중 캡 방식의 캐릭터 음료수로 인하여 접촉 시간이 길어져 침식이 가속화 될 수 있다. 또한 탄산 음료수의 섭취빈도 및 소비량이 많으며, 구강의 관리능력이 성인에 비해 떨어지므로 침식 경향이 더 높은 것으로 보인다.

따라서 치아침식증을 예방하기 위해 탄산 음료 섭취를 제한하는 것이 가장 우선이지만 이는 현실적으로 어려운 것이 사실이다. 칼슘과 인의 전신적 섭취도 하나의 예방법으로 추천되지만 이는 과다 복용으로 인해 나타날 수 있는 부작용을 간과할 수 없다. 현재까지 알려진 가장 현실적이며 효과적인 방법은 치아 우식 예방법과 마찬가지로 불소의 적용법이다.

Mok 등[10]은 법랑질 표면을 보호하기 위한 불소 바니쉬가 침식을 줄일 수 있는 유일한 방법이라고 하였으며, Amaechi 등[20]은 오렌지 주스에 자일리톨과 불소를 첨가한 실험에서 양자 모두 치아 침식을 억제 하는데 유용하다고

하였다. 국내 연구에서 안 등[21]은 탄산 음료가 유치 법랑질의 침식에 미치는 영향 및 침식된 법랑질에 대한 인공 타액과 불소의 재광화 효과 실험에서 침식 예방에 불소 적용이 효과적이라고 하였다.

이런 불소를 이용한 치아침식증 예방법에는 불화된 상수도수를 섭취하는 방법과 불소 보조제를 복용하는 방법이 있으며, 불소 치약, 불소 양치액, 전문가 불소 도포법이 있다[22]. 이 중 전문가 불소 도포법은 도포방법과 과정이 정확하고, 고농도로 도포가 가능하여 다른 방법에 비해 효과적으로 알려져 있다.

전문가 불소 도포법으로 많이 쓰이는 불소 바니쉬는 영유아 및 장애아에게 도포가 가능할 만큼 편리할 뿐 아니라 시간이 절약되며, 불소의 과도한 섭취를 피할 수 있는 장점이 있으나 도포시 치아를 건조시켜야 되며, 치아의 일시적 착색과 불쾌한 맛, 끈적끈적한 질감으로 인해 도포 시 거부감을 갖게 한다. 또한 불소 바니쉬가 다른 재료에 비해 구강내 치아에 오래동안 잔존되어 있으나 타액이나 구강내 저작환경에 의하여 씻겨 내려가므로 구강 내에서 적절한 불소 농도를 오랜 시간 동안  유지할 수 없다는 단점이 있어 새로운 불소 전달 방식이 시도되고 있다. Tomba와 Curzon[23]은 glass와 pellet에 불소를 첨가하여 구강 내 불소의 잔류시간을 증가시키는 실험을 하였으며, Gabre 등[24]은 점막용 접착 연고에 불소를 첨가하는 시도를 하였다. 최근에는 인체에 무해하고 자극성이 없으며 생체 친화성이 좋은 carboxymethyl cellulose를 주원료로 한 기저재에 만들어 불소를 첨가한 후 얇은 박막성 테잎을 제조하여 치아우식증 억제 및 치아과민증 감소를 위한 치료의 방법으로 많은 시도가 이루어지고 있다. 국내에서 행해진 불소테잎의 효과에 관한 실험에서 장 등[25]은 불소함유 접착테잎의 상아질 지각과민증 치료효과에 대한 생체 실험에서 불소테잎과 불소 바니쉬는 상아질 지각과민에 효과적으로 감소시켰으며 두 약제간 효과의 차이는 없었다고 하였고, 박 등[26]은 불소테잎의 치아우식증 예방효과에 대하여 불소 젤인 APF gel보다 효과적이며, 불소 바니쉬와는 유사한 효과를 가진다고 보고하였다.

본 실험에서는 친수성인 sodium carboxymethyl cellulose를 이용하여 얇은 박막을 실험적으로 제조하고, 나노코팅기술을 이용하여 5% NaF와 10% NaF

를 함유한 접착테잎을 제작하여 법랑질 침식에 대해 효과가 알려진 불소 바니쉬와 비교 평가 하고자 하였다.

