

레이저 형광법의 치아우식증 진단감도를 증진시키기 위한 필터링 시스템 개발

이상호 · 박종휘 · 국중기* · 이난영

조선대학교 치과대학 소아치과학 교실, 구강생화학 교실*

국문초록

본 연구의 목적은 레이저 형광법을 이용해 초기 치아우식증을 광학적으로 진단하기 위해 진단감도를 높이는 것이다. 소의 치아를 STPP 인공우식병소 유발용액에 침잠시키고 다양한 깊이의 병소를 유발한 후 표면에 아르곤 레이저를 이용해 형광현상을 유도하고 여러 가지 필터를 부착한 CCD 카메라로 이와 같은 형광현상을 촬영하여 컴퓨터로 전송하였다. 컴퓨터 영상분석 프로그램을 이용하여 병소 표면에서의 광밀도를 측정하였다.

이 실험에서 사용한 필터는 노랑색, 호박색, 오렌지색, 그리고 빨강색이었으며 광밀도를 측정한 후에는 치아 시편을 절단하여 편광현미경으로 실제 조직학적 병소의 깊이를 측정하고 병소의 깊이와 여러 가지 필터를 사용하여 측정한 병소 표면에서의 광밀도간의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조직학적 병소의 깊이가 증가될수록 호박색과 오렌지색 필터를 사용하여 측정한 병소 표면에서의 광밀도는 증가되었다.
2. 병소 표면에서의 광밀도와 조직학적 병소의 깊이 사이의 상관계수는 오렌지색 필터가 가장 컸으며($r=0.49$), 다음 호박색($r=0.32$), 노랑색($r=0.13$), 빨강색($r=0.01$) 순 이었다.
3. 회귀분석결과 오렌지색 필터를 사용한 경우 병소표면에서의 광밀도와 조직학적 깊이 사이에 가장 직선에 가까운 회귀방정식을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 오렌지색 필터가 건전치질과 우식치질 사이의 색조대비를 잘 표현하여 진단감도를 높일 수 있는 방법으로 생각되며 이와 같은 레이저 형광법으로 치아우식증의 조기탐지는 물론 비침습적 방법으로 치아우식증의 진행 정도를 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : 치아우식증, 광학적 진단, 레이저 형광, 광밀도, 유리필터

I. 서 론

초기 치아우식증은 육안소견으로 정상 법랑질에 비해 하얗게 관찰되므로 임상적으로 백반(white spot)이라 불리운다. 이와 같은 초기 치아우식증은 법랑질의 평활면에서는 치질을 완전히 건조시켰을 경우는 색조의 차이에 의해서 건전 법랑질과 육안 판별이 가능하나 구강내에서 치질이 타액에 젖어 있을 경우 관찰하기 어렵다. 또한 방사선촬영이나 탐침 등 다른 임상적인 치아우식 검사법에 의해서도 잘 발견되지 않으므로 초기우식증을 진단하기는 쉽지 않다.

초기 치아우식증이 진행되어 이미 와동이 형성된 경우 방사

선촬영, 탐침, 염색법 등에 의해 진단이 가능하지만 이 경우 치질의 불가역적 파손으로 인해 원상태의 복구는 인공적인 수복 재료에 의해 이루어질 수밖에 없다. 따라서 치수과민, 이차적인 치아우식증 등의 부작용이 유발될 수 있는 가능성이 있고 또한 심미적이나 기능적으로 완전한 회복이 어렵다. 그러나 법랑질에 국한된 초기 치아우식 병소는 구강위생상태의 개선이나 불소도포 등에 의해 재광화가 가능한 것으로 알려져 있어¹⁾ 병리적 진행과정을 차단하고 원상태로 회복시켜줄 수 있다. 따라서 치아우식증의 조기진단 및 예방치치는 치아건강관리에 매우 중요하다고 할 수 있다. 초기 치아우식 병소는 향후 치아우식증을 유발할 수 있는 전 병소 혹은 징후로 작용하므로 임상적으로 초

*본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-20500-010-1)지원으로 수행되었음.

기 치아우식 병소를 초기에 발견하여 불소도포 등의 예방적 처치를 시행해 줄 경우 외동형성이 필요없이 보존적인 방법으로 우식병소의 처치가 가능하다.

