JKAOH
Journal of Korean Academy of Oral Health 2014 June 38(2):105-110
http://dx.doi.org/10.11149/jkaoh.2014.38.2.105
Original Article

QLF-D, ICDAS, DIAGNOdent를 이용한 발거된 치아의 교합면 우식증의 정량화 비교

강시묵[3], 민지현[3], 김한나[1], 김백일[3], 김진범[1,2], 정승화[1,2]

[1]부산대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, [2]부산대학교 중개치의학연구소, [3]연세대학교 치과대학 예방치과학교실

In vitro quantification of occlusal caries lesion using QLF-D, ICDAS, and DIAGNOdent

Si-mook Kang[3], Ji-Hyun Min[3], Han-Na Kim[1], Baek-Il Kim[3], Jin-Bom Kim[1,2], Seung-Hwa Jeong[1,2]

[1]Department of Preventive and Community Dentistry, Pusan National University School of Dentistry, [2]Institute of Translational Dental Sciences, Pusan National University, Yangsan, [3]Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

Received: May 29, 2014
Revised: June 19, 2014
Accepted: June 21, 2014

Corresponding Author: Seung-Hwa Jeong
Department of Preventive and Community Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, 49 Busandaehak-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 626-870, Korea
Tel: +82-51-510-8222
Fax: +82-51-510-8221
E-mail: jsh0917@pusan.ac.kr
*본 연구는 2011학년도 부산대학교 교내 학술연구비(신임교수연구정착금)에 의한 연구임.

Objectives: To compare the QLF-D method and the ICDAS and DIAGNOdent techniques for in vitro quantification of occlusal caries and to assess the histological features of the caries.
Methods: One hundred and twenty-two extracted permanent teeth were selected, and the site of interest on the occlusal surface was examined using each detection method. The occlusal sites were classified according to the ICDAS II criteria based on the decision taken by two investigators, who have taken the ICDAS E-learning course. The examined site was then measured using the DIAGNOdent, and the peak value was recorded. In addition, by using the QLF-D, the occlusal site was photographed to obtain the ΔFmax value. After all assessments were performed, the occlusal sites were vertically sectioned in order to assess the histological features. This was considered the gold standard. The histological criteria were graded using a 4-point scale as follows: S=sound (n=21), E1=limited enamel caries (n=27), E2=caries extending to the dento-enamel junction (n=49), D=caries involving the dentine (n=25).
Results: An ICDAS code between 0 and 4 was assigned to all the occlusal sites, and this revealed the QLF-D value, which was between −95 to 0. The DIAGNOdent value was between 8 and 99. The correlation values of QLF-D, ICDAS, and DIAGNOdent with the histological features were 0.68, 0.58, and 0.46, respectively ($P<0.01$). A highly significant correlation was observed between QLF-D and the gold standard, which showed a moderate correlation and an acceptable correlation was observed with ICDAS (r=0.75, $P<0.01$). A statistically significant difference was observed in the average QLF-D values of each histological grade i.e., −28.5 (S), −53.7 (E1), −68.1 (E2), and −84.4 (D).
Conclusions: The QLF-D showed a significant correlation with the ICDAS and histological features. Therefore, visual inspection with QLF-D would improve the detection accuracy and ensure early diagnosis of dental caries.

Key Words: DIAGNOdent, Early caries detection, ICDAS, Occlusal caries, QLF-D, Quantification

서 론

치아우식증 병소의 탐지(lesion detection)란 치아우식증이 존재 유무를 결정하는 객관적인 과정을 의미하며, 병소의 평가(lesion assessment)는 병소가 탐지된 후, 그것을 관찰하여 특징을 살피는 과정을 말한다. 치아우식증의 진단(caries diagnosis)

Copyright © 2014 by Journal of Korean Academy of Oral Health
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

