

Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital을 이용한 치면세균막 검사법의 임상적 활용 가능성 평가

황혜림 · 조영식¹ · 김백일[†]

연세대학교 치과대학 예방치과학교실, ¹남서울대학교 치위생학과

Assessment of Clinical Applicability of a New Plaque Scoring System Using Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital

Hye-Rim Hwang, Young-Sik Cho¹ and Baek-Il Kim[†]

Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry, Seoul 120-752,

¹Department of Dental Hygiene, Namseoul University, Cheonan 331-707, Korea

The aim of this study was to suggest a convenient method of monitoring the gingival state through plaque detection. Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital (QLF-D), which can assess mature plaque, can be used to assess the oral hygiene status of individuals and to establish an adequate intervention plans for them. The subjects of the study participated in the clinical training at Department of Dental Hygiene, N University. The subjects completed questionnaires on general characteristics and oral hygiene methods. Then, photographs of maxillary and mandibular anterior teeth of the subjects were taken using the QLF-D. After the oral examinations, gingival state was recorded according to the Löe & Silness's Gingival Index (GI). In addition, a plaque control record was calculated in percentage using disclosing agent. The analysis of the relation between the plaque control record and the QLF-D scores showed positive correlation ($r=0.638$, $p<0.001$), and the analysis of the relation between the QLF-D scores and the gingival bleeding index scores also showed positive correlation ($r=0.562$, $p<0.001$). Besides, the study classified the participants into healthy gingiva group and the gingivitis group according to the classification criteria of GI, and when the difference of QLF-D scores between the groups was analyzed, the QLF-D scores were statistically significantly higher ($t=-2.785$, $p=0.007$) in the gingivitis group (1.71 ± 1.545) than the healthy gingiva group (0.74 ± 1.290). When the differences in mean values of the QLF-D scores were analyzed against and the gingival bleeding index scores, the QLF-D scores of 0 and 1 belonged to the category of normal gingival state while the QLF-D scores of 2, 3 and 4 belonged to the category of gingivitis state. Therefore, it is deemed that the red fluorescence detected by the QLF-D from the mature supragingival plaque can be used for monitoring the state of gingivitis.

Key Words: Dental plaque, Gingivitis, Dental plaque index, Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital

서론

치은염과 치주염은 유병률이 높은 사회적 질환이며 치아 조기상실뿐 아니라 심혈관 질환에까지도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 치면세균막은 이러한 치주조직 질환이 발생하는 주된 원인 중 하나이므로¹⁾ 치면세균막 관리가 제

대로 이루어지지 않을 경우 치면세균막이 지속적으로 축적되고, 치주조직에 만성적인 자극이 원인이 되어 염증을 유발시킨다. 특히, 오래된 치면세균막은 혐기성 세균을 증식시켜 치은의 염증 상태를 더욱 악화시키게 되는데, 치은염의 상태에서는 자가 관리만으로도 치은조직이 건강한 상태로 돌아올 수 있기 때문에 치면세균막 관리가 매우 중요하다.

Received: February 26, 2014, Revised: May 10, 2014, Accepted: May 12, 2014

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

[†]Correspondence to: Baek-Il Kim

Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry, 50, Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82-2-2228-3070, Fax: +82-2-392-2926, E-mail: drkbi@yuhs.ac

Copyright © 2014 by the Korean Society of Dental Hygiene Science

© 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.

치면세균막과 치은염과의 관계는 1965년 Loe 등²⁾에 의해 처음으로 정립되었고, 치은염을 비롯한 구강 질환 관리를 위하여 치면세균막 관리 정도를 평가하는 다양한 지수가 사용되고 있다. 그 중에서 현재 널리 사용되고 있는 구강관리지수 중에 하나가 O'Leary 등³⁾에 의한 plaque control record (PCR)이다. 이 지수는 치아를 4개의 면으로 나누고, 치면세균막을 착색한 후 존재 유무를 기록하므로 치면세균막관리를 위한 대상자 교육 목적으로 유용하다. 또 다른 치면세균막 관리 평가 지수는 Loe와 Silness⁴⁾에 의해 개발된 지수로 전체 치아 중 대표치아인 6개의 치아만 검사하여 육안으로 관찰되는 치면세균막의 두께와 양을 0~3점까지 평가하기 때문에 신속하게 평가할 수 있어 대규모 역학조사에도 매우 유용하다. 각각의 치면세균막 관리 지수는 임상가에 따라서 적용되고 있으며, 이 지수들을 통하여 환자의 치은염 관리 정도 추적하고 완화시키기 위한 방법으로 사용되고 있다.