이를 위해 여러 가지 치아우식 병소의 검사법이 연구, 개발되었으나 그 중에서도 광학적 방법을 중심으로 한 연구가 주를 이루어 왔다. 1970년 Friedman과 Marcus²⁾는 optic fiber를 이용해 치아에 빛을 비추는 투영투명법(transillumination)에 의해 치아 우식병소를 관찰하는 방법을 소개한 이래 Hefferen 등³⁾, Shrestha⁴⁾는 자외선투명법을 이용한 초기 치아우식 병소의 진단을 시도하였으며 Bjelkagen 등⁵⁾은 가시 레이저 광을, 그리고 O'Brien 등⁶⁾은 curing light를 이용한 투영법을 제시한 바 있다.

근래에는 Mitropoulos⁷⁾가 광섬유투명법(Fiber-optic transillumination, FOTI)을 소개하였으며 Bakhos 등⁸⁾은 iodine 등의 염료를 치아우식 병소에 침투시켜 육안적 판별 감도의 증진을 시도한 바 있다.

최근 가시광선 레이저를 치면에 조사할 경우 우식부위와 건전치질의 광학적 특성의 차이에 의해 형광이 발생된다는 사실이 밝혀지므로써, 가시광선 영역의 아르곤 레이저를 이용한 초기치아우식증 조기탐지에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. Ferreira 등⁹⁾, van de Rijke와 ten Bosch¹⁰⁾, Hafström-Björkman과 Sundström¹¹⁾ 등 여러 학자들¹²⁻¹⁵⁾이 레이저 형광을 이용하여 초기우식 병소의 진단에 대해 보고하였으며 Eggertsson 등¹⁶⁾은 광활성 염료를 레이저 형광법과 병용하여 감별력을 높일 수 있는 방법에 대해 보고하였다. 이외에도 Lussi 등¹⁷⁾의 몇몇 학자^{18,19)}와 국내에서 이 등²⁰⁾이 다이오드 레이저의 형광현상을 이용한 교합면 우식증 탐지장치인 Diagnodent[®]에 대한 치아우식 검사법의 타당도에 대해 연구, 보고한 바 있다. 또한 이와 이 등^{21,22)}은 레이저 형광을 이용한 광학적 치아우식활성검사법을 제시한 바 있다.

상기의 치아우식증을 초기에 진단하는 방법 중 방사선 사진 촬영법이나 광섬유투명법은 치아의 인접면 우식증을 쉽게 감지할 수 있으나 평할면 우식증은 감지하기 어려우며³⁾ 방사선 촬영법은 인체에 유해할 수 있다²⁴⁾. 염료를 사용하는 경우 환자의 구강 내에 염료를 도포하여 착색시켜야 하므로 인체에 해로울 수 있으며 방법이 번거롭다. 이외에도 microradiography, 미세경도(microhardness) 측정, 편광현미경 관찰법이 있으나 이들 방법은 발견된 치아를 대상으로 구강 외에서 하는 방법들이다^{25,26)}.

현재까지 레이저 형광법을 사용한 여러 연구는 형광현상에 초기우식증의 육안적 판별 및 이에 대한 신뢰도와 타당도를 규명하는 수준에 있다. 레이저 형광법이 임상에 적용되기 위해서는 빛의 종류 및 강도, 광필터, 치질 염색제, 자료의 디지털화 등의 문제점이 보완되어야 한다.

본 연구는 인체에 무해하고 안전하며 검사결과를 영상화 및 수치화하는 것이 간단하고 검사결과와 저장과 보관이 용이하며 검사 시간과 비용이 절약되는 레이저 형광을 이용한 치아우식증 진단시스템의 진단감도를 높일 수 있는 광필터에 대해 연구하였다.

II. 실험방법

1. 실험재료

발거된 소의 전치부 중 stereoscope상에서 협설면이 건전한 치아 50개를 선정하였다. 본 연구에 사용한 레이저는 488nm의 연속파장을 갖는 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM[®])이며 600 μ m 직경의 광섬유, 특수한 영역의 파장만 통과시키는 반사율 4.76% 이하의 유리필터(Kenko[®], Japan)를 사용하였다.

2. 실험 방법

레이저 형광법이 실제 초기 치아우식 병소를 어느 정도 정확하게 감지할 수 있는지의 여부를 평가하기 위해 소의 치아를 사용하여 초기 인공우식병소를 유발시키고 우식이 유발된 범랑질 표면을 레이저 형광법으로 광밀도를 측정된 군과 시편을 cross-section한 후 편광현미경으로 실제 조직학적 깊이를 측정된 군 사이의 상관관계를 분석한다.

