

## Digital Imaging Fiber-Optic Trans-Illumination을 이용한 초기 법랑질 우식병소의 조기 진단

염혜웅 · 김종수 · 유승훈

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

치아 우식증의 발생과 관련된 분야에 대한 연구는 지난 20년간 활발히 진행되어 괄목할만한 발전을 이루었다. 그러나 치아 우식증의 원천적인 예방을 이루기 위해서는 보다 새로운 실험 장비와 기구를 이용한 다각적인 연구가 요구되며, 이러한 흐름에 부응하여 미국의 인디애나 치과대학을 중심으로 초기 법랑질 우식증에 관한 재조명이 집중적으로 이루어지고 있다.

또한 세계적으로 치과계의 지속적인 대민 교육과 홍보 및 불소화 사업 등의 우식 예방에 대한 노력과 구강 보건에 대한 대중의 인식 향상을 통해 치아 우식증이 감소하는 추세에 있으며, 이로 인해 치아 우식증이 기존의 교합면보다 인접면에서 더 많이 발견되는 추세로 변화되고 있다.

치아 우식증의 조기 진단을 목적으로 새로운 진단 장비들이 속속 개발되고 있으며 이미 성능의 우수성이 실험실 연구를 통해 입증된 바 있다. 본 연구의 목적은 초기 인접면 우식증의 진단에 있어 새로 개발된 DIFOTI™ 시스템의 효능을 기존의 방법인 시진 및 교익방사선사진과 비교 평가하고, 임상 적용시의 문제점을 파악하여 차후 DIFOTI™ 시스템 개발에 필요한 개선안을 제시함과 아울러 치아 우식증의 예방 및 불소를 이용한 초기 우식증 재광화 방법에 대한 기초 연구 자료를 마련하고자 하였다.

학동기 연령에 있는 유치 탈락 시기에 근접한 것으로 기대되는 23명의 아동을 대상으로 구강 검진 2회, 구치부 교익 방사선 필름 판독 2회 그리고 전치부 및 구치부 DIFOTI™ 이미지 판독 2회를 실시하고 각 방법에 대한 신뢰도 평가를 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구강 검진시 검사자간 신뢰도는 교합면에서 평균 0.8470으로 가장 높았으며, 근심면 평균 0.6430, 원심면 평균 0.5727, 설면 평균 0.2807 그리고 협면 평균 0.2339 순으로 나타났다. 구치부에 국한시킨 경우 교합면에서는 평균 0.8577이었으며, 원심면 평균 0.8211, 설면 평균 0.7728, 협면 평균 0.7152, 근심면 평균 0.6782 순으로 나타났다.
2. 구치부 교익 방사선 사진 판독 결과에 대한 검사자간 신뢰도는 교합면 평균 0.8346, 근심면 평균 0.8675, 원심면 평균 0.8482 순으로 나타났다.
3. DIFOTI™ 이미지 판독 결과에 대한 검사자간 신뢰도는 교합면 평균 0.8437, 협면 평균 8379, 근심면 평균 0.8223, 설면 평균 0.7766, 원심면 평균 0.6781 순으로 나타났다.
4. 치아 우식증 진단율을 비교한 결과 교합면, 협면, 설면에서는 DIFOTI™ 이미지 판독이 가장 우수한 것으로 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), 근심면과 원심면에서는 방사선 판독이 가장 우수한 것으로 나타났( $p < 0.05$ ).

**주요어** : Digital Imaging Fiber-Optic Trans-Illumination, 조기 진단, 치아 우식증

교신저자 : 김종수

충남 천안시 안서동 산29

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 041-550-1931,2 Fax : 041-555-2329

E-mail : jskim@dku.edu

### I. 서 론

지난 20년간 치아 우식증의 기전에 대한 연구는 많은 발전을 이룩하였으며 보다 발전된 연구를 위해서 새로운 장비와 기구들의 개발이 필요하게 되었다<sup>1,2)</sup>. 더불어 국가 및 개인의 구강

건강 관리에 대한 관심과 국가적 차원의 예방 사업을 통해 전 세계적으로 치아 우식증이 감소하는 추세에 있다. 이러한 노력의 결과, 치아 우식증 발생 부위가 교합면보다 상대적으로 인접면에서 더 많아지는 양상이 나타나고 있다<sup>3,4)</sup>.

초기 치아 우식증은 탈회와 재광화가 동시에 일어나는 진행성 질환으로 육안으로는 식별하기는 어렵고 특별한 장비를 이용해야만 진단할 수 있다<sup>5-7)</sup>. 기존의 구강 검진 방법들 중 탐침을 이용한 방법은 오히려 법랑질 표면의 건전 표층을 파괴함으로써 외동 형성을 촉진시키는 부작용을 가지고 있으며, 존재 여부를 인지한다 하더라도 그 진행 정도와 상태를 정확하게 판단할 수 없으며, 방사선 사진 촬영은 방사선 노출에 대한 우려를 낳고 있다<sup>8,9)</sup>.

치아 관리의 총체적 개념은 외동 형성과 수복으로부터 초기 단계의 우식 진행을 조기에 발견하여 불소 등을 이용한 화학 요법과 같은 비침습적(non-invasive) 방법을 통해 보존하도록 하는 개념으로 이를 위해서는 보다 정확하고 감도가 높은 새로운 진단 장비가 필요하게 되었다<sup>9,10)</sup>.

이러한 목적으로 새로 개발된 조기 진단 장비들로는 레이저를 광원으로 하여 치면에서 반사되는 반사량을 기준으로 탈회 정도를 진단하는 laser fluorescence technique<sup>11)</sup>, 탈회 법랑질이 수분으로 가득 차게 되고 또 이 부위에서 초음파가 흡수되는 원리를 이용한 ultrasonic system<sup>12)</sup>, back-scattered radiation을 이용하여 표면 직하부 관찰이 가능한 점을 응용한 Confocal microscopy<sup>13)</sup>, 인체에 해가 없는 가시광선을 광원으로 하여 탈회 정도에 따라 반사량이 달라진 점에 착안하여 고안된 Quantitative Light-induced Fluorescence(QLF) 시스템과 레이저를 이용한 DIAGNOdent<sup>14)</sup> 등이 있으며, 본 연구에서 사용된 Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination<sup>15)</sup> 시스템 등이 있다.

본 연구의 목적은 새로 개발된 DIFOTT™ 시스템을 초기 법랑질 우식증의 진단에 있어 기존의 방법인 사진 및 교익방사선 사진과 비교 평가하고, 차후 DIFOTT™ 시스템 개발에 필요한

임상 적용시의 문제점을 파악, 개선안을 제시하고, 치아 우식증의 예방과 불소를 이용한 초기 우식증 재광화 방법에 대한 기초 연구 자료를 마련하기 위함이었다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 대상 및 재료

#### 1) 연구 대상

천안 소재 아동 복지 보육원인 신아원 원생 중 학동기 연령에 해당되면서 유치 탈락 시기가 도래된 것으로 기대되는 23명을 대상으로 선정하였다. 성별 분포는 남아가 16명, 여아가 7명이었으며, 연령별 분포는 8세 5명, 9세 9명, 10세 3명, 11세 5명 그리고 12세는 1명이었다(Fig. 1).