은 병소의 탐지와 평가를 통해 얻어진 이용가능한 모든 정보를 통합하여 자격을 갖춘 전문가가 판단하는 과정을 의미한다[1]. 일반적으로 치아우식증의 진단을 위해 전문가는 눈을 이용한 시각적 평가(시진), 탐침을 이용한 촉각적 평가(촉진), 그리고 x-ray를 이용한 방사선사진 판독 평가 방법을 적절히 활용하게 된다. 하지만, 치아우식증의 진행이 연속적일 뿐만 아니라, 진행(탈회)과 정지(재광화)가 반복되어 치료필요 유무를 판단하기 모호하기 때문에 검사자 간의 진단 결과의 차이가 발생한다. 또한 방사선 사진은 치아의 방사선 투과도의 차이 판독을 통해 우식증 유무을 탐지하지만, 초기 단계의 병소는 탐지하지 못하는 한계점이 있다. 따라서 치아우식증의 탐지 과정에서는 검사자의 시각적 판단과 과거 진단 경험과 같은 검사자의 주관적 정보가 개입되며, 이를 최소화하고, 객관적으로 치아우식증을 탐지할 수 있는 방법을 개발하는 것이 최근 치아우식증 진단의 주요 관심사이다.

세계보건기구(WHO)에서는 치아우식증 역학조사를 위한 시진 평가 기준을 제시하였는데, 의심할 여지가 없는 와동(unmistakable cavity), 법랑질 표층 하방의 소실(undermined enamel), 또는 연화된(부드러운) 치면이 탐지(detectably softened floor or wall)될 때 우식으로 판단한다고 정의하였다[2]. 우리나라 국민구강건강실태조사에서는 이 기준을 준용하여 치질의 파괴를 동반한 광범위한 검은 변색, 소와하부로부터 법랑질을 통해 뚜렷하게 비춰지는 검은 상아질 우식부위 등 의심할 여지가 없는 우식 와동이 있는 경우에는 시진만으로 판정하고 CPI probe를 이용한 촉진 시 연화치질을 확인할 수 있을 때 우식으로 판단한다[3]. 하지만 이러한 판단기준은 치아우식증의 초기 진행 상태를 반영할 수 없는 한계점이 있기 때문에, 질병의 조기 탐지와 그에 따른 예방 조치를 어렵게 만든다. 이러한 한계점을 보완하고자 2002년부터 치아우식학 연구자, 역학 연구자, 임상치과의사들이 모여 시진을 통한 새로운 진단 기준을 논의하여, 2004년에 임상진단, 임상연구, 역학연구, 교육에 널리 활용될 수 있는 International Caries Detection and Assessment System (ICDAS)를 개발하였다[4]. ICDAS는 치아우식증의 진행단계에 따라 0부터 6까지 7단계로 치아우식증을 구분하며, 타당도와 신뢰도가 확인된, 임상 및 역학 연구에서 활용가능한 유용한 시진 평가방법이다.

Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF)는 가시광선 영역(405 nm)의 푸른 빛 파장의 빛을 치아에 조사하면, 건전 법랑질의 경우, 녹색의 형광을 발현하지만, 초기우식증이 있는 법랑질에서는 빛이 산란되면서 형광이 소실되어 어둡게 보이는 원리를 이용한 진단 장비이다[5,6]. QLF는 이러한 형광 발현의 차이와 그 면적을 수치로 나타내주기 때문에, 초기우식증의 진행정도를 정량화할 수 있는 장점이 있다. 교합면 우식증에 대하여 0.68의 민감도와 0.70의 특이도를 보이며, 정량화된 수치는 우식병소의 깊이와 0.82의 높은 상관계수를 나타내는 것으로 알려져 있으며[7], 현재까지 개발된 다른 우식 진단장비에 비해 비교적 타당도와 신뢰도가 검증된 진단 도구이다. 최근에는 디지털카메라와 QLF가 결합된 새로운 형태의 제품(QLF-digital, QLF-D)이 개발되었으며, 새롭게 추가된 특수 필터는 치아의 녹색 형광을 치아 본연의 색으로 구현하고 미생물에 의한 붉은색 형광을 보다 강화함으로써 임상에서의 활용가능성을 더 높아졌다고 평가된다.

Diagnodent는 655 nm 파장의 레이저가 광섬유를 통해 치아 표면의 특정 위치에 조사되면, 해당 부위로부터 반사되는 적외선 영역의 형광을 광섬유를 통해 다시 흡수하여 그 정도에 따라 0부터 99 사이의 숫자로 나타내는 방식의 진단 장비이다[8]. Diagnodent는 탐침(explorer)이 도달할 수 없는 깊고 좁은 소와 열구 하방의 우식병소의 존재 여부를 탐지하는 데 유용하다. 일반적으로 교합면과 인접면의 치아우식증을 탐지하는 데 어느정도 타당도와 신뢰도가 있으며[9,10], 결과 수치과 법랑질의 탈회 정도와 관련이 있다고 알려져 있다[11]. 하지만, 특이도보다 민감도가 높게 나타나며, 우식 병소 이외의 이물질이나 수복재료에 의해서도 양성반응을 나타내기 때문에[10,12], 우식 판단의 절대 기준보다는 시진 후 의심 소견에 대한 확진에 도움을 주기 위한 목적으로 사용해야 한다.