① 시편제작

소의 전치부 범랑질이 건전한 치아 50개를 선정하여 약 5×5mm 넓이, 5mm 두께의 치아 절편을 제작하고, 제작된 150개의 치아절편을 acrylic plate에 고정하였다.

② 초기인공우식병소 유발

시편의 3mm 직경의 범랑질 표면을 제외한 전면에 nail varnish를 도포하고 STPP 인공우식용액(0.1M lactic acid, 0.24mM sodium-tripolyphosphate, pH at 4.2 with sodium hydroxide)에 담구어 37 $^{\circ}$ C 항온기에 12시간, 24시간, 48시간, 36시간, 72시간 동안 각각 30개씩 위치시켜 시간경과에 따라 다양한 깊이의 인공우식병소를 유발하였다.

③ 초기 우식병소의 표면에서의 광밀도(optic density) 측정 488nm, 연속파장의 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM[®])와 600 μ m 직경의 광섬유를 사용하여 0.6W의 출력으로 인공적으로 유발시킨 초기 우식병소의 표면에 레이저 광을 조사하였다. 이때 치아에서 산란되는 청색의 레이저 광을 차단하고 순수한 형광 빛만 관찰하기 위해 노랑색(500-520nm), 호박색(520-540nm), 오렌지색(540-560nm), 그리고 빨강색(560-580nm) 등의 여러 가지 색상의 유리필터를 CCD 카메라(WAT-202B, U.S.A.)의 렌즈 전면에 장착하고, 촬영한 형광상을 PC로 전송하고 frame grabber(Flash point MV-Lite, U.S.A.) capture board에 의해 영상화하여 초기 우식병소의 표면의 광밀도를 영상분석 프로그램(Image pro plus[®], Media cybernetics Co, USA)으로 측정하였다(Fig. 1).

Ⅲ. 실험성적

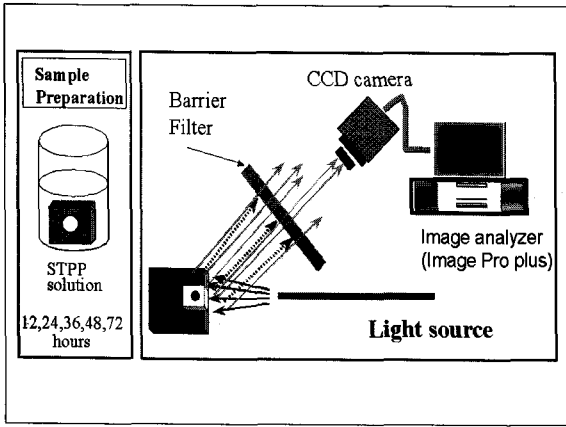


Fig. 1. Experimental design for measuring optical density of incipient carious lesion on tooth sample by inducing fluorescence with argon laser.

④ 편광현미경을 이용한 조직학적 초기우식병소의 깊이 측정 레이저 형광법에 의해 광밀도를 측정한 후 시편을 병소의 중앙부가 지나도록 diamond wheel saw(South Bay Tech., USA)로 절단한 후 240-600 grit 연마지가 부착된 연마기(OMNILAP 2000™, South Bay Tech., USA)로 연마하였다. 시편을 증류수와 초음파 세척기로 세척한 후 편광현미경(×100)으로 병소의 깊이를 관찰·측정하였다. 병소의 깊이는 표면에서부터 가장 깊은 부위까지의 거리로 하였다.

⑤ 통계 분석

SAS program을 이용하여 시간경과에 따른 조직학적 우식병소의 깊이와 레이저 형광을 이용하여 측정된 우식병소의 광밀도의 유의성 검증과 이들 변수간의 상관관계 및 회귀분석을 시행하였다.

탈회시간에 따른 인공우식병소의 깊이와 각 필터를 사용한 병소표면에서의 광밀도는 Table 1과 같다. 호박색과 오렌지색 필터가 병소의 깊이변화에 따른 광밀도의 유의성 있는 변화를 보여주고 있다.

병소의 깊이가 깊어질수록 전반적으로 광밀도가 증가되었으나 오렌지색 필터를 사용한 경우가 병소의 깊이 변화에 따른 광밀도의 변화량이 컸다(Fig. 2).

병소의 깊이와 각 필터를 사용한 광밀도간의 상관관계는 노랑색 필터인 경우 상관계수가 0.13, 호박색 필터는 0.32, 오렌지색 필터 0.49, 그리고 빨강색 필터는 0.01로 오렌지색 필터가 가장 상관관계가 높았으며 빨강색 필터가 가장 낮았다.