#### 2) 연구 재료

##### ① 구강 검사

설압자, 구내 거울, 휴대용 압축 공기 분무기 그리고 Tungsten high density portable light(Halomax, Osram, Germany)를 사용하였다.

##### ② 교익 방사선 사진

통상 사용되는 구내 방사선 촬영용 방사선 촬영 장치(Trophy, France)와 소아용 구내 필름(Kodak, Fig. 1. Frequency of children by age. USA)에 교합 촬영이 용이하도록 탭(Omnitab, Japan)을 필름에 수직이 되도록 고정하여 촬영하였다.

##### ③ 구내 디지털 영상 장비

구내 디지털 영상 장비인 Digital Image Fiber-Optic Trans-Illumination System (DIFOTT™, Electro-Optical Sciences Inc., Irvington, New York, USA, Fig. 2)을 이용

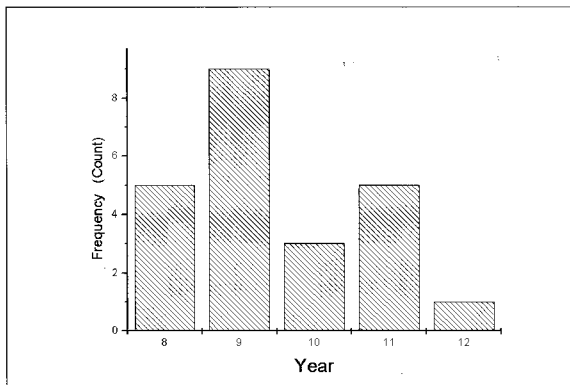


Fig. 1. Frequency of children by age.

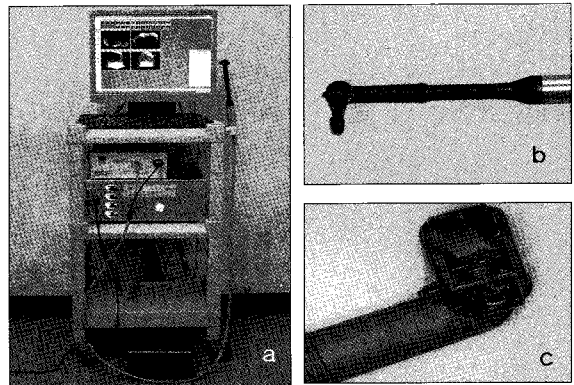


Fig. 2. Digital Image Fiber-Optic Trans-Illumination System. a) Full System, b) Hand-Piece, c) Mouth-Piece.

하였다. DIFOTI™ 시스템은 CCD 카메라가 장착된 Hand-Piece(Fig. 2b)와 저전압 50 watt Arc lamp가 내장된 광원의 조절과 영상 전달을 담당하는 Light Control Box, 영상 캡처를 위한 USB 방식의 페달 스위치 그리고 영상 관리를 위한 컴퓨터로 구성되어 있으며 구강내에 들어가는 Mouth-Piece(Fig. 2c)는 일회용이다.

2. 연구방법

1) 검사 방법

① 구강 검사

구강 검진은 2회 실시하였는데 1차에서는 설압자, 구내 거울, 휴대용 압축 공기 분무기와 Tungsten high density portable light (Halomax, Osram, Germany)를 이용하여 신아원을 방문하여 시행하였으며, 2차는 단국대학교 치과병원 소아치과에 내원하여 치과 진료용 의자에서 구강 거울 그리고 압축 공기를 사용하여 시행하였다.

치아 검사는 압축 공기를 이용하여 치아 표면의 타액 등을 제거한 후 육안으로 관찰하였다. 모든 치아를 대상으로 하였으며, 2명의 검사자는 동일 아동에 대해 서로 독립적으로 구강 검사를 시행하였다. 각 치아를 교합면, 협면, 설면, 근심면 그리고

Table 1. Criteria for caries status

Score	Description
0	No Caries
1	Caries possible
2	Limited in Enamel
3	To DEJ
4	Involve the dentin

by Zero, et al

**Clinical Oral Health Examination Form**  
(Dept. of Pediatric Dentistry, Dankook University School of Dentistry)  
Name: \_\_\_\_\_ Age: \_\_\_\_\_ Sex: male [ ] female [ ]

Upper Right								Upper Left							
Teeth	1	2	3	4	5	6	7	Teeth	1	2	3	4	5	6	7
Occlusal								Occlusal							
Buccal								Buccal							
Lingual								Lingual							
Mesial								Mesial							
Distal								Distal							
Lower Right								Lower Left							
Teeth	1	2	3	4	5	6	7	Teeth	1	2	3	4	5	6	7
Occlusal								Occlusal							
Buccal								Buccal							
Lingual								Lingual							
Mesial								Mesial							
Distal								Distal							
DMFT								DMFS							

Fig. 3. Oral Health Examination Form.

원심면으로 나누어 Zero 등<sup>6)</sup>의 평가 방법을 변형하여 Table 1의 기준을 만들고 이에 따라 차트(Fig. 3)에 기록하였다. 기록된 자료들을 분석하여 DMFS index(우식경험연구치면지수), DMFT index(우식경험연구치수), DMFS rate(우식경험연구치면율)와 DMFT rate(우식경험연구치율)를 산출하였다.

② 교익 방사선 사진 촬영

교익 방사선 촬영은 단국대학교 치과병원 소아치과에 내원하여 시행하였으며, 제1,2소구치와 제1대구치 혹은 제1,2유구치와 제1대구치가 포함되도록 하였다. 촬영된 필름은 방사선 사진 관독용 형광관에 올려놓고 암실에서 동일 방사선 필름에 대해 2명의 검사자가 2주 간격을 두고 서로 독립적으로 Table 1의 기준에 따라 관독하여 차트(Fig. 3)에 기록하였다.

촬영 조건은 방사선의 중심선이 인접면을 수직으로 통과하도록 수평 및 수직각을 조절 하였으며, 조사선량 70 kV, 8 mA, 조사 시간 0.24초의 조건으로 촬영하였다.

③ DIFOTI 이미지 촬영

CCD Camera가 내장된 Hand-piece를 구강내 넣고 위치를 조절하여 가장 좋은 영상이 나타났을때 페달 스위치를 눌러 이미지를 캡처한 후 비압축 형태인 BMP 형식의 이미지 파일로 컴퓨터에 저장하였다. 모든 치아를 대상으로 교합면, 협면, 설면, 근심면, 원심면이 포함되도록 이미지를 촬영하였다. CCD 카메라를 통해 전달될 영상은 비압축 형태인 BMP 파일 형식으로 개인용 컴퓨터에 저장되었다(Fig. 4).