침식된 법랑질을 측정하는 방법에는 microradiography, 미세경도 측정법, 주사전자현미경 관찰, 화학적 분석법, EMPA, X-선 회절 분석법 등의 다양한 정성·정량 분석법이 사용되고 있다[27-30]. 본 실험에서는 표면 미세경도기와 편광 현미경, 주사전자현미경을 사용하여 동일 시편의 대조군과 실험군의 침식 정도를 비교, 평가하였다. 미세경도 측정법은 법랑질 표면에 일정 압력을 가한 후 압흔의 깊이를 산술하여 표면경도를 평가하는 것이며, 치질 표층에서 50um 이내의 깊이에 국한된 변화나 병소의 측정에 유용한 방법이다[31]. 시편 간의 석회화 정도 차이를 보완하고자 시험 전, 모든 시편의 상, 하, 좌, 우측 임의의 4개의 부위에서 1mm 간격으로 VHN을 측정하고 평균 VHN이 200-300 범위를 갖는 80개의 시편을 선택하였고, 군간 유의차가 없음을 확인하였다.

본 연구에서 시편의 표면미세경도를 측정하여 침식 예방 정도를 평가한 결과, 불소를 도포한 실험면이 어떠한 처치를 하지 않은 대조면보다 높은 표면미세경도 값을 보여 불소의 침식 예방 효과를 관찰할 수 있었으며 ($p<0.05$), 시간이 경과함에 따라 표면미세경도 값이 점차 감소되었다. 실험 1일 후에는 3군이 다른 군에 비하여 낮은 값을 갖고 1군, 2군, 4군이 비슷한 경도를 보였으나, 시간이 경과됨에 따라 3군의 표면미세경도 감소율이 작아지면서 실험 5일 후에는 모든 시편이 비슷한 값을 보였다. 편광 현미경을 이용한 침식의 깊이 측정에서도 불소를 도포한 실험면이 아무런 처치를 하지 않은 대조군에 비해 상대적으로 깊이가 얕게 측정되어 불소의 침식 억제 능력을 재확인할 수 있었으며 ($p<0.05$), 1군과 4군의 실험면은 2군과 3군의 실험면과 비교 시 침식 깊이가 얕게 측정되었다. 1군과 2군간에서는 유의한 차이가 있었으나 ($p<0.05$), 다른 군 간에는 유의성이 없었다 ($p>0.05$). 주사전자현미경 상에서는 모든 시편의 대조군에서는 분화구 모양과 거친 표면을 관찰 할 수 있었고, 실험면에서는 평활한 모습을 볼 수 있었다. 1군과 4군의 실험면은 2군과 3군의 실험면과 비교시 더 부드럽고 평활한 모습을 관찰 할 수 있었다. 이상의 결과를 보면 불소 바니쉬의 치아 침식 예방 효과는 불소 테이프와 비슷한

결과를 보였으며, 10% 불소 테잎이 5% 불소 테잎보다 더 좋은 결과를 나타냈다. 이는 불소의 함량이 더 많아서 침식 예방효과가 있었다고 추론할 수 있었다.

각각의 시편에 도포된 불소 함유량을 알아보기 위하여 가로, 세로가 각각 5mm 길이인 시편에 불소 제재를 도포하고, 분석용 전자 저울(LIBROR AEX-200B, SHIMDZU corporation. Japan)을 사용하여 측정해 본 결과 Cavity Shield는 0.6mg, Fluor Protector는 0.3mg, 불소 테잎은 0.1mg을 함유하고 있었다. 이는 불소 테잎이 불소 바니쉬보다 적은 양의 불소를 함유하고 있지만, 치아침식증 예방효과면에서는 비슷한 정도를 보여 불소 함량 대비 효과가 더 좋음을 알 수 있었다. 또한 불소의 함량이 적으므로 불소의 반복 사용으로 야기될 수 있는 전신적 부작용 및 반상치를 예방하는데 불소 바니쉬보다 유리하다고 할 수 있다.

이 실험에서는 상용품인 불소 바니쉬와 실험실적으로 개발된 불소테잎을 이용하여 인공 침식을 일으켜 각각의 법랑질 침식 예방 효과를 비교 할 수 있었다. 불소 바니쉬에 대한 치아침식증 예방효과에 대해서는 많은 실험이 이루어졌지만, 새로 개발된 불소테잎에 대한 연구는 미비한 상태이다. 치아침식증에 대한 불소테잎의 최적의 예방적 치료를 위하여 테잎의 불소함량, 테잎의 두께, 적용방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