ICDAS, QLF-D, Diagnodent는 치아우식증을 진행 정도에 따라 정량화 할 수 있는 공통적인 특징을 가지고 있다. 하지만, 각 방법들이 제시하는 이론적인 정량화 근거는 서로 다르기 때문에, 치아우식증에 대한 각 방법들의 평가 결과를 비교하는 것은 시진과 장비를 이용한 치아우식증 탐지와 진단에 유용할 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 발거된 치아의 교합면에 대한 ICDAS, QLF-D, Diagnodent 치아우식증 평가 결과와 조직학적 특징과의 관련성을 비교하는 것이다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

교정 치료 및 치주 치료 등의 과정에서 발거된 소구치 및 대구치를 본 연구에 이용하였다. 인체로부터 유래된 적출물인 발거 치아를 대상으로 하였기 때문에, 치아 수집 과정에 대하여 연세대학교 치과병원 생명윤리심의위원회로부터 승인을 얻었다(IRB 12-0119). 발거된 치아의 교합면은 칫솔과 흐르는 물을 이용하여 세척한 후, 치아우식증 평가 직전까지 냉동 보관되었다. 수집된 치아 중, 교합면에 뚜렷한 와동이 형성되어 있는 교합면 우식은 제외되었으며, 총 122개의 구치가 본 연구에 활용되었다. 교합면의 소와 열구 중, 평가하고자 하는 관심 부위(site of interest)를 한 명의 검사자(SH)가 선정하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Site of interest of each occulsal surface. the site was selected by one examiner.

2. 연구방법

2.1. 교합면 소와열구의 시진을 통한 ICDAS 평가

ICDAS 인터넷 웹 홈페이지(www.icdas.org)에서 제공하는 eLearning course를 성실히 이수한 2명의 검사자(SH, SM)가 관심부위에 대하여 합의를 통해 ICDAS code를 결정하였다. ICDAS code는 0부터 6까지 7단계로 치아우식증을 구분하며, 본 연구에서는 와동이 형성되기 이전 단계인 code 0,1,2,3,4에 해당하는 소와열구를 평가하였다(Fig. 3).

2.2. 교합면 소와열구의 DIAGNOdent를 이용한 평가

관심부위의 DIAGNOdent 값을 측정하기 위하여 DIAGNOdent pen을 이용하였다. 교합면 평가에 적합한 occlusal probe tip을 DIAGNOdent pen에 연결한 뒤, 제조사의 지시에 따라 보정을 한 후 사용하였다. 완전히 건조된 관심부위에 tip을 접촉한 후, probe를 원운동을 그리며 tip의 각도를 변화시켜, 가장 높게 나오는 값을 관심부위의 대표값으로 기록하였다.

2.3. 교합면 소와열구의 QLF-D를 이용한 형광소실량 평가

관심부위의 형광소실을 평가하기 위하여, QLF-D system (BiluminatorTM, Inspektor Research systems BV, Amsterdam, The Netherlands)을 이용하였다. 발거된 치아의 교합면을 바닥과 수평이 되게 촬영하기 위하여 치과용 유틸리티 왁스를 이용하여 치근을 고정하였다. 촬영조건은 shutter speedn1/20s, aperture value 8.0, ISO speed 1600이었다. 촬영된 이미지는 전용 분석 프로그램(QA2 v 1.23; Inspektor research systems BV, The Netherlands)을 이용하여, 관심부위의 최대 형광소실량(fluorescence loss)인 ΔF_{max} 값을 산출하였다(Fig. 2).