Loe와 Silness⁴⁾는 치면세균막 외에도 치은염증의 유병률과 심각도를 결정하기 위한 치은염지수도 제시하였고, 이 지수는 현재 널리 사용되고 있다. 이 치은염지수 역시 선택된 6개의 치아를 평가하여 점수를 부여하고 기록하기 때문에 신속하게 이루어질 수 있다. 이 지수의 검사방법은 시진을 통한 색조의 변화와 periodontal probe를 이용한 부종상태 및 출혈상태를 확인한다. 특히 치은출혈은 치은염증의 대표적인 증상으로 치은 상태를 확인할 수 있는 지표이다. 그러나 periodontal probe를 이용한 검사방법은 침습적이기 때문에 오히려 치면세균막을 다른 부위로 옮겨 감염시킨다는 연구결과가 있다⁵⁾. 또한 술자의 숙련도에 따라 치은에 위해를 가할 수 있으며, 치은의 건강상태에 관한 결과가 상이하게 나타나기도 하므로 지수측정 시 주의와 훈련이 필요하다.

한편, 주로 초기의 우식병소를 탐지하는 데 사용되고 있는 quantitative light-induced fluorescence (QLF)는 405 nm의 가시광선을 활용하여 건전한 치아조직과 무기질이 소실된 탈회 부위에서 발현되는 자연형광의 차이로 초기우식병소를 탐지 및 진단하고 정량화할 수 있는 장비이다. 또한 구강 내에 존재하는 세균이 분비하는 포피린(porphyrin)이라는 대사산물에서 발생하는 붉은색의 형광을 탐지하는 것이다⁶⁾. 따라서 치면세균막 염색제를 사용하지 않고 치면세균막을 평가할 수 있으며 오래된 치면세균막일수록 더 붉은 형광으로 보여지고 simple plaque score (SPS)로 정량화할 수 있다. 최근 디지털카메라 형태의 장비로 개발된 Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D)⁷⁾ (Biluminator; Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, The Netherlands)은 QLF와 같은 원리로, 한 번의 촬영으로

일반 백색광선 영상과 형광 영상을 동시에 획득하여 해당 이미지를 저장할 수 있는 장비이다. 이 장비를 사용하여 치면세균막에서 발현되는 붉은 형광을 관찰한다면 치주치료 시작 전 QLF-D 이미지를 통해 구강 위생 관리가 제대로 이루어지지 않은 부위를 확인함으로써 환자 개인에게 적절한 구강관리방법과 구강관리용품을 제공하는 것이 가능하다. 뿐만 아니라 QLF-D를 사용할 경우, 오래된 치면세균막에서 발현되는 붉은색의 형광 정도에 따라서 구강관리상태에 따른 위험군을 쉽게 분류할 수 있다. 또한 치면세균막 질환으로 야기되는 치은염 상태를 확인할 수 있다면 개인의 구강상태를 평가하는 데 객관적인 자료로 이용하여 적절한 중재계획을 수립할 수 있을 것이라 생각된다.

따라서 본 연구의 목적은 새롭게 개발된 광학 장비인 QLF-D를 이용한 치면세균막 검사법을 활용하여 치은 상태를 간편하게 모니터링할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 구강검사

연구대상자는 2012년 4월부터 6월까지 천안의 N대학교 치위생학과 학생의 임상증례실습에 참여한 대상자 중 본 연구의 목적에 동의한 대학생이다. 남자는 48명(72.7%), 여자 18명(27.3%)으로 총 66명이었다. 모든 기록 및 평가는 연구자 1인이 시행하였다. 대상자의 평균 연령은 22.3세(표준편차 2.70)였으며 일반적 특성과 구강관리방법에 관한 설문지를 작성하였고, 1인의 검사자가 상악 전치부의 사진을 QLF-D로 촬영하였다. 그 후 치아검사(DMFS)를 실시하고, 치은상태의 평가를 위해 periodontal probe를 이용하여 Loe와 Silness⁴⁾의 Gingival Index (GI)를 검사하였다. 또한 치면세균막 검사로서 염색제를 이용하여 PCR을 O'Leary Index로 산출하였다.

2. 검사 도구 및 QLF-D 분석

임상증례용 검사기록지와 자기기록식 설문지를 이용하여 대상자의 일반적 특성과 구강관리방법에 관한 조사를 시행하였다. 검사기록지에는 성별, 연령, 직업, 전신적 건강상태, 구·내외 검사, 치아검사, 치주검사, 치면세균막검사 결과 등을 기록하였고, 설문지를 통해 치실 외 구강관리용품 사용여부, 치과방문유형, 정기적 스켈링 여부를 조사하였다.