동일 이미지에 대해 2명의 검사자가 상악 중절치와 측절치 그리고 제1,2소구치 혹은 제1,2유구치에 대해 Zero 등<sup>6)</sup>의 연구 방법에서 변형시킨 Table 2의 관독 기준을 만들고 이에 따라 서로 독립적으로 관독을 시행한 후 차트(Fig. 3)에 기록하였다.



Fig. 4. Captured image of DIFOTI™ program when image capturing.

④ 통계 분석

구강 검진 결과 중 상악 중절치, 상악 측절치, 제1,2소구치 혹은 제1,2유구치 및 제1대구치에 대한 2명의 검사자간 및 검사자내, 방사선 판독 결과 중 제1,2소구치 혹은 제1,2유구치 및 제1대구치에 대한 2명의 검사자간 및 검사자내, 그리고 DIFOTI™ 이미지 판독 결과 중 상악 중절치, 상악 측절치, 제1,2소구치 혹은 제1,2유구치 및 제1대구치에 대한 2명의 검사자간 및 검사자내 진단 결과를 Fleiss 등<sup>17,18)</sup>의 방법에 따라 SPSS 프로그램(SPSS inc., USA)을 이용하여 신뢰도 분석(reliability test)을 통하여 각 진단 방법에 대한 신뢰도를 평가하였다.

각 방법에 대한 치아 우식증의 진단율을 비교 분석하기 위하여 구강 검진, 방사선 촬영 및 DIFOTI™ 이미지 판독 결과 중 제1,2소구치 혹은 제1,2유구치 및 제1대구치의 교합면, 근심면, 원심면에 대한 치아 우식증의 존재 유무를 Kruskal Wallis 분석 방법으로 비교하였으며, 상악 중절치와 상악 측절치의 협면 및 설면에 대한 결과를 비교 분석하기 위하여 Mann-Whitney 분석 방법을 이용하였다.

**Table 2.** Criteria for caries status

Score	Description
0	No caries present
1	Probably no caries present
2	Not sure
3	Probably caries present
4	Caries present

**Table 3.** Intra-examiner reliability test for DMFT and DMFS scores by visual oral examination

	Examiner 1	Examiner 2
	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>
DMFT Score	0.9184	0.927
DMFS Score	0.9341	0.9219

(Alpha Value)

**Table 5.** Intra-examiner reliability test for specific surface by visual oral examination

	Examiner 1	Examiner 2	Mean
	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	
Occlusal Surface	0.8849	0.8665	0.8757
Buccal Surface	0.6192	0.8220	0.7206
Lingual Surface	0.7654	0.7907	0.7781
Mesial Surface	0.7879	0.8736	0.8308
Distal Surface	0.8636	0.9163	0.8900

(Alpha Value)

Ⅲ. 연구결과

구강 검진 내용을 분석한 결과 DMFT index는 6.3, DMFS index는 11.2로 나타났다. 대상 아동에 대한 DMFT rate는 0.29±0.01이었으며, DMFS rate는 0.12±0.04이었다.

구강 검진 결과에 대한 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 3에 나타내었다. 제1검사자의 DMFT 점수에 대한 1차, 2차 검사 결과의 신뢰도는 0.9184였으며, DMFS 점수에 대한 1차, 2차 검사 결과의 신뢰도는 0.9341이었다. 제2검사자의 DMFT 점수에 대한 1차, 2차 검사 결과의 신뢰도는 0.9270이었으며, DMFS 점수에 대한 1차, 2차 검사 결과의 신뢰도는 0.9219이었다.

구강 검진 결과에 대한 검사자 간 신뢰도 평가 결과를 Table 4에 나타내었다. 1차 검사의 DMFT 점수에 대한 검사자간 신뢰도는 0.9612였으며, DMFS 점수에 대한 신뢰도는 0.9341이었다. 2차 검사의 DMFT 점수에 대한 검사자간 신뢰도는 0.9147이었으며, DMFS 점수에 대한 신뢰도는 0.7789이었다.

특정 치아 부위에 대한 구강 검진 결과의 신뢰도 분석 결과를 Table 5에 나타내었다.

구강 검진 결과를 치아의 각 면에 대한 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 5에 나타내었다. 교합면에 대한 1,2차 검사의 우식 진단에 대한 제1 검사자내 신뢰도는 0.8849였으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.6192였으며, 설면에 대한 신뢰도는 0.7654였으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.7879였고 원심면에 대한 신뢰도는 0.8636이었다.

**Table 4.** Inter-examiner reliability test for DMFT and DMFS scores by visual oral examination

	1 <sup>st</sup> Exam	2 <sup>nd</sup> Exam
	Examiner 1 vs 2	Examiner 1 vs 2
DMFT Score	0.9612	0.9147
DMFS Score	0.8390	0.7789

(Alpha Value)

**Table 6.** Inter-examiner reliability test for specific surface by visual oral examination

	1 <sup>st</sup> Exam	2 <sup>nd</sup> Exam	Mean
	Examiner 1 vs 2	Examiner 1 vs 2	
Occlusal Surface	0.8577	0.8362	0.8470
Buccal Surface	0.2384	0.2293	0.2339
Lingual Surface	0.4283	0.1330	0.2807
Mesial Surface	0.6358	0.6501	0.6430
Distal Surface	0.6173	0.5280	0.5727

(Alpha Value)

제2 검사자에 대한 교합면의 우식 진단에 대한 검사자내 신뢰도는 0.8665였으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.8220이었으며, 설면에 대한 신뢰도는 0.7907이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.8736이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.9163이었다.

구강 검진 결과 중 모든 치아의 각 면에 대한 검사자간 신뢰도 평가 결과를 Table 6에 나타내었다. 교합면에 대한 1차 검사의 검사자간 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8577이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.2384이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.4283이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.6358이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.6173이었다.

모든 치아의 교합면에 대한 2차 구강 검진에 대한 검사자간 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8362이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.2293이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.1330이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.6501이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.52803이었다.

구강 검진시 검사자간 신뢰도는 교합면에서 평균 0.8470으로 가장 높았으며, 근심면 평균 0.6430, 원심면 평균 0.5727, 설면 평균 0.2807 그리고 협면 평균 0.2339 순으로 나타났다.

구강 검진 결과중 구치부 각 치아면에 대한 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 7에 나타내었다. 교합면에 대한 1차, 2차 검사의 제1 검사자내 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8674이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.6133이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.7627이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.5329이었고

원심면에 대한 신뢰도는 0.7125이었다.

제1,2차 구강 검진 결과 중 구치부에 대한 제2검사자내 신뢰도 평가 결과 중 교합면에 대한 검사자내 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8479이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.8170이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.7828이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.8235이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.9297이었다.