# V. 결 론

접착테잎 형태의 새로운 불소 전달 매체를 개발하고 이에 대한 치아침식증 예방효과를 기존의 전문가 불소도포 제재인 불소 바니쉬와 비교, 평가하고자 하였다. 소의 법랑질 시편에 불소 바니쉬인 Cavity Shield™, Fluor Protector™, 그리고 자체 개발한 5%, 10% 불소접착테잎 시제품을 도포한 후 인공적으로 침식을 유발시켜 표면 미세경도 및 병소깊이를 측정하고 법랑질 표면 관찰을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불소를 도포한 실험군이 아무런 처치를 하지 않은 대조군에 비해 침식용액에 담근 1, 3, 5일 후 표면미세경도가 높았다 ($p<0.05$).
2. 불소를 도포한 각 실험군의 표면미세경도는 침식용액에 담근 시간이 경과함에 따라 감소하였다. 5일후에는 10% 불소접착테잎군(4군)이 표면미세경도가 가장 높았으며 ($P<0.05$) 3군, 1군, 2군 순이였다. 그러나 1군과 3군 사이에는 유의한 차이가 없었다.
3. 10% 불소접착테잎군(4군)이 5% 불소접착테잎군(3군)보다 실험 1일째, 3일째, 5일째의 전 실험기간에서 높은 표면미세경도 값을 보였다 ($P<0.05$).
4. 대조면과 실험면의 침식병소의 깊이 차이는 1군이 1.16 μm로 가장 컸으며 4군(1.07 μm), 3군(0.88 μm), 2군(0.86 μm)순이였다. 1군과 2군은 유의한 차이가 있었다 ($P<0.05$).
5. 주사전자현미경 소견에서 각 군의 대조면은 전반적으로 거칠고 법랑소주의 중심부가 분화구 모양으로 함몰된 양상을 보였으나 불소를 처치한 실험군은 부드럽고 평활한 모습을 보였으며 실험군 각 군간에는 비슷한 표면소견을 보였다.

이상의 결과를 종합하면 불소접착테잎은 불소 바니쉬와 유사하거나 더 높은 치아 침식증 예방효과를 나타내었다. 불소접착테잎은 향후 전문가 불소도포 제제뿐만 아니라 자가 도포법으로도 활용할 수 있는 가능성이 매우 높을 것으로 사료된다.

# 참고문헌


1. Imfeld T : Dental erision. Definition, classification and links. Eur J Oral Sci, 104: 151-155, 1996.
2. Jervinen VK, Rytemaa II, Heinonen OP : Risk factors in dental erosion. J Dent Res, 70:942-947, 1991.
3. Ten Rruggen Cate HJ : Dental erosion in industry. Br J Ind Med, 25:249-266, 1968
4. Scheutzel P : Etiology of dental erosion-intrinsic factor. Eur J Oral Sci, 104:178-190, 1986
5. Deshpande SD, Hugar SM : Dental erosion in children : an increasing clinical problem. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 22:118-127, 2004.
6. Hunter ML, West NX, Hughes JA, et al : Erosion of deciduous and permanent dental hard tissue in the oral environment. J Dent, 28:257-263, 2000.
7. Lussi A, Schaffner M : Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shape defects over a 6-year period. Caries Res, 34: 182-187, 2000.
8. O'Sullivan EA, Curzon ME : A comparison of acidic dietary factors in children with and without dental erosion. J Dent Res, 70: 942-947, 1991.
9. Ganss C, Klimek J, Schaffer U, et al. : Effectiveness of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentin in vitro. Caries Res, 35:325-330, 2001.
10. Mok TB, McIntyre J, Hunt D : Dental erosion : in vitro model of wine assessor's erosion. Aust Dent J, 46(4):263-268, 2001.
11. Curzon ME, Toumba KJ : *In vitro* and *in vivo* assessment of a glass slow fluoride releasing device: a pilot study. Br Dent J, 196:543-546, 2004.
12. Gabre P, Birkhed D, Gahnberg L : Fluoride retention of a mucosa adhesive paste compared with other home-care fluoride products. Caries