본 연구에 사용된 QLF-D는 구강 내에 존재하는 세균이 분비하는 포피린 대사산물에서 발생하는 붉은색의 형광을 탐지한다(Fig. 1). 침착된 치면세균막의 양과 질 평가는 Fig. 2와 같이 QLF-D 전용 분석 프로그램(QA2 v 1.23; Inspec-

ktor Research Systems BV)을 이용하여 0에서 5까지의 점수로 평가할 수 있다. 치면세균막의 성숙 정도에 따라 붉은색의 형광이 점점 진해지는 양상을 반영하여 붉은색의 형광

정도(ΔR)에 따라 하위 score $\Delta R30$, $\Delta R60$, $\Delta R120$ 으로 치면세균막을 평가할 수 있다(QLF-D ΔR score). 따라서 $\Delta R120$ 이 표시된 부위는 구강 내에서 오랫동안 세정관리

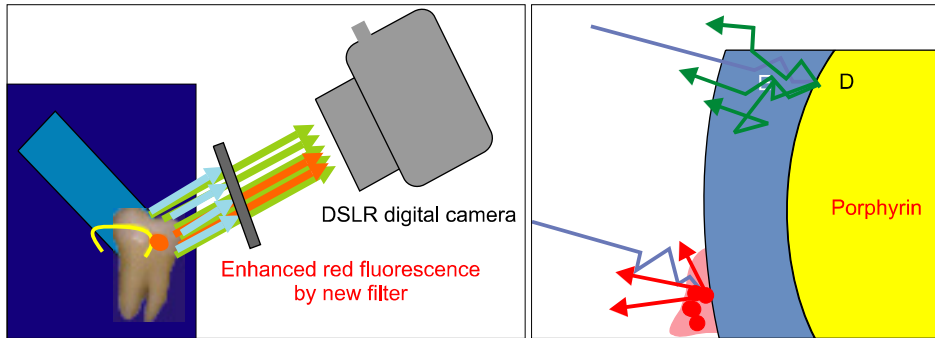


Fig. 1. The principle of Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital to detect the red fluorescence.

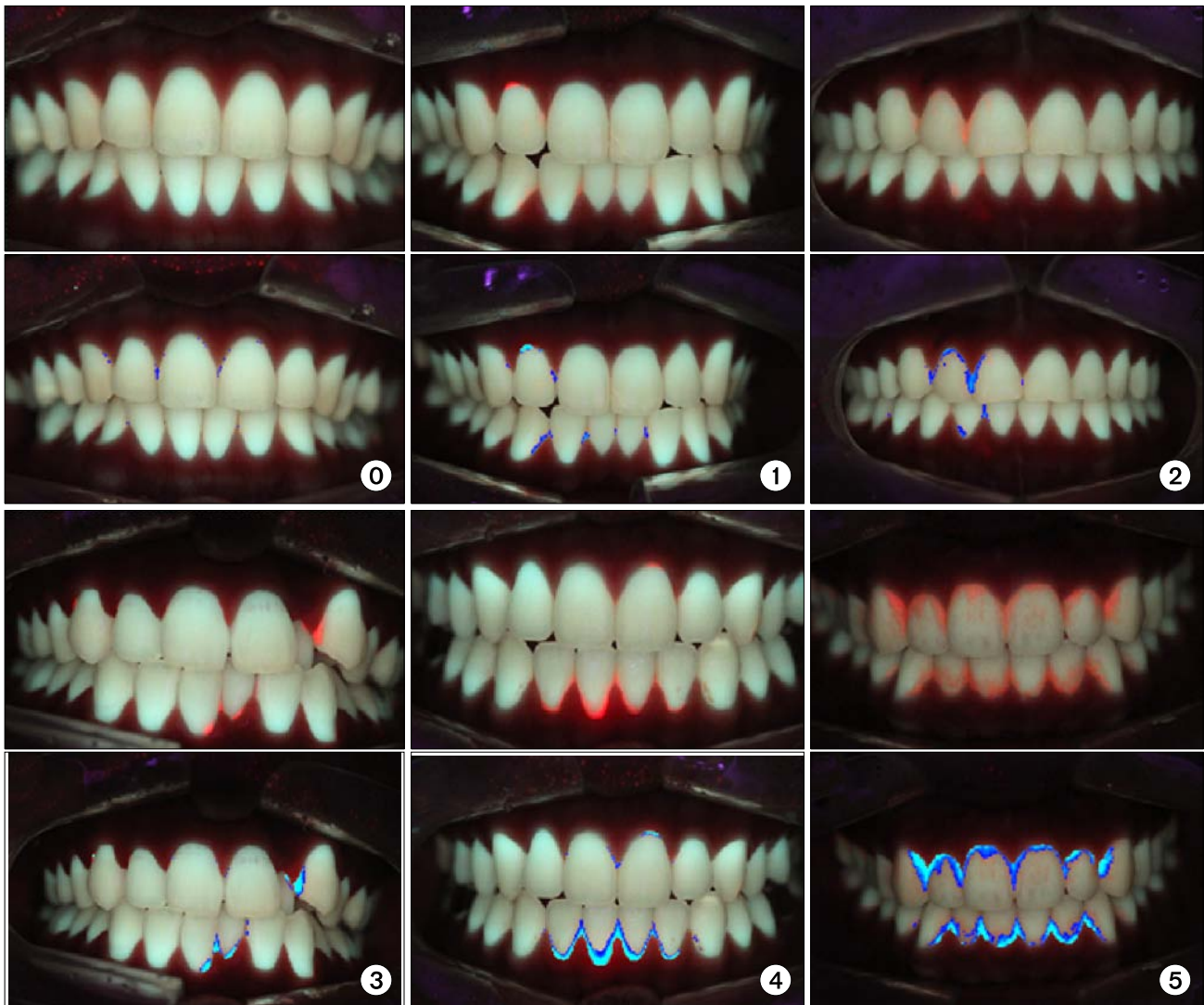


Fig. 2. Photographs of analyzing plaque of the subjects by Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital scores.