제1,2차 구강 검진 결과중 구치부 각 치아면에 대한 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 8에 나타내었다. 1차 구강 검진 결과의 교합면에 대한 검사자간 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8246이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.2179이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.4170이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.3865이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.4216이었다.

2차 구강 검진 결과의 교합면에 대한 검사자간 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8115이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.2152이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.1171이었으며, 근심면에 대한 신뢰도는 0.3415이었고 원심면에 대한 신뢰도는 0.2584이었다.

구치부에 국한 시킨 경우 교합면에서의 신뢰도는 평균 0.8577이었으며, 원심면 평균 0.8211, 설면 평균 0.7728, 협면 평균 0.7152, 원심면 평균 0.6782 순으로 나타났다.

구치부 교의 방사선 필름에 대한 1차, 2차 판독 결과의 각 치아면에 대한 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 9에 나타내었다. 교합면에 대한 1차, 2차 검사의 제1검사자내 우식 진단에

**Table 7.** Inter-examiner reliability test for specific surface by visual oral examination at posterior teeth

	Examiner 1	Examiner 2	Mean
	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	
Occlusal Surface	0.8674	0.8479	0.8577
Buccal Surface	0.6133	0.8170	0.7152
Lingual Surface	0.7627	0.7828	0.7728
Mesial Surface	0.5329	0.8235	0.6782
Distal Surface	0.7125	0.9297	0.8211

(Alpha Value)

**Table 8.** Inter-examiner reliability test for specific surface by visual oral examination at posterior teeth

	1 <sup>st</sup> Exam	2 <sup>nd</sup> Exam	Mean
	Examiner 1 vs 2	Examiner 1 vs 2	
Occlusal Surface	0.8246	0.8115	0.8181
Buccal Surface	0.2179	0.2152	0.2166
Lingual Surface	0.4170	0.1171	0.2671
Mesial Surface	0.3865	0.3415	0.3640
Distal Surface	0.4216	0.2584	0.3400

(Alpha Value)

**Table 9.** Intra-examiner reliability test for specific surface by bitewing radiography at posterior teeth

	Examiner 1	Examiner 2	Mean
	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	
Occlusal Surface	0.7909	0.9570	0.8740
Buccal Surface	NA	NA	NA
Lingual Surface	NA	NA	NA
Mesial Surface	0.9627	0.9250	0.9439
Distal Surface	0.8707	0.9826	0.9267

\* NA : not available  
(Alpha Value)

**Table 10.** Inter-examiner reliability test for specific surface by bitewing radiography at posterior teeth

	1 <sup>st</sup> Exam	2 <sup>nd</sup> Exam	Mean
	Examiner 1 vs 2	Examiner 1 vs 2	
Occlusal Surface	0.8148	0.8543	0.8346
Buccal Surface	NA	NA	NA
Lingual Surface	NA	NA	NA
Mesial Surface	0.8687	0.8663	0.8675
Distal Surface	0.8156	0.8807	0.8482

\* NA : not available  
(Alpha Value)

대한 신뢰도는 0.7909이었으며, 협면과 설면은 진단에서 제외되었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.9627이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.8707이었다.

교합면에 대한 제2검사자내 우식 진단 신뢰도는 0.9570이었으며, 협면과 설면은 진단에서 제외되었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.9250이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.9826이었다.

구치부 교익 방사선 판독 결과에 대한 각 치아면의 검사자간 신뢰도 평가 결과를 Table 10에 나타내었다. 제1차 판독 결과 중 교합면에 대한 검사자간 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8148이었으며, 협면과 설면은 진단에서 제외되었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.8687이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.8156이었다.

2차 판독 결과 중 교합면에 대한 검사자간 우식 진단 신뢰도는 0.8543이었으며, 협면과 설면은 진단에서 제외되었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.8663이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.8807이었다.

DIFOTI™ 이미지에 대한 1차, 2차 판독 결과의 검사자내 신뢰도 평가 결과를 Table 11에 나타내었다. 교합면에 대한 1차, 2차 검사의 제1 검사자내 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8148이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.8872이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.8180이었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.9180이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.8651이었다.

**Table 11.** Intra-examiner reliability test for specific surface by DIFOTI™ system

	Examiner 1	Examiner 2	Mean
	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	1 <sup>st</sup> vs 2 <sup>nd</sup>	
Occlusal Surface	0.8148	0.8523	0.8336
Buccal Surface	0.8872	0.9265	0.9069
Lingual Surface	0.8180	0.9003	0.8592
Mesial Surface	0.9180	0.9588	0.9384
Distal Surface	0.8651	0.6186	0.7419

(Alpha Value)

**Table 13.** Detection rate of dental caries by each method at posterior teeth

Method Surface	Visual Oral Exam	Bitewing Radiography	DIFOTI
Occlusal	29.68±9.09	24.13±6.60	43.73±7.27
Buccal	9.48±2.84	NA	32.70±3.70
Lingual	10.48±3.80	NA	25.00±2.03
Mesial	10.00±2.08	19.05±1.27	16.40±0.57
Distal	8.82±3.04	19.13±2.14	15.73±1.10

\* NA : not available

교합면에 대한 1차, 2차 검사의 제2 검사자내 우식 진단에 대한 신뢰도는 0.8523이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.9265이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.9003이었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.9588이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.6186이었다.

DIFOTI™ 이미지에 대한 1차, 2차 판독 결과의 검사자간 신뢰도 평가 결과를 Table 12에 나타내었다. 교합면에 대한 제1차 검사의 검사자간 우식 진단 신뢰도는 0.7712이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.7876이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.7402이었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.7739이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.6263이었다.

2차 판독에서 교합면에 대한 검사자간 우식 진단 신뢰도는 0.9162이었으며, 협면에 대한 신뢰도는 0.8881이었고, 설면에 대한 신뢰도는 0.8129이었다. 근심면에 대한 신뢰도는 0.8706이었으며 원심면에 대한 신뢰도는 0.7299이었다.

Fig. 5과 6은 검사자내 및 검사자간 신뢰도 검증 결과를 나타낸 도표들이다. 진단 방법에 따른 검사자내 신뢰도는 비교적 높게 나타나고 있으며, 방법간에도 별 다른 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 13에 각 진단 방법에 대한 치아 우식증 진단율을 나타내었다. 우식 진단율은 전체 치아면 수에 대한 우식 치아면 수의 백분율로 하였다.