2.4. 교합면 소와열구의 수직절단을 통한 병소 깊이의 조직학적 평가

관심부위에 대한 모든 평가를 마친 뒤에, 치아시편은 아크릴 몰드에 레진을 이용하여 치관을 노출시킨 채, 치근을 매몰하여 고정하였다. 관심부위의 병소깊이를 조직학적으로 평가하기 위하여 저속 미세 다이아몬드 절단기(microtome)를 이용하여 관심부위를 관통하는 협설방향으로 치아시편을 수직 절단하였다. 수직절단된 치아면은 QLF-D를 이용하여 촬영되었으며, 촬영된 이미지를 한 명의 검사자가 육안으로 탈회가 진행된 병소의 깊이에 따라, 건전 치아(S), 법랑질에 국한된 병소(E1), 상아법랑경계까지 확장된 병소(E2), 상아질을 침범한 병소(D)로 구분하였다(Fig. 3).

3. 결과 분석

관심부위에 대한 각 평가 방법들의 정량화된 수치 간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨 상관분석을 이용하였다. 조직학적 구분과 ICDAS 구분에 따른 QLF-D, DIAGNOdent 값의 차이는 분산분석을 이용하였다. 모든 통계분석은 IBM SPSS Statistics version 21 (IBM corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 유의수준은 0.05로 설정하였다.

연구성적

1. 조직학적 특징과 ICDAS 구분에 따른 치아시편의 분포

관심부위의 ICDAS 평가 결과와 치아 내부로의 치아우식증 병소 깊이에 따른 치아시편의 분포는 Table 1과 같았다. ICDAS가 0으로 분류된 치아 중 29.2%가 조직학적으로 법랑질에 국한된 탈회가 관찰되었으며, 27.1%가 법랑상아경계까지 침범한 탈회가 관찰되었다. 시진에 의한 ICDAS 분류 점수가 증가함에 따라 조직학적 병소 깊이가 증가하는 중등도 유의한 상관성을 나타내었다(피어슨 상관계수=0.58, $P<0.01$, Table 1), 조직학적 특징을 기준(S vs E1, E2, D)으로 ICDAS 구분(0 vs 1,2,3,4)의 민감도는 0.73, 특이도는 0.95로 나타났다.

2. ICDAS 구분에 따른 QLF-D 최대형광소실량과 DIAGNOdent 평가

ICDAS가 높게 분류된 집단에서 QLF-D ΔF_{max} value와 DIAGNOdent peak value가 더 높게 나타났다(Table 2). ICDAS가 code 0과 1, 1과 2, 2와 3, 3과 4의 ΔF_{max} value의 차이는 각각 38.9, 8.9, 5.2, 3이었으며, DIAGNOdent peak value의 차이는

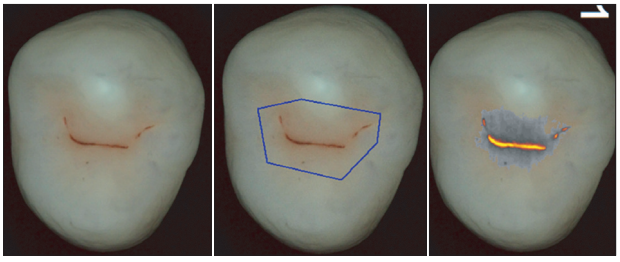

Fig. 2. An example of lesion analysis procedure using QLF-D.

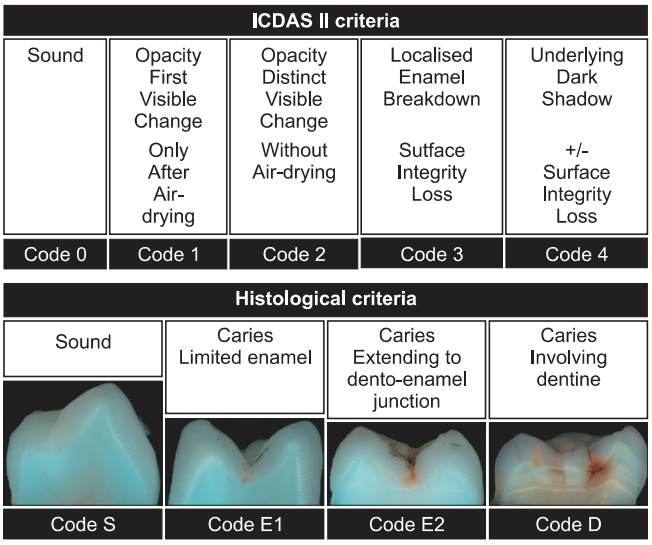

Fig. 3. ICDAS and histological criteria used in this study.