가 이루어지지 않거나 치면세균막 내 세균의 대사가 활발한 부위임을 의미한다. 본 연구에서는 QLF-D로 상하악 전치부만 사진 촬영을 하여 전치부만의 QLF-D score와 QLF-D Δ R score를 산출하였다. 그 후 periodontal probe를 이용하여 전체치아의 치주검사를 시행하였다. 치주검사 중에서 치은염증의 유병률과 심각도를 평가하기 위해 가장 흔히 사용되는 지수 중 Löe & Silness GI를 검사하였다. 본 연구에서 GI 검사는 전체치아, 선택치아, 전치부 치아로 분류하여 지수를 산출하였다. GI 검사 범위는 0점에서 3점까지 분류되며, 분류기준은 0점은 정상치은, 1점은 약간의 색깔 변화와 부종, 탐침 시 출혈은 없는 경우, 2점은 발적, 부종, 탐침 시 출혈 있음, 3점은 분명한 발적, 부종, 궤양, 자연 출혈 있음을 의미한다. 이렇게 산출된 지수를 0~1.0점은 정상치은, 1.1~2.0점은 경증 치은염, 2.1~3.0점은 중증 치은염으로 분류하였다. 그 후 치면세균막 염색제를 이용하여 치면세균막을 착색한 후 치면세균막 미부착시 0점, 착색된 치면세균막 부착시 1점으로 기록하여 O'Leary Index를 산출하였다. 치면세균막지수 또한 전체치아와 전치부 치아로 나누어 각각 산출하였다.

대상자 개인의 치면세균막지수와 치은지수에 따라 대상자를 위험군별로 분류하였다. O'Leary Index (PCR) 점수는 30점, GI는 1점을 기준으로 하여 정상치은군과 치은염군으로 각각 분류하여 분석하였다.

3. 통계분석

연구대상자의 일반적 특성 및 설문 조사 결과는 빈도분석 및 기술통계분석을 시행하여 분포를 확인하였다. Kolmogorov-Smirnov 검정결과 정규성 가정을 충족하지 않았으나, 도표분석결과 전반적으로 정규분포와 근사한 분포를 보였

고, 표본 수가 충분하였기 때문에 모수분석을 실시하였다. QLF-D score와 GI, PCR의 연관성을 파악하기 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다. 독립표본 t검정을 통해 치면세균막의 위험군별 일반적 특성, 구강관리방법, QLF-D score의 차이 및 정상치은과 치은염치은에 따른 QLF-D score의 차이를 검정하였다. 일원분산분석을 통해 치면세균막지수 위험군에 따른 전치부 치면세균막의 QLF-D score의 차이 및 전치부 QLF-D score에 따른 전치부 치아의 치면세균막과 치은염 상태를 검정하였고 Scheffe 사후분석을 실시하였다. 통계분석은 PASW Statistics 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

결 과

1. 연구대상자의 구강상태 평가

연구대상자의 구강검사 결과 평균 치면세균막지수는 42.28 ± 17.90 이고, 6개의 선택치아의 치은지수는 1.05 ± 0.38 이었다. 또한 평균 QLF-D score는 1.26 ± 1.50 으로 나타났다.

2. QLF-D score와 치면세균막지수 및 치은지수의 상관관계

QLF-D score와 치면세균막 및 치은상태의 관련성을 평가한 결과는 Table 1에 제시되어 있다. 전치부 QLF-D score와 전치부 치면세균막지수는 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며($r=0.638, p<0.001$), 전치부 QLF-D score와 전체치아 치면세균막지수는 유의한 양의 상관관계가 있었다($r=0.453, p<0.001$). 또한 전치부 QLF-D score와 전치부 치은지수는 유의한 양의 상관관계를 나타냈으며

Table 1. Correlation Coefficients among the QLF-D Scores, GI Scores, and PCR Scores