**Table 12.** Inter-examiner reliability test for specific surface by DIFOTI™ system

	1 <sup>st</sup> Exam	2 <sup>nd</sup> Exam	Mean
	Examiner 1 vs 2	Examiner 1 vs 2	
Occlusal Surface	0.7712	0.9162	0.8437
Buccal Surface	0.7876	0.8881	0.8379
Lingual Surface	0.7402	0.8129	0.7766
Mesial Surface	0.7739	0.8706	0.8223
Distal Surface	0.6263	0.7299	0.6781

(Alpha Value)

**Table 14.** Statistical analysis of caries detection rate by several methods at posterior teeth

Method Surface	Visual Oral Exam	Bitewing Radiography	DIFOTI	p value
Occlusal	5.75	3.75	10.00	0.044 <sup>1)</sup>
Buccal	2.50	NA	6.50	0.029 <sup>2)</sup>
Lingual	2.50	NA	6.50	0.029 <sup>2)</sup>
Mesial	2.50	10.50	6.50	0.007 <sup>1)</sup>
Distal	2.50	10.25	6.75	0.010 <sup>1)</sup>

\* NA : not available

1) Kruskal Wallis test, 2) Mann-Whitney test

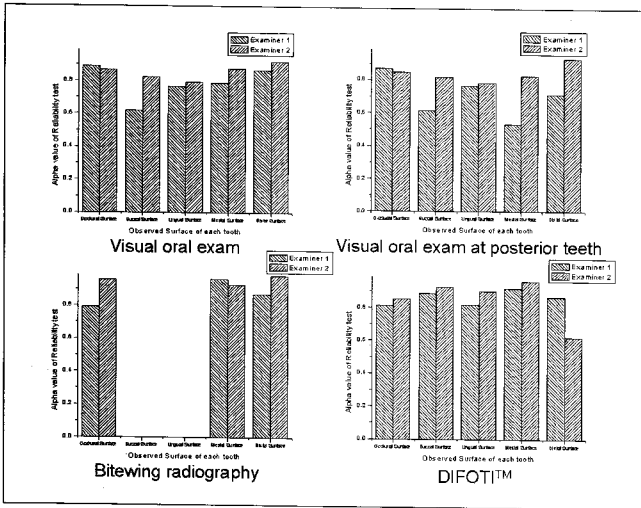


Fig. 5. Reliability test of intra-examiner.

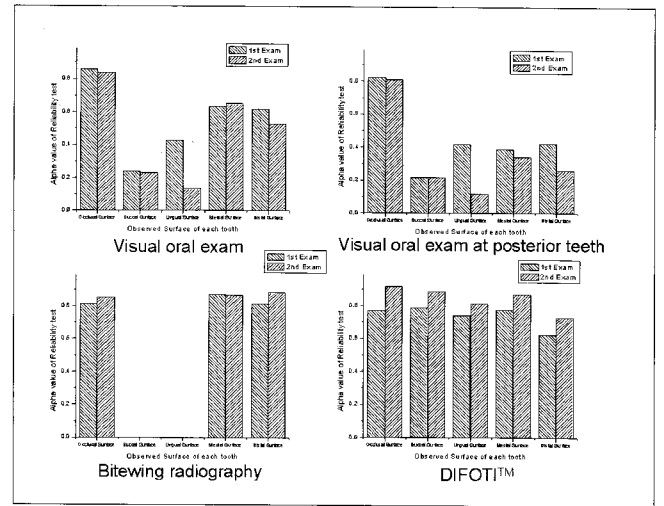


Fig. 6. Reliability test of inter-examiner.

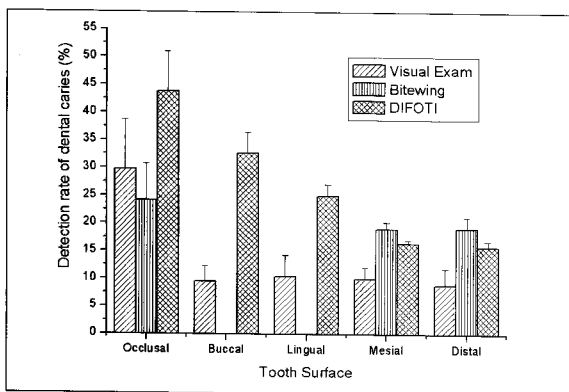


Fig. 7. Detection rate of dental caries of each method at posterior teeth.

구강 검진 방법에 의한 교합면의 우식 진단율은  $29.68 \pm 9.09$  이었으며, 협면에서는  $9.48 \pm 2.84$ , 설면에서는  $10.48 \pm 3.80$ , 근심면에서는  $10.00 \pm 2.08$ 이었으며 원심면에서는  $8.82 \pm 3.04$ 였다.

교익 방사선 사진 판독에 의한 교합면의 우식 진단율은  $24.13 \pm 6.60$ 이었으며, 협면과 설면은 제외되었다. 근심면에서는  $19.05 \pm 1.27$ 이었으며 원심면에서는  $19.13 \pm 2.14$ 였다.

DIFOTI™ 이미지 분석에 의한 교합면의 우식 진단율은  $43.73 \pm 7.27$ 이었으며, 협면에서는  $32.70 \pm 3.70$ , 설면에서는  $25.00 \pm 2.03$ , 근심면에서는  $16.40 \pm 0.57$ 이었으며 원심면에서는  $15.73 \pm 1.10$ 이었다.

Fig. 7은 특정 치아면에 대한 각 방법들의 치아 우식증 진단율을 나타낸 그래프로써, 교합면, 협면 그리고 설면에서는 DIFOTI™ 시스템이 가장 높게 나타났으며, 근심면과 원심면에서는 교익 방사선 판독이 가장 높게 나타났다.

각 진단 방법에 대한 우식 진단율에 대한 우위성을 평가하기

위하여 Kruskal Wallis test와 Mann-Whitney test를 시행하고 그 결과를 Table 14에 나타내었다. 교합면, 협면, 설면에서는 DIFOTI™ 시스템이 가장 우수한 것으로 나타났으며, 근원심면에서는 교익방사선 사진이 가장 높은 것으로 나타났다.

#### IV. 총괄 및 고안

1996년 제1차 인디애나 컨퍼런스를 통해 치아 우식증의 조기 진단의 필요성이 재조명되었고, 새로운 진단 방법의 다양화 가능성이 논의된 바 있다. 또한 이러한 조기 인지가 곧 질환에 대한 진단을 의미하는 것은 아니며<sup>19)</sup> 단지 범랑질내의 무기질 변화를 나타내는 분자 수준의 현상이라는데 의견을 같이 하기로 하였다<sup>20)</sup>.

초기 우식증(incipient caries 혹은 early caries)이란 용어는 와동 형성 전단계의 범랑질 탈회 상태로서, 생화학 요법에 의해 정상 범랑질로 회복될 가능성을 가지고 있고<sup>21)</sup>, 임의 장비에 의해 탈회 상태가 인지될 수 있는 단계에 있다는 의미를 내포하고 있다<sup>20,22)</sup>.