Table 1. Cross-tabulation of ICDAS compared to Histology

Histology	ICDAS					Total
	0	1	2	3	4	
S	20 (41.7%)	1 (2.8%)	0	0	0	21
E1	14 (29.2%)	8 (22.2%)	5 (19.2%)	0	0	27
E2	13 (27.1%)	18 (50.0%)	13 (50.0%)	4 (50%)	1 (25%)	49
D	1 (2.1%)	9 (25.0%)	8 (30.8%)	4 (50%)	3 (75%)	25
Total	48 (100%)	36 (100%)	26 (100%)	8 (100%)	4 (100%)	122

S: sound, E1: demineralization limited in Enamel, E2: demineralization into DEJ, D: demineralization involving dentin.

Table 2. QLF-D ΔF_{max} value and DIAGNOdent peak value (mean±SE) in each ICDAS score

ICDAS	N	QLF-D ΔF_{max} value	DIAGNOdent peak value
0	48	-34.5 ± 2.1^{a}	26.1 ± 3.5^{a}
1	36	-73.4 ± 2.5^{b}	52.5 ± 4.0^{b}
2	26	-82.3 ± 2.9^{bc}	68.1 ± 4.8^{bc}
3	8	-87.5 ± 5.2^{c}	83.6 ± 8.6^{cd}
4	4	-90.5 ± 7.4^{c}	97.2 ± 12.1^{d}

^{abcd}The same character indicates no significant different at α=0.05 by one way ANOVA with Duncan's post hoc test.

Table 3. QLF-D ΔF_{max} value and DIAGNOdent peak value (mean±SE) in each Histological feature

Histology	N	QLF-D ΔF_{max} value	DIAGNOdent peak value
S	21	-28.5 ± 4.3^{a}	22.3 ± 6.2^{a}
E1	27	-53.7 ± 3.8^{b}	41.1 ± 5.5^{b}
E2	49	-68.1 ± 2.8^{c}	56.0 ± 4.1^{bc}
D	25	-84.4 ± 3.9^{d}	66.1 ± 5.7^{c}

^{abcd}The same character indicates no significant different at α=0.05 by one way ANOVA with Duncan's post hoc test.

각각 26.4, 15.6, 15.5, 13.6으로 나타났다. 두 탐지장비 모두 낮은 ICDAS 값(0, 1)의 비교에서 통계적으로 유의한 차이가 확인되었지만, 높은 ICDAS 값(2, 3, 4)의 비교에서는 집단 간 차이는 없었다.

3. 조직학적 구분에 따른 QLF-D 최대형광소실량과 DIAGNOdent 평가

치아 절단면의 조직학적 관찰에 따른 병소깊이가 증가할 수록 QLF-D, DIAGNOdent 값이 증가하였다(Table 3). 조직학적으로 S, E1, E2, D로 분류된 치아의 평균 QLF-D ΔF_{max} value는 각각 −28.5, −53.7, −68.1, −84.4이었으며, DIAGNOdent peak value는 각각 22.4, 41.1, 56.0, 66.1이었다. QLF는 모든 단계의 조직학적 분류단계에서 서로 유의한 차이를 보였으나, DIAGNOdent는 E1과 E2, E2와 D의 peak value의 차이를 나타내지 못했다.

Table 4. Pearson's Correlation coefficient between Histology and ICDAS and QLF-D and DIAGNOdent value

	Histology	ICDAS	QLF-D	DIAGNOdent
Histology	1			
ICDAS	0.58**	1		
QLF-D	−0.68**	−0.75**	1	
DIAGNOdent	0.46**	0.65**	−0.59**	1

**P<0.01.

4. 각 평가방법들 간의 상관분석 결과

조직학적 분류와 ICDAS, QLF-D, DIAGNOdent간의 상관계수는 각각 0.58, −0.68, 0.46으로 QLF-D가 가장 높은 관련성을 나타냈다. QLF-D는 ICDAS와도 상관계수 −0.75로 DIAGNOdent 보다 더 큰 관련성을 나타냈다.