	QLF-D score	Δ R30	Δ R60	Δ R120	Total GI	Designated GI	Anterior GI	Total PCR	Anterior PCR
QLF-D score	1								
Δ R30	0.744**	1							
Δ R60	0.738**	0.961**	1						
Δ R120	0.730**	0.833**	0.945**	1					
Total GI	0.422**	0.291*	0.268*	0.232	1				
Designated GI	0.494**	0.268*	0.181	0.088	0.718**	1			
Anterior GI	0.562**	0.314*	0.283*	0.261*	0.910**	0.712**	1		
Total PCR	0.453**	0.418**	0.340**	0.277*	0.203	0.254*	0.253*	1	
Anterior PCR	0.638**	0.547**	0.462**	0.393**	0.275*	0.261*	0.339**	0.253*	1

QLF-D: Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital, GI: Gingival Index, PCR: plaque control record (O'Leary Index). QLF-D (Δ R) score, simple plaque score calculated in QLF-D blue light photograph of anterior teeth; Δ R30, Δ R60, and Δ R120, redness differences of 30%, 60%, and 120% between the teeth and the red plaque observed on the QLF-D photograph.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

($r=0.562$, $p<0.001$), 6개의 선택치아($r=0.494$, $p<0.001$)와 전체치아($r=0.422$, $p<0.001$)의 치은지수와도 각각 유의한 양의 상관관계가 나타났다.

3. 치면세균막검사와 치은염검사 결과에 따른 QLF-D score의 차이

치면세균막 저위험군의 QLF-D score는 0.50 ± 0.962 로 나타났고, 고위험군의 QLF-D score는 1.89 ± 1.586 으로 고위험군에서 통계적으로 유의하게 높았다($p<0.0001$). 또한 QLF-D score는 정상치은군에서 0.74 ± 1.290 , 치은염군에서 1.71 ± 1.545 로 치은염치은에서 더 높았다($p=0.007$). 본 연구에서 위험군 집단의 분류 기준 하에서, 고위험에 해당하는 집단에서 그렇지 않은 집단에 비해 QLF-D score가 더 높은 것을 확인하였다(Table 2).

4. QLF-D score에 따른 치면세균막지수 및 치은지수 비교

QLF-D score에 따른 치면세균막지수를 비교한 결과, 치면세균막 지수 평균은 각 score에 따라 유의한 차이가 있었으며, score 0 집단의 치면세균막 지수 평균과 score 4와 5 집단의 치면세균막 지수 평균에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$, Table 3). 또한 QLF-D score에 따른 치은지수 평균값 중 사후분석 결과 score 0과 2 그룹 간에 유의한 차이를 보였다($p<0.001$, Table 3).

Table 2. Distribution of the Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital (QLF-D) Scores according to the Groups Classified by the Plaque Control Record and Gingival Index

Indices	Group	n	QLF-D score	t	p-value
Plaque Index	Low risk	28	0.50 ± 0.962	-4.277	<0.0001
	High risk	35	1.89 ± 1.586	-4.277	<0.0001
Gingival Index	Healthy	31	0.74 ± 1.290	-2.785	0.007
	Gingivitis	35	1.71 ± 1.545	-2.785	0.007

Values are presented as n or mean±standard deviation.

Table 3. Distribution of Plaque Control Record Scores and Gingival Index Scores of Anterior Teeth according to the Quantitative Light-Induced Fluorescence-Digital (QLF-D) Scores

QLF-D score	n	Plaque Index	F	p-value	Gingival Index	F	p-value
0	30	27.04 ± 13.86^a	9.777	<0.0001	0.77 ± 0.36^a	9.190	<0.0001
1	15	$48.96\pm 20.90^{a,b}$	9.777	<0.0001	$0.85\pm 0.20^{a,b}$	9.190	<0.0001
2	4	$55.86\pm 18.20^{a,b}$	9.777	<0.0001	1.46 ± 0.18^b	9.190	<0.0001
3	10	$51.39\pm 26.69^{a,b}$	9.777	<0.0001	$1.28\pm 0.25^{a,b}$	9.190	<0.0001
4	5	76.11 ± 14.78^b	9.777	<0.0001	$1.27\pm 0.18^{a,b}$	9.190	<0.0001
5	2	79.12 ± 29.46^b	9.777	<0.0001	$1.12\pm 0.12^{a,b}$	9.190	<0.0001

Values are presented as n or mean±standard deviation.

^{a,b}Within same column, different letters denote significant differences between groups by Scheffe's post hoc test at $\alpha=0.05$.