치아 우식증을 조기에 인지함으로써 1) 탈회된 범랑질의 재광화 가능성을 증가시킬 수 있으며, 2) 와동 형성 단계로 진행되는 위험성을 감소시킬 수 있으며, 3) 깊은 와동에 의한 과민 반응을 미연에 방지할 수 있으며, 4) 조기 침습적 시술과 관련된 비용을 절감할 수 있으며, 5) 자연 교합을 유지할 수 있고, 6) 범랑질 교유의 자연미를 보존할 수 있는 장점들을 기대할 수 있다<sup>20)</sup>.

현재 미국을 중심으로 세계적으로 추진되고 있는 조기 진단법의 목표는 : 1) 범랑질 평활면 표면의 200 $\mu$ m 깊이 이내에서 병소, 2) 소와 열구의 평활면 표면의 200 $\mu$ m 깊이 이내에서 병소, 3) 교합면 소와 열구 부위에서 범랑질 두께 1/2범위까지, 4) 감추어진 우식증 (hidden caries), 5) 범랑질 두께 1/2 범

위내의 이차 우식증을 인지하고, 6) 불필요한 침습적 시술을 줄일 수 있는 잘못된 양성 진단(false positive diagnosis)을 감소시켜야 하며, 7) 보다 빠르게 재광화정도를 평가할 수 있어야 하며, 8) 초기에 우식에 민감한 환자를 구분해 낼 수 있어야 한다<sup>20)</sup>.

반면, 조기 진단과 관련된 문제점도 지적되고 있는 바, 1) 조기 진단 과정에 소요되는 치과사의 시간과 노력이 충분히 보상받을 수 없을 수도 있다는 점, 2) 육안으로 식별 불가능한 질 환의 진단과 치료에 대해 치료비를 지불해야 하는데 부정적 견해를 가지고 있는 환자가 있을 수 있다는 측면, 3) 침습적 시술을 최소화하고 예방이 우선시 되는 치료 개념이 치과대학 교육이나 전문의들의 지지를 받지 못할 상황이 발생할 수도 있다는 점들이 우려되고 있다<sup>20)</sup>.

그러나 이러한 문제점들에도 불구하고 그동안 실험실 연구에서 성능의 우수성이 높이 평가되었던 QLF 시스템<sup>14,23-31)</sup> 과 DIFOTI™ 시스템<sup>15,32,33)</sup>의 시제품이 2003년도 인디애나 컨퍼런스에서 소개되면서 이들 장비들에 대한 임상 적용 연구가 활기를 띠기 시작하였다. 저자는 소아 환자층이 흔히 겪고 있는 치아 우식의 적극적인 예방을 위해 전제되어야 하는 조기 진단의 한계를 임상 경험을 통해 항상 느껴오던 바 이러한 우식 연구의 흐름에 동참하고자 하는 맥락에서 새로운 조기 진단 장비인 DIFOTI™ 시스템의 임상 적용 가능성을 평가하고자 본 연구를 기획하였다.

개인의 노력뿐만 아니라 국민 구강 보건 건강 향상을 위한 치과계의 예방 사업이 국가 차원의 적극적인 지원으로 확산됨에 따라 치아 우식증은 세계적으로 감소 추세에 있으며, 결과적으로 치아 우식증의 발생 부위가 교합면에서보다는 상대적으로 인접면으로 이환되어가는 양상을 보이고 있다<sup>3,4)</sup>. 또한 교합면 우식증의 경우에 깊은 열구 내에서의 우식 유발율이 상대적으로 증가하고 있는 현상<sup>34)</sup>은 불소 등을 이용한 재광화 노력의 결과로 판단되어 긍정적으로 평가할 수 있는 반면 우식을 진단하는 측면에서는 오히려 걸림돌이 되는 것으로 해석된다<sup>35-37)</sup>. 식별이 용이하지 않은 부위에 발생하는 우식을 조기 진단하기 위해서는 새로운 장비의 개발이 절실한데 Pitts<sup>37)</sup>는 이상적인 진단 장비로 인정받기 위해서는 치아 우식증이 없는 경우와 예방 치료가 추천되는 경우 그리고 보존 치료가 추천되는 경우 등을 명확히 구분지어 진단해 줄 수 있어야 한다고 주장하였다. 본 연구에서도 시진과 교익방사선사진에서는 우식이 없는 경우와 보존 치료가 필요한 경우는 구분해 줄 수 있었지만, 예방 치료 여부를 결정하기에는 어려움이 있었다. 그러나 DIFOTI™ 시스템의 경우에는 예방 치료가 필요한 평활면에 존재하는 초기 우식증을 진단할 수 있었을 뿐만 아니라, 육안으로 구별하기 어려운 인접면 그리고 교합면 우식증의 진단에 탁월한 능력을 발휘하여 치아 우식증의 진단에 많은 도움을 줄 수 있으리라고 판단되었다.

치아 우식증의 진단 방법에 있어 통상적인 시진 및 탐침법은 개인의 주관적 판단에 의존하게 되므로 불필요할 수도 있는 침

습적 와동 형성으로 치질 상실을 초래하거나 초기 우식증의 오진에 따른 치면 열구 전색계 도포로 인한 2차 우식증을 유발할 수도 있다. 평활면이나 교합면에 발생하는 초기 우식증의 진단은 불가능할 뿐만 아니라, 탈회된 열구가 탐침에 의해 쉽게 손상되어 세균과 함께 부산물이 치질내로 침입하게 됨에 따라 의원성 치아 우식증이 야기될 수도 있다<sup>8,9,38)</sup>. 또한 Lussi<sup>36)</sup>는 탐침 사용 여부가 진단의 정확도를 높여 주지 못했으며, 탐침 사용의 sensitivity가 62%, specificity가 84%로 나타나 치료하지 않아도 될 건강한 치아를 치료하게 되는 결과를 초래할 수 있다고 주장하였다. 본 연구에서도 이러한 보고들에 기초하여 구강 검진시 탐침을 사용하지 않고 휴대용 압축 공기 분무기를 이용하여 표면을 건조시킨 후 진단하였다.

1997년 Schneiderman<sup>15)</sup>은 DIFOTI™ 시스템을 치아 우식증의 진단에 신뢰도가 높은 새로운 장비라고 소개한 바 있다. 본 시스템은 가시 광원을 광섬유를 통해 치아에 전달하고 Charge-Coupled Device (CCD) 카메라로 영상을 획득하여 컴퓨터로 보내고 실시간으로 우식 병소를 진단할 수 있도록 고안되었다. 그의 연구 결과에서 방사선 사진에 비해 교합면, 인접면 그리고 평활면에서 우수한 sensitivity를 보였다고 하였는데, 이러한 결과는 본 연구에서도 교합면에서 가장 우수하게 방사선 판독에서도 유사한 정도의 결과를 보였다.