회귀분석을 시행한 결과 각 필터별 다음과 같은 상관곡선을 구하였으며 오렌지색 필터가 역시 가장 직선형의 상관곡선의 식을 나타내었다(Fig. 3).

이와 같은 결과를 종합해 볼 때 오렌지색 필터가 건전치질과 우식치질 사이의 색조대비를 가장 잘 나타내는 것으로 나타났다.

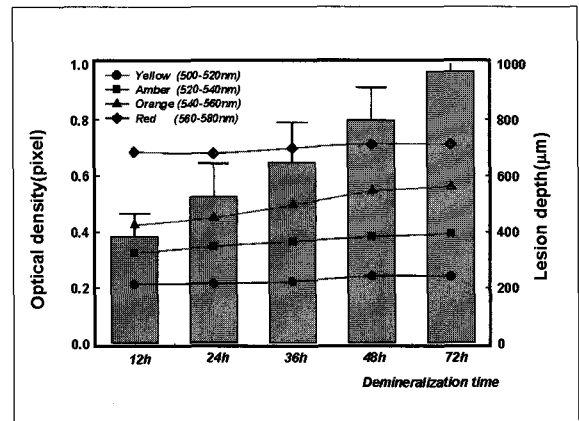


Fig. 2. Comparison of lesion depths and optical densities in accordance with demineralization time.

Table 1. Mean lesion depths and optical densities of specimens using various filter in accordance with demineralization time

Demineralization time(hour)	Lesion depth(μm)	Optical density(Pixel: arbitrary scale)			
		Yellow	Amber	Orange	Red
12	384.74±81.22	0.21±0.04	0.33±0.03	0.43±0.05	0.69±0.04
24	527.24±117.80	0.22±0.04	0.35±0.03	0.45±0.04	0.68±0.03
36	646.86±142.94	0.22±0.03	0.37±0.03	0.50±0.05	0.70±0.04
48	798.25±117.38	0.24±0.03	0.38±0.05	0.55±0.04	0.71±0.04
72	972.46±132.66	0.24±0.03	0.39±0.04	0.56±0.05	0.71±0.03
F ratio	36.34	1.54	5.64	15.70	1.68
P value	0.000*	0.207	0.001*	0.000*	0.171