고 찰

치아우식증과 치주질환은 다양한 요인이 원인으로 작용하여 발생하지만 그 중에서 환경적 요인으로 가장 직접적인 영향을 미치는 것이 치면세균막이다. 따라서 치면세균막을 관리하는 것은 구강 질환 예방을 위해 가장 기본적이고 효과적인 방법 중 하나이다. 대상자의 구강 상태와 구강보건 인식도를 파악하기 위한 방법 중 치면세균막의 평가는 현재 대상자의 칫솔질 방법, 헷수, 잘못된 구강 관련 습관, 보조구 관리용품 사용여부 등을 파악하기에 적절하다. 또한 교정 치료나 치주수술과 같이 오랜 시간이 요구되는 치과 치료 시 치면세균막 관리가 제대로 이루어지지 않으면 심각한 위험요인으로 작용할 수 있기 때문에 치료 진행 중에 환자의 치면세균막 관리 상태를 지속적으로 평가할 필요가 있다. 치면세균막을 정량적으로 평가하기 위한 검사방법들은 다양하지만 기존의 방법들에 대하여 비판적인 시각이 많다. 예를 들어, PCR 지수를 사용하여 치면세균막지수가 50% 감소하였다고 하기 위해서는 같은 검사자가 동일한 기준을 근거로 하여 평가해야 한다. 그러나 치면세균막 존재여부 및 분포 상태에 대한 평가는 주관적으로 검사자의 교육과 훈련이 필수적이기 때문에 소요되는 시간과 비용이 크다는 단점이 있다. 이처럼 기존의 치면세균막 평가방법들은 임상 시험설계에서 가장 요구되는 정밀도, 객관성, 민감도, 특이도 및 신뢰성이 부족하다. 따라서 치면세균막을 민감하게 정량화할 수 있는 객관적인 평가방법이 필요하다. 이를 통해 실제 임상에서 환자를 지속적으로 관리하는 것이 용이해질 뿐만 아니라 대규모의 구강 검진 시 소모되는 비용과 시간을 줄일 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 새롭게 개발된 형광 탐지 장비인 QLF-D를 활용하여 대상자의 치면세균막 및 치은상태를 정량화하여 평가하는 것이 가능한지 확인하였다.

QLF-D는 미생물의 대사산물인 포피린을 탐지하여 육안

으로 확인이 어려운 치면세균막을 붉은색의 형광으로 가시화하고 정량화할 수 있기 때문에 치면세균막 평가에 효과적으로 활용할 수 있다. 현재 활용되고 있는 QLF-D 장비 및 전용 분석소프트웨어인 C3 program이 개발되기 이전에 구내 카메라 형태의 QLF를 이용하여 치면세균막을 정량화하려는 시도가 있었다. Pretty⁸⁾는 3일간 칫솔질을 하지 않은 구강상태에서 치면세균막염색을 한 영상과 염색을 하지 않은 영상을 QLF로 촬영하였다. 촬영한 이미지는 Adobe Photoshop ver. 5 프로그램에서 건전한 치면의 픽셀과 붉은 영역의 픽셀을 이용하여 치면세균막의 양을 Percentage Plaque Index로 산출하여 백분율(%)로 표현하고자 하였다. 또한 QLF를 이용하여 총의치의 오래된 치면세균막을 탐지한 연구⁹⁾에서는 면적측정방법을 이용하여 붉은색의 형광부위를 정량화하였다. 이 연구에서 사용한 QLF는 1회 촬영시 약 2개의 치아만 촬영할 수 있기 때문에 상악 틀니 하나의 평가 시 총 12개의 영상을 촬영하여야 하는 번거로움이 있었다. 그러나 본 연구에서 사용한 QLF-D는 디지털 카메라의 형태로 1회 촬영시 전치부 치아 모두를 한번에 이미지화하는 것이 가능하다. 또한 기존의 QLF에서 사용했던 필터를 변형시켰고 동시에 high-specification digital single-lens reflex (SLR) 카메라를 사용하여 고해상도 조건에서 치면세균막의 미세한 변화를 민감하게 탐지할 수 있다. 또한 전용 소프트웨어를 활용하여 개인의 구강 상태를 자동으로 점수화하는 것이 가능하기 때문에 실제 활용 편의성이 높다.

최근 보고된 van der Veen¹⁰⁾의 연구에서는 QLF-D로 촬영한 치면세균막의 붉은 형광과 two-tone 착색제를 이용한 성숙 치면세균막의 상관성을 평가하였다. Two-tone 착색제에 의해 dark-blue로 염색된 치면세균막과 QLF-D의 붉은 형광은 높은 수준의 상관관계($r=0.61, p<0.001$)를 보였다. 본 연구에서 상하악 전치부 QLF-D의 붉은 형광과 염색제를 이용한 전치부 PCR의 상관관계도 비슷한 수준을 나타냈다($r=0.638, p<0.001$). 본 연구에서 평가 대상 치아는 전치협면 부위로서, 전치부 특히 협면의 경우는 구치부에 비해 치면세균막이 비교적 덜 침착하나 치면세균막이 존재하는 경우에는 제거가 어려운 부위에 있는 비교적 오랜 기간동안 성숙된 치면세균막인 경우가 많다. 따라서 전치부만을 평가한 결과였으나 전체치아를 대상으로 성숙치면세균막을 평가한 선행 연구 결과와 유사한 경향을 나타냈으며, 이와 같은 연구 결과들을 통해 치면세균막 평가도구로서 QLF-D를 활용하는 것이 가능함을 입증할 수 있다.