같은 해 Keem과 Elbaum<sup>32)</sup>은 DIFOTI™ 시스템이 방사선 노출이 없고, 필름이 필요하지 않으며, 실시간으로 진단할 수 있고, 기존의 방사선 사진에 비해 매우 높은 sensitivity를 보여준다는 장점을 소개하였다. 이러한 장점들은 인내심이 부족하고 성장중에 있어 방사선에 매우 민감한 소아 환자의 치아 우식증 진단에 매우 유용하다고 판단되어 소아치과 임상에 적극 활용되어져야 할 것으로 사료되었다.

현재 개발되어 임상에서 사용되어지기 시작한 또 다른 장비 중의 하나인 QLF 시스템은 치아 표면에 비추어진 형광빛에 반사된 이미지를 분석하는 방식으로 주변 빛의 간섭에 영향을 많이 받으며, 치아 표면에 존재하는 타액과 같은 수분에 민감하다는 단점이 지적되고 있다. 이에 반해 DIFOTI™ 시스템은 가시광선이 범람질 내부로 확산되는 방식이어서 주변 빛이나 수분에 영향을 거의 받지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 DIFOTI™의 Hand-Piece 구성물중 구강 내에 들어가는 Mouth-Piece는 disposable로 설계되어 있어 추가적인 살균 소독 등이 필요치 않으며, 크기에 따라 영구치와 유치용으로 구분된 인접면 촬영용과 교합면 촬영용으로 구분되어 있다. 다만 Hand-piece의 크기가 비교적 크고 무게감이 있어 장시간 사용시 손의 피로감을 쉽게 느낄 수 있으며, 이미지 저장 장치가 컴퓨터 내 장착되는 방식이어서 설치에 다소의 어려움이 있을 수 있다. 이러한 문제점들은 다음 제품 출시 시 개선될 것으로 생각되어진다.

DIFOTI™ 시스템은 구강 검진이나 방사선 촬영에서는 진단할 수 없는 초기 범람질의 우식증의 변화를 인지할 수 있는 능력이 있는 장비로서 추후 임상 적용에 꼭 필요할 것으로 사료된다. 현 임상 적용 단계의 연구에서는 교환 시기에 있는 유구치



를 대상으로 밖에 할 수 없는 한계가 있어 임상에서의 sensitivity와 specificity를 단기간에 분석해 볼 수 없었으나, 이러한 부분들은 향후 후속 연구에서 평가될 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서도 3가지 검진 방법에서 이러한 점을 비교하지 못한 점이 아쉬운 점으로 남는다. 또한 현재 미국내에서 판매가격이 고가로 책정되어 있어 임상 적용의 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

결과적으로 DIFOTI™ 시스템은 앞으로 개선되어야 할 여지를 많이 가지고 있으나 예방적 접근을 우선시해야 할 것으로 생각되어 지는 미래 치과에서 지향해야 할 목표를 충족시켜줄 훌륭한 장비라고 사료되었다.

### V. 결 론

치아 우식증의 조기 진단을 위해 새로 개발된 DIFOTI™ 시스템의 진단 능력을 검증하기 위해 기존의 구강 검진 및 교익 방사선 사진 판독을 비교 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구강 검진시 검사자간 신뢰도는 교합면에서 평균 0.8470으로 가장 높았으며, 근심면 평균 0.6430, 원심면 평균 0.5727, 설면 평균 0.2807 그리고 협면 평균 0.2339 순으로 나타났다. 구치부에 국한시킨 경우 교합면에서는 평균 0.8577이었으며, 원심면 평균 0.8211, 설면 평균 0.7728, 협면 평균 0.7152, 원심면 평균 0.6782 순으로 나타났다.
2. 구치부 교익 방사선 사진 판독 결과에 대한 검사자간 신뢰도는 교합면 평균 0.8346, 근심면 평균 0.8675, 원심면 평균 0.8482 순으로 나타났다.
3. DIFOTI™ 이미지 판독 결과에 대한 검사자간 신뢰도는 교합면 평균 0.8437, 협면 평균 8379, 근심면 평균 0.8223, 설면 평균 0.7766, 원심면 평균 0.6781 순으로 나타났다.
4. 치아 우식증 진단율을 비교한 결과 교합면, 협면, 설면에서는 DIFOTI™ 이미지 판독이 가장 우수한 것으로 나타났으며(p<0.05), 근심면과 원심면에서는 방사선 판독이 가장 우수한 것으로 나타났(p<0.05).

이상의 결과를 종합해 볼 때 DIFOTI™ 시스템을 이용한 치아 우식증 진단법은 전치부에서 시진보다 우수하게 나타났으며, 구치부에 대해서도 방사선 사진 판독 다음으로 우수하게 나타났을 뿐 아니라 우식 진단율에서도 DIFOTI™ 시스템이 가장 우수한 것으로 나타나, 전치열을 대상으로 한 임상 진단 장비로 적극 추천할 만하다 사료되었다. 아울러 DIFOTI™ 시스템은 교익 방사선 사진에서 판독 불가능한 협면과 설면에 비해 높은 신뢰도를 가지고 있고, 방사선 노출이 없으며, 촬영과 현상 및 유지 관리에 필요한 비용과 시간이 절약될 수 있고, 실시간으로 촬영 결과를 확인할 수 있는 장점을 가지고 있어, 방사선 노출에 매우 민감하며 행동 조절이 어려운 소아 환자에게 매우 유용할 것으로 평가되었다.

### 참고문헌

1. Pitts NB, Kidd EA : Some of the factors to be considered in the prescription and timing of bitewing radiography in the diagnosis and management of dental caries. *J Dent*, 20(2):74-84, 1992.
2. Moss ME, Zero DT : An overview of caries risk assessment, and its potential utility. *J Dent Educ*, 59(10):932-940, 1995.
3. Creanor SL, Russell JI, Strang DM, et al. : The prevalence of clinically undetected occlusal dentine caries in Scottish adolescents. *Br Dent J*, 169(5):126-129, 1990.
4. Lussi A : Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res*, 27(5):409-416, 1993.
5. Von der Fehr FR, Loe H, Theilade E : Experimental caries in man. *Caries Res*, 4(2):131-148, 1970.
6. Joyston-Bechal S, Kidd EA : The effect of three commercially available saliva substitutes on enamel in vitro. *Br Dent J*, 163(6):187-190, 1987.
7. Manji F, Fejerskov O, Nagelkerke NJ, et al. : A random effects model for some epidemiological features of dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 19(6):324-328, 1991.
8. Ekstrand K, Qvist V, Thylstrup A : Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res*, 21(4):368-374, 1987.
9. Ismail AI : Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25(1):13-23, 1997.
10. Thylstrup A : Mechanical vs. disease-oriented treatment of dental caries: educational aspects. *J Dent Res*, 68(6):1135, 1989.
11. Ando M, Hall AF, Eckert GJ, et al. : Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res*, 31(2):125-131, 1997.
12. Caliskan Yanikoglu F, Ozturk F, Hayran O, et al. : Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Res*, 34(3):225-232, 2000.
13. Gonzalez-Cabezas C, Fontana M, Stookey GK : Measurement of mineral gain and loss on dental enamel and dentin using confocal microscopy. *Methods Enzymol*, 307:485-496, 1999.
14. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Mansson B : Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantifi-