고 안

본 연구는 교합면 소와열구 부위의 초기우식증 평가에 활용되는 시진과 장비를 이용한 평가방법의 타당성을 확인하기 위하여, 각 방법의 평가결과와 조직학적 병소 깊이를 비교하였다. 치아의 교합면은 치아우식증이 가장 호발하는 치면으로[13] 교합면 소와열구에 침착된 치면세균막은 칫솔질에 의해 잘 제거되지 않고 오랫동안 저류하면서 치아를 탈회시킨다. 소와열구에서 시작된 계속된 탈회는 법랑질, 상아질 심부로 갈수록 더욱 확장되다가 외부의 물리적 자극 등에 의해 교합면 표층부가 함몰되면서 와동이 한번 형성되면, 환자는 그제서야 치아우식증이 발생했음을 인식하게 된다. 따라서 치아 내부로 탈회가 확장되기 이전의 단계에서 교합면 초기 우식을 탐지하는 것은 치아우식증의 진행을 막는 위한 전략의 첫 번째 단계라 할 수 있다. 그동안 시진에 의거한 치과의사의 경험적, 주관적 판단이 초기우식증의 탐지의 주된 근거로 활용되어 왔지만[14,15], 검사자 간의 차이와 객관적 근거의 부재는 치과진료에 대한 일반인의 불신을 야기하는 원인으로 제기되었다. 최근 광학기술을 이용한 치아우식증 탐지 기술의 발전은 이러한 치아우식증 진단의 문제점을 해소할 수 있을 것으로 기대된다[7].

본 연구에서는 ICDAS 구분과 조직학적 구분에 따른 점수의 상관계수는 0.58 (P<0.01), 민감도는 0.73, 특이도는 0.95로 나타났다. 이는 Ekstrand 등(1997)이 보고한 상관계수 0.87-0.93,

민감도 0.92-0.97, 특이도 0.85-0.93보다 다소 낮게 나타났으나[16], 기존 연구에서는 ICDAS visual score 1, 2, 3, 4의 비율이 28.7%, 9.0%, 19.3%, 25.0%, 18.0%으로 고르게 분포한데 반해, 본 연구에서는 39.3%, 29.5%, 21.3%, 6.6%, 3.3%으로 ICDAS score 3, 4를 나타내는 치아가 상대적으로 적었기 때문으로 여겨진다. 또한 조직학적 특징을 구분하는 기준이 기존 연구는 병소의 깊이에 따라 0, 1, 2, 3, 4로 5단계로 구분하였으나, 본 연구에서는 기존연구의 socre 3과 4를 하나의 값으로 묶어 4단계로 구분하였고, ICDAS와 조직학적 검사의 특성 상, 두 방법 모두 검사자의 시각적 관찰에 의해 판단하였기 때문에 발생한 차이로 사료된다. 비록 본 연구 결과가 기존 연구와의 수치 상의 차이가 존재하지만, 두 방법 간의 통계적인 유의성을 본 연구에서도 확인할 수 있었다.

QLFD는 형광소실 역치(threshold) 기준 −5% 이상을 나타내는 형광소실 면적(area)과 각 부위의 형광소실 정도(ΔF)를 곱한 ΔQ가 최종 우식평가 수치로 활용되지만[17], 본 연구에서는 평가하고자 하는 관심부위(pit)에 대한 다른 평가 방법들 간의 비교를 위해 해당 부위의 최대형광소실을 변수로 측정하였다. 본 연구에서 QLF-D ΔF_{max} 값과 조직학적 구분과의 상관계수는 −0.68로 Gomez 등(2013)이 제시한 ΔQ와 조직학적 구분과의 상관계수 0.76[18]과 유사한 결과를 보였다. 또한 병소 깊에 따라 조직학적으로 분류한 치아시편 그룹의 평균 ΔF_{max} 값이 통계적으로 유의한 차이를 나타난 것으로 보아, 관심부위의 ΔF_{max} 값이 치아 내부의 병소의 깊이를 가늠할 수 있는 유용한 지표로 활용될 수 있다고 여겨진다.