그러나 QLF-D score와 치은염지수의 상관관계는 치면세균막지수에 비해 비교적 낮은 결과를 보였다. 이는 QLF-D와 치면세균막 지수는 모두 치면세균막을 직접적으로 평가한

결과이지만, 치은지수의 경우 치면세균막이 직접적인 원인으로 작용하여 치은에 나타나는 반응 및 결과를 평가하는 지표이기 때문에 나타난 결과로 추측해볼 수 있다. 비록 상관관계의 수준은 약하지만 통계적인 유의성을 나타내므로 치은상태를 스크리닝하는 데 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용한 PCR 방법은 치면세균막의 존재 유무만을 평가하기 때문에 치면세균막의 질적인 특성은 반영되지 않는다. 그러나 본 연구에서 평가한 QLF-D score의 경우 치면세균막의 양적, 질적인 측면을 모두 반영하여 종합적으로 점수화할 수 있기 때문에 해당 결과로 질병발생 위험 가능성을 설명하는 것이 가능하다. 이는 최근 연구 결과들을 통해 입증되었는데, 치면세균막의 우식 병원성이 증가할수록 QLF-D에서 탐지되는 붉은 형광이 증가하였고, 이를 통해 붉은 형광 정도가 치면세균막의 질적 특성을 반영함을 확인하였다. 본 연구 결과에서 치면세균막지수와 치은지수가 높을수록 QLF-D score도 증가하는 것을 확인하였고, 해당 지수로 구분된 위험군별 결과에서 고위험군의 QLF-D score 평균값으로 미루어볼 때 QLF-D score 2점 이상일 때 양적, 질적으로 병원성의 치면세균막임을 확인할 수 있다. 따라서 score 2점 이상인 대상자는 병원성이 높은 치면세균막을 보유하고 있으므로 질병발생 위험도가 높음을 알리고 집중 관리가 필요함을 제안할 수 있을 것으로 생각된다.

또한 현재까지 치은염 상태를 확인하기 위해서는 검사자의 눈으로 확인하여 치은색조의 변화를 기록하거나, periodontal probe를 이용하여 출혈부위를 찾거나, 이미 진행된 치주염 상태만을 확인하는 원시적인 방법을 이용하였다. 하지만 이러한 과정은 많은 시간과 검사자의 교육이 요구되며, 검사자간의 일치도에 따라 결과가 달라질 수 있는 주관적인 방법들이다. 따라서 QLF-D를 활용한다면 기존 방법들의 한계점을 보완하여 치면세균막 및 치은평가를 간편하게 객관적으로 수행할 수 있을 것으로 생각된다.

선행 연구 결과에 따르면, QLF-D에서 붉은 형광으로 탐지가 가능한 치면세균막은 성숙기간이 오래되어 혐기성 균종의 구성이 높음을 알 수 있다¹¹⁻¹³⁾. van der Veen 등¹²⁾은 QLF영상에서 붉은 형광을 나타내는 치면세균막과 그렇지 않은 치면세균막을 격리하여 배양한 후 관찰한 결과, 혐기성 세균인 *Peptostreptococcus micro*와 *Porphyromonas gingivalis* 붉은 형광을 나타냈다. Coulthwaite 등¹³⁾은 QLF를 이용하여 일정 기간 동안에 형광을 나타내는 미생물을 확인해본 결과, 일반적으로 더 성숙한 치면세균막에 존재하는 후기 집락체(late colonizers)로 알려져 있는 *Prevotella melaninogenica*, *Actinomyces israelii*, *Candida albicans*와 치면세균막 발생에 관찰되었고, 치면세균막 발생에 중요한 미

생물인 early colonizers의 *Fusobacterium nucleatum*에서 관찰되었다.

본 연구는 대상 집단의 표본수가 적고 QLF-D score별 대상자 수가 불균형하게 분포되어 있다는 한계점이 있다. 따라서 향후에는 이를 보완하여 구강 관리 상태가 다양하게 고른 분포를 보이는 대규모 인구 집단을 대상으로 해당 연구를 수행할 필요가 있다. 게다가 상하악 전치부만을 평가하여 전체적인 구강상태를 표현하는 데는 한계가 있으나 향후 전체 치아 이미지와의 비교를 통해 해당 결과로 전체 상태를 대표할 수 있는지 확인하는 것도 의미가 있을 것으로 생각된다. 치위생학 분야에서 학생 교육 및 대상자 관리 등에 QLF-D의 활용도가 점차 높아지고 있는 시점에서¹⁴⁻¹⁶⁾, 본 연구를 통해 치면세균막 및 치은상태의 모니터링에 QLF-D를 적용하는 것이 가능함을 입증하였기에 의미가 있다고 본다.