- cation of smooth surface caries. *Caries Res*, 35(1):21-26, 2001.
15. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, et al.: Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res*, 31(2):103-110, 1997.
  16. Zero DT, Mol A, Roriz CS, et al.: Caries detection using digital imaging fiber-optic Trans-illumination (DIFOTI™): A preliminary evaluation. *Early Detection of Dental Caries Proceeding II of the 4th Annual Indiana Conference*, 169-184, 1999.
  17. Fleiss JL, Fischman SL, Chilton NW, et al.: Reliability of discrete measurements in caries trials. *Caries Res*, 13(1):23-31, 1979.
  18. Fleiss JL, Slakter MJ, Fischman SL, et al.: Inter-examiner reliability in caries trials. *J Dent Res*, 58(2):604-609, 1979.
  19. Hume WR: Need for change in dental caries diagnosis. *Proceedings of 1st Annual Indiana Conference*, 1-10, 1996.
  20. Anusavice KJ: Need for early detection of caries lesions: A United States Perspective. *Proceedings of 4th Annual Indiana Conference*, 13-29, 1999.
  21. Takagi S, Liao H, Chow LC: Effect of tooth-bound fluoride on enamel demineralization/ remineralization in vitro. *Caries Res*, 34(4):281-288, 2000.
  22. Ie YL, Verdonschot EH: Performance of diagnostic system in occlusal caries detection compared. *Commu Dent Oral Epidemiol*, 22:187-191, 1994.
  23. Ando M, van Der Veen MH, Schemehorn BR, et al.: Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. *Caries Res*, 35(6):464-470, 2001.
  24. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ: Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofac Radiol*, 30(6):298-307, 2001.
  25. Gonzalez-Cabezas C, Fontana M, Gomes-Moosbauer D, et al.: Early detection of secondary caries using quantitative, light-induced fluorescence. *Oper Dent*, 28(4):415-422, 2003.
  26. Heinrich-Weltzien R, Kuhnisch J, van der Veen M, et al.: Quantitative light-induced fluorescence (QLF)-a potential method for the dental practitioner. *Quintessence Int*, 34(3):181-188, 2003.
  27. Pretty IA, Hall AF, Smith PW, et al.: The intra- and inter-examiner reliability of quantitative light-induced fluorescence (QLF) analyses. *Br Dent J*, 193(2):105-109, 2002.
  28. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM: Detection of in vitro demineralization of primary teeth using quantitative light-induced fluorescence (QLF). *Int J Paediatr Dent*, 12(3):158-167, 2002.
  29. Pretty IA, Ingram GS, Agalamanyi EA, et al.: The use of fluorescein-enhanced quantitative light-induced fluorescence to monitor de- and re-mineralization of in vitro root caries. *J Oral Rehabil*, 30(12):1151-1156, 2003.
  30. Pretty IA, Pender N, Edgar WM, et al.: The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *Eur J Orthod*, 25(3):217-223, 2003.
  31. Pretty IA, Smith PW, Edgar WM, et al.: Detection of in vitro demineralization adjacent to restorations using quantitative light induced fluorescence (QLF). *Dent Mater*, 19(5):368-374, 2003.
  32. Keem S, Elbaum M: Wavelet representations for monitoring changes in teeth imaged with digital imaging fiber-optic transillumination. *IEEE Trans Med Imaging*, 16(5):653-663, 1997.
  33. Young DA: New caries detection technologies and modern caries management: merging the strategies. *Gen Dent*, 50(4):320-331, 2002.
  34. Truin GJ, van't Hof MA, Kalsbeek H, et al.: Secular trends of caries prevalence in 6- and 12-year-old Dutch children. *Commun Dent Oral Epidemiol* 21:249-252, 1993.
  35. Kidd EA, Naylor MN, Wilson RF: Prevalence of clinically undetected and untreated molar occlusal dentine caries in adolescents on the Isle of Wight. *Caries Res*, 26(5):397-401, 1992.
  36. Lussi A: Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res*, 25(4):296-303, 1991.
  37. Pitts NB: Diagnostic tools and measurements - impact on appropriate care. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25(1):24-35, 1997.
  38. van Dorp CS, Exterkate RA, ten Cate JM: The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. *ASDC J Dent Child*, 55(5):343-347, 1988.

## Abstract

## EARLY DETECTION OF INITIAL DENTAL CARIES USING A DIFOTI™

Hae-Woong Yeom, Jong-Soo Kim, Seung-Hoon Yoo

*Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Dankook University*

Over the past 20 years, great strides have been made in research regarding the mechanisms involved in the progression of carious lesions, but new equipment and research tools need to be developed to continue these advancements in caries research. Various methods have been applied to reduce the incidence of carious lesions, which have led to a significant decrease in the number of occlusal caries, but a concurrent increase in the proportion of proximal carious lesions.

New diagnostic equipment has been developed to detect early stage carious lesions, and these have demonstrated excellent laboratory results and show promise in clinical applications. The research presented here examines the efficacy of the newly developed DIFOTI™ system in detecting proximal carious lesions compared to traditional intraoral exam and bitewing radiography, possible problems or deficiencies of using the system in clinic, possible improvements that can be made to the system, and the efficacy of detecting early, reversible carious lesions that can be remineralized by preventative fluoride applications.

The subject pool consisted of 23 grammar school age patients just prior to entering the mixed dentition phase. Each patient was given a thorough oral examination, radiographic examination consisting of bitewing radiographs of the posterior teeth, and DIFOTI™ examination of the anterior and posterior teeth. Each examination was carried out two times by two examiners, and the data were statistically analyzed.

The results are as follows:

1. The mean alpha value of reliability test of the visual oral examination was as follows: occlusal surface was 0.8470, mesial surface was 0.6430, distal surface was 0.5727, lingual surface was 0.2807 and distal surface was 0.2339. When the examination was limited to posterior teeth, the mean alpha value was as follows: occlusal surface was 0.8577, distal surface was 0.8211, lingual surface was 0.7728, buccal surface was 0.7152 and mesial surface was 0.6782.
2. The alpha value of reliability test of the radiographic analysis of carious lesions of the occlusal, mesial, and distal surfaces was 0.8500.
3. The alpha value of reliability test of the DIFOTI™ diagnostic analysis of carious lesions of the occlusal, buccal, lingual, mesial, and distal surfaces was determined to be 0.7917.
4. The DIFOTI™ diagnostic system was found to be the most accurate means of detecting occlusal, buccal, and lingual surface carious lesions ( $p < 0.05$ ), while mesial and distal proximal carious lesions were most accurately assessed using bitewing radiography ( $p < 0.05$ ).

**Key words** : Digital Image Fiber-Optic Trans-Illumination, Early detection, Dental caries