본 연구에서 DIAGNOdent peak value와 조직학적 구분과의 상관계수는 0.46를 나타냈으며, 조직학적 구분에 따라 건전치는 22.3, E1은 41.1, E2는 56.0, D는 66.1의 수치를 나탔냈다. 이는 Bamzahim 등(2002)이 보고한 조직학적 구분과의 상관계수는 0.93[19], 그리고 Lussi(2001) 등이 제안한 no caries 0-13, enamel caries 14-20, dentinal caries >20 기준[20]과 다소 큰 차이를 보인다. 제조사는 healthy tooth 0-13, Enamel caries 14-20, Deep enamel caries 21-29, Dentin caires >30을 권장한다[21]. 본 연구에서 DD측정값은 선행연구에 비해 상대적으로 과측정 되었다고 여겨지며, 이는 DD가 탈회 뿐만 아니라, 착색 등의 이물질에 양성반응을 나타냈기 때문이라고 판단된다. 하지만, 본 연구에서 활용된 발거치아 시편에 존재하는 소와 열구 착색은 거의 없거나 임상에서 흔히 볼 수 있는 수준의 미미한 정도였고, 비록 DD가 20 이상이라 하더라도 상당수의 치아가 법랑질에 국한된 병소임을 감안하면, 선행 연구 및 제조사의 기준을 무조건적으로 받아들여 병소의 진행단계를 판단하기 보다는, 시진, 방사선 사진, QLF와 같은 다른 탐지 방법의 결과를 고려한 치과의사의 최선의 판단이 요구된다. DD value에 대한 타당성을 평가하기 위한 추가적인 분석과 연구가 필요할 것이다.

ICDAS는 DIAGNOdent (r=0.65)보다 ΔF_{max} (r=−0.75)와 더 높은 상관계수를 나타냈다. 조직학적 구분과도 ΔF_{max} (r=−0.68)는 DIAGNOdent (r=0.46)보다 더 높은 상관계수를 나타냈다. 이를 통해 초기우식증 진단의 정확성을 높이기 위해서는 DIAGNOdent보다는 QLF를 시진과 함께 활용하는 것이 더 바람직하다고 여겨진다. 교합면 소와 열구는 구조적 특성상 이물질 침착과 착색이 발생되기 쉬우며, 장기간 방치 시 착색 주변과 하방으로 탈회가 시작된다. 육안으로는 착색 하방의 탈회와 내부로의 병소 진행을 확인하는데 한계가 존재하기 때문에, 이때 QLF를 이용한 ΔF_{max} 값을 활용하면, 초기우식증의 진단에 보다 유리할 것이다. Ferreira Zangdona 등(2010)은 QLF와 ICDAS를 조합하여 만든 QFL-I criteria가 시진의 특이도 감소 없이 민감도를 증가시키며, 우식병소의 진행을 모니터링하는데 유용한 방법이라고 주장하였다[22]. 이 연구에서는 QLF로 촬영된 이미지를 시진 평가에 활용하였기 때문에 QLF의 정량적 정보를 활용하지 않았다. 하지만 본 연구에서 제시한 병소의 깊이에 따른 ΔF_{max} 값의 분포 결과는 시진 후, 치아 내부의 병소 깊이에 대한 정보를 간접적으로 파악하는데 활용될 수 있다.

ICDAS 평가의 정확성을 높이기 위해서는 기준 검사자와의 다양한 케이스를 통한 훈련이 필요하다[23]. 본 연구에서는 web에서 제공하는 훈련프로그램을 2명의 검사자가 이수하고, 2명의 합의를 통해 관심부위의 ICDAS code의 정확성을 높이고자 노력하였다. 골드스탠다드로 활용된 치아 절단면에 대한 조직학적 특성을 보다 정확히 평가하기 위하여 절단면을 QLF로 촬영하여 보다 선명하게 대비된 탈회깊이를 관찰하였다. 이러한 노력에도 불구하고 ICDAS와 조직학적 구분은 검사자의 관찰에 의한 육안 평가이기 때문에 검사자의 주관적 판단과 숙련도가 결과에 영향을 미쳤을 것으로 여겨진다. 따라서 추후 연구에서는 잘 훈련된 수 명의 검사자가 ICDAS, 조직학적 검사를 독립적으로 반복 수행하여, 보다 타당하고 신뢰성 있는 검사 방법 간 비교가 이루어져야 할 것이다.

QLF ΔF_{max} 값은 해당부위의 최대형광소실량을 상대적으로 나타내는 연속적인 값이다. 임상적 적용을 위해서는 ΔF_{max} 값을 범위로 제시하고 그에 따른 병소의 깊이와 적절한 처치 방법이 제시되어야 한다. 따라서 우식병소깊이에 대한 민감도와 타당도가 가장 높게 나타나는 ΔF_{max} 값의 범위를 추후 연구를 통해 제시할 필요가 있다.