요 약

본 연구에서는 기존에 임상에서 염색제를 사용한 치면세균막검사와 periodontal probe를 사용한 치은지수 평가방법 대신 새로운 디지털 형광 장비인 QLF-D를 이용한 검사법의 활용 가능성을 확인하고자 하였다. 염색제를 이용하여 치면세균막지수를 산출하여 연구 대상자를 위험군별로 구분하여 일반적 특성을 확인하였고, 분석 소프트웨어를 이용하여 산출되는 QLF-D score와 전체 및 전치부 치면세균막지수, 치은지수의 상관성을 확인하였다. 정상치은과 치은염에 따른 QLF-D score를 비교하였고, 각 QLF-D score에 따른 치면세균막지수와 치은지수의 평균값을 비교하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

연구대상자의 염색제를 이용한 평균 치면세균막지수는 42.28 ± 17.90 이었고, 6개의 선택치아의 치은지수는 1.05 ± 0.38 로 나타났으며, QLF-D score는 1.26 ± 1.50 이었다. 상하악 전치부 QLF-D score와 치면세균막염색을 이용하여 평가한 전치부 치면세균막지수의 상관 분석 결과, 유의한 양의 상관관계를 확인하였다($r=0.638$, $p < 0.001$). 또한 상하악 전치부 QLF-D score와 periodontal probe를 이용한 치은지수와의 관계를 분석한 결과에서도 두 가지 평가 지표 간에 유의한 양의 상관관계를 보였다($r=0.562$, $p < 0.001$). 치면세균막지수와 치은지수에 따른 QLF-D score의 차이를 저위험군과 고위험군으로 분류하여 비교한 결과, 치면세균막지수($p < 0.0001$)와 치은지수($p=0.007$) 모두 저위험군에 비해 고위험군 집단에서 QLF-D score가 통계적으로 유의하게 높았다. QLF-D score에 따른 치면세균막지수 및 치은지수

평균값을 비교한 결과, QLF-D score가 증가할수록 두 가지 지수 모두 통계적으로 유의하게 증가하는 양상을 보였다($p < 0.0001$). 이와 같은 결과를 통해, QLF-D로 치면세균막을 평가함으로써 치은상태를 모니터링 하는 것이 가능함을 확인하였다. 이를 통해 임상 현장에서 QLF-D를 활용한다면, 비교적 간편하게 구강 이미지를 획득하고 구강 상태를 점수화하여 제시함으로써 술자의 진단 절차가 간편해지고 환자와의 의사소통이 원활해질 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Socransky SS, Haffajee AD: The bacterial etiology of destructive periodontal disease: current concept. J Periodontol 70: 457-470, 1992.
2. Løe H, Thielade E, Jensen SB: Experimental gingivitis in man. J periodontol 36: 177-187, 1965.
3. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE: The plaque control record. J periodontol 43: 38, 1972.
4. Løe H, Silness J: Periodontal disease in pregnancy and severity. Acta Odontol Scan 21: 533-551, 1963.
5. Ramachandra SS, Mehta DS, Sandesh N, Baliga V, Amarnath J: Periodontal probing systems: a review of available equipment. Compend Contin Educ Dent 32: 71-77, 2011.
6. Lennon AM, Buchalla W, Brune L, Zimmermann O, Gross U, Attin T: The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. Caries Res 40: 2-5, 2006.
7. Kim BI: QLF concept and clinical implementation. J Korea Dent Assoc 49: 443-450, 2011.
8. Pretty IA: Quantification of dental plaque in the research environment. J Dent 33: 193-207, 2005.
9. Coulthwaite L, Pretty IA, Smith PW, Higham SM, Verran J: QLF is not readily suitable for in vivo dental plaque assessment. J Dent 37: 898-901, 2009.
10. van der Veen MH: Visual comparison of red-fluorescing and disclosed plaque on clinical photos. IADR Wed, June, 20, 2012.
11. Lee ES, Kang SM, Ko HY, Kwon HK, Kim BI: Association between the cariogenicity of a dental microcosm biofilm and its red fluorescence detected by Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). J Dent 41: 1264-1270, 2013.
12. van der Veen MH, Thomas RZ, Huysmans MC, de Soet JJ: Red autofluorescence of dental plaque bacteria. Caries Res 40: 542-545, 2006.

13. Coulthwaite L, Pretty IA, Smith PW, Higham SM, Verran J: The microbiological origin of fluorescence observed in plaque on denture during QLF analysis. *Caries Res* 40: 112-116, 2006.
14. Kim HE: Quantitative light-induced fluorescence: a potential tool for dental hygiene process. *J Dent Hyg Sci* 13: 115-124, 2013.
15. Lee SR, Kim JH, Huh SY: Comparative study of dental plaque reduction according to various mouthwashes using quantitative light induced fluorescence digital. *J Dent Hyg Sci* 13: 434-439, 2013.
16. Lee SY, Lim SY, Bae HS: Applicability evaluation of quantitative light-induced fluorescence-digital and cariview in caries prediction study. *J Dent Hyg Sci* 13: 403-409, 2013.