Res, 42:240-246, 2008.
13. Elkins TE, Ling FW, Ahokas RA, et al. : Adhesion prevention by solutions of sodium carboxymethylcellulose in the rat. II. Fertil Steril, 41(6):929-32, 1984.
14. Birkeland JM : The effect of pH and the interation of fluoride and saliva ions. Caries Res, 7:11-18, 1973
15. Pindborg J : Pathology of dental hard tissue. Munksgaard, Copenhagen, 3-12, 1970.
16. Levine R. S : Fruit juice erosion-an increasing danger. J Dent, 2:85-88, 1974
17. Millward A, Shaw L, Smith A : Dental erosion in four-year-old children from differing socioeconomic backgrounds. J Dent Child, 61:263-266, 1994.
18. Truin GJ, van Rijkom HM, Mulder J, et al. : Caries trends 1996-2002 among 6-and 12-year-old children and erosive wear prevalence among 12-year-old chil-dren in the Hague. Caries Res, 39:2-8, 2005.
19. Asher C, Read MJF : Early enamel erosion in children associated with the excessive consumption of citric acid. Br Dent J, 162:384-387, 1987.
20. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM : The influence of xylitol and fluoride on dental erosion *in vitro*. Arch Oral Biol, 43:157-161, 1998.
21. 안호영, 이광희, 김대업 : 산성 음료에 의한 법랑질 침식과 인공타액에 의한 재광화. 대한소아치과학회지, 29(1):84-91, 2002.
22. 대한소아치과학회 : 소아, 청소년 치과학. 신흥인터내셔널, 서울, 99-108, 1999.
23. Toumba KJ, Curzon MEJ : A clinical trial of a slow releasing fluoride device in children. Caries Res, 39:195-200, 2005
24. Gabre P, Ellefesen B, Birkhed D : Oral retention of fluoride from a mucosa adhesive paste supplemented with NaF - a pilot study. Oral Health Prev Dent, 3:159-163, 2005.
25. 장향길, 이난영, 이상호 : 불소함유 접착 테이프의 상아질 지각과민증 치료효과. 대한소아치과학회지, 38(3):357-376

26. 박덕용, 이난영, 이상호 : 나노기술을 이용해 제작한 불소함유 접착필름의 치아우식증 예방효과. 대한소아치과학회지, 35(4):662-670, 2008.
27. Arends J, ten Bosch JJ : Demineralization and remineralization evalution techniques. J Dent Res, 71:924-928, 1992.
28. Herkstroter FM, Noordman J, ten Bosch JJ : It's use to measure mineral changes in curved and thick samples. Caries Res, 23:342-345, 1990.
29. Featherstone J, ten Cate J, Shariati M, et al. : Comparison of artificial carieslike lesions by quantitative microradioraphy and microhardness profiles. Caries Res, 17:385-391, 1983
30. Zero DT, Rahbek L, Fu J, et al. : Comparison of the iodide permeability test, the surface microhardness test, and the mineral distribution of bovine enamel following acid challenge. Caries Res, 24:181-199, 1990.
31. Featherstone J : Consensus conference on intra-oral models. J Dent Res, 71:955-956, 1992.

# 저작물 이용 허락서

| 학 과 | 치의학과 | 학 번 | 20087431 | 과 정 | 박사 |
|---|---|---|---|---|---|
| 성 명 | 한글 : 박덕용 한문 : 朴德用 영문 : Park Duck-Yong | | | | |
| 주 소 | 광주 동구 학동 750-1 삼익 세라믹@2-1503 | | | | |
| 연락처 | E-MAIL : pdy1351@hanmail.net | | | | |
| 논문제목 | 한글 : 불화나트륨 함유 접착테잎의 치아침식증 예방효과<br>영문 : Preventive effect of the adhesive tape supplemented with NaF on dental erosion | | | | |

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

**동의여부 : 동의( O ) 반대( )**

2010년 2월 일

저작자: 박 덕 용 (서명 또는 인)

## 조선대학교 총장 귀하

# 감사의 글

어린 시절부터 자식들의 공부하는 모습을 항상 기뻐 하시고 자식들의 교육 뒷바라지에 모든 힘을 쏟으시며 부모님으로서의 본을 보여 주신 아버님과 어머니에게 감사드립니다.

남편으로의 부족함을 항상 이해하고 격려하며 지난 팔년 동안 함께 한 소중한 내 아내 박주연, 그리고 착하고 예쁘게 자라는 두 딸 박보미, 박규리에게 아빠로서 고마움과 믿음, 사랑을 보내며 열심히 살아가는 모습을 보여주기를 원합니다.

항상 저희 건강을 염려하시는 존경하는 장인, 장모님 건강하게 오래 사시길 바라며, 옆에서 격려해주신 모든 형제, 친지에게 감사드립니다. 그 동안 본 논문을 지도해주신 이상호 병원장님, 그리고 소아치과 이난영 과장님과 의국원 여러분에게 진심으로 감사드립니다. 저는 이 시간 이후에도 항상 학문과 진료에 최선을 다하는 치과의사가 되기를 노력하겠습니다.

2009년 겨울

본 논문을 펴내며 박 덕 용