결 론

본 연구에서는 교합면 소와 열구에 대한 초기우식증을 정량화하기 위하여 발거된 치아에 대해 시진을 통한 ICDAS 분류, QLF-D 측정, DIAGNOdent 측정한 뒤, 해당 부위을 절단면의 조직학적 관찰을 통해 골드스탠다드와 각 방법을 비교하였다.

QLF-D는 DIAGNOdent보다 조직학적인 병소 깊이 구분과 더 관련성이 높았으며, ICDAS와도 통계적으로 유의한 관련성을 나타내었으며, ICDAS 증가에 따라 QLF-D값은 더 높게 나타났다.

따라서 교합면 소와 열구에 대한 시진을 통한 초기우식증 진단 시, 추가적인 QLF-D 평가는 소와 열구 하방의 병소 진행을 예측할 수 있는 유용한 수단으로 활용될 수 있을 것이다.

References

1. Pitts N, Stamm J. International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT)-final consensus statements: agreeing where the evidence leads. J Dent Res 2004;83(suppl 1):C125-C128.
2. World Health Organization. Oral health surveys-basic method 4th ed. Geneva: 1997.
3. Ministry of Health & Welfare. 2010 Korean National Oral Health Survey: Ⅰ. Survey Process Report. Seoul:Ministry of Health & Welfare;2011:71-72.
4. Ismail A, Sohn W, Tellez M, Amaya A, Sen A, Hasson H, et al. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. Community Dent Oral Epidemiol 2007;35:170-178.
5. Kim BI. QLF Concept and Clinical Implementation. Journal Kor Dent Ass 2011;49:443-450.
6. van der Veen MH, de Josselin de Jong E. Application of quantitative light-induced fluorescence for assessing early caries lesions. Monogr Oral Sci 2000;17:144-162.
7. Pretty IA. Caries detection and diagnosis: novel technologies. J Dent 2006;34:727-739.
8. Lee BJ. Use of laser fluorescence device 'DIAGNODent' for detecting caries. Journal Kor Dent Ass 2011;49:461-471.
9. Pinelli C, Campos Serra M, nica o, de Castro Monteiro Loffredo L. Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo. Caries Res 2002;36:19-24.
10. Lussi A, Hibst R, Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. J Dent Res 2004;83(suppl 1):C80-C83.
11. Farah R, Drummond B, Swain M, Williams S. Relationship between laser fluorescence and enamel hypomineralisation. J Dent 2008;36:915-921.
12. Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. J Am Dent Assoc 2004;135:1413-1426.
13. Fejerskov O, Nyvad B, Kidd E.A.M. Pathology of dental caries. In: Fejerskov O et. al. Dental caries: the disease and its clinical managemen. 2nd ed. Oxford:Backwell Munksgaad Ltd.;2008:19-48.
14. Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. Caries Res 1991;25:296-303.
15. Weerheijm K, Van Amerongen W, Eggink C. The clinical diagnosis of occlusal caries: a problem. ASDC J Dent Child 1988;56:196-200.
16. Ekstrand K, Ricketts D, Kidd E. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. Caries Res 1997;31:224-231.
17. Stookey GK. Quantitative light fluorescence: a technology for early monitoring of the caries process. Dent Clin North Am 2005;49:753-770.
18. Gomez J, Zakian C, Salsone S, Pinto SC, Taylor A, Pretty IA, et al. In vitro performance of different methods in detecting occlusal caries lesions. J Dent 2013;41:180-186.
19. Bamzahim M, Shi X-Q, Angmar-Månsson B. Occlusal caries detection and quantification by DIAGNOdent and Electronic Caries Monitor: in vitro comparison. Acta Odontologica 2002;60:360-364.
20. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. Eur J Oral Sci 2001;109:14-19.
21. Kavo Dental GmbH. User Instructions DIAGNOdent pen. 2009.
22. Ferreira Zandoná A, Santiago E, Eckert G, Fontana M, Ando M, Zero D. Use of ICDAS combined with quantitative light-induced fluorescence as a caries detection method. Caries Res 2010;44:317-322.
23. Diniz MB, Rodrigues JA, Hug I, De Cássia Loiola Cordeiro R, Lussi A. Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. Community Dent Oral Epidemiol 2009;37:399-404.