* : Statistically significant

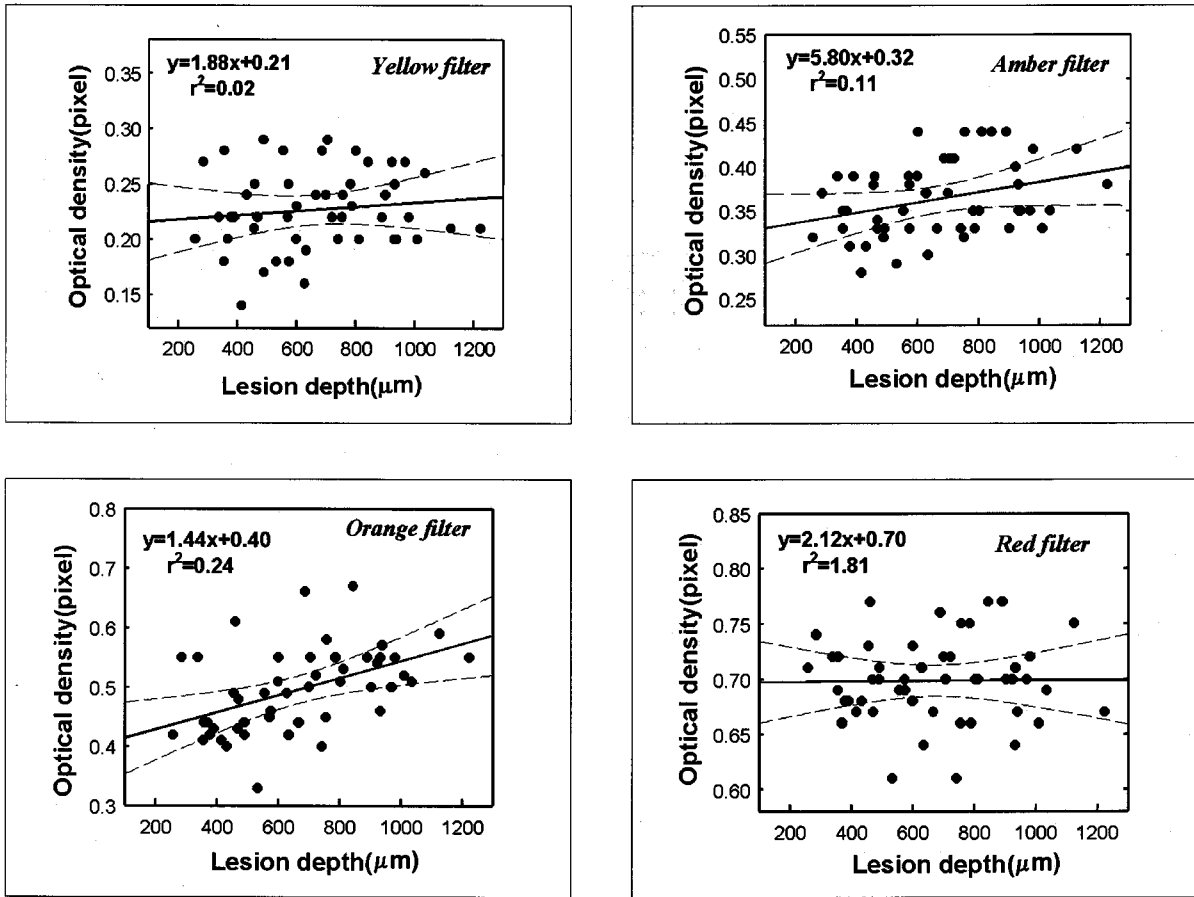


Fig. 3. The regression line for prediction of lesion depth from optical density

IV. 총괄 및 고찰

초기 치아우식증은 건전한 법랑질에 비해 더 흰색인데, 그 이유는 이 부위는 다공성 이어서 광물질이 건전한 치질에 쌓여있지 않고 수분에 침잠되어 있어 빛이 더 산란되기 때문이다¹⁾. 이와 같은 건전한 치질과 우식치질의 광학적 특성의 차이에 의해 형광현상의 차이가 유도될 수 있으며 사용한 광원과 유리필터의 종류에 의해 색조대비(contrast)가 다르게 나타난다⁹⁾.

Bjëlkhagen 등⁵⁾은 초기 우식병소에 아르곤 레이저를 조사하면 형광 빛을 발하는 주위의 건전한 법랑질에 비해 우식병소는 검은색으로 보인다고 하였다. Hafström-Björkman과 Sundström¹¹⁾은 치질에서의 형광현상은 488nm 파장의 레이저를 사용할 때 약 540nm 파장의 형광이 발생하며 우식치질과 건전치질 사이의 형광현상의 차이는 이 파장의 빛에서 가장 뚜렷하게 나타나므로 488nm 아르곤 레이저가 우식진단에 가장 유용한 파장임을 주장하였다.

과거에는 자외선만이 치아에서 형광현상을 유발하는 것으로 알려졌으나 근래에는 가시광선도 일정 파장의 영역대에서는 형광현상을 유발함이 알려졌다. 이후 488nm의 파장을 가진 아르

곤 레이저의 치아에서의 형광현상을 이용한 치아우식증 탐지여부에 관해 많은 연구들이 이루어지고 있으며 최근에는 일반 호형(arc) 램프도 푸른색 계통의 빛만 투과시키는 대역(band) 필터를 사용할 경우 형광현상을 유발할 수 있다는 사실이 알려졌다²⁷⁾.

치아의 형광현상을 유발하는 광원의 종류에 관계없이 건전치질과 우식치질에서의 형광현상의 차이를 더욱 분명히 구별하기 위해서는 이 둘 사이의 색조대비를 증가시키는 여과 유리 렌즈를 사용하는 것이 효과적이라고 알려져 있다^{5,11)}. 빛에 대한 유리 렌즈의 특성은 굴절률, 분산도, 열차폐 정도, 투과도 등 여러 요소에 의해 결정되지만 그 중에서도 렌즈의 거동에 가장 영향을 주는 요소가 투과도인데 투과도는 렌즈의 색상이 따라 좌우된다. 빛을 선택적으로 흡수하고 투과하는 특성에 의해 렌즈의 역할 혹은 사용 용도가 결정된다.

본 연구에서는 건전치질과 우식치질의 형광현상의 차이를 가장 효과적으로 분별할 수 있는 유리필터의 색상을 찾아내어 우식증의 탐지감도를 높일 수 있는 방법을 개발하고자 하였다.

본 연구에서도 488nm의 청색계통의 레이저 빛을 치면에 조사하고 500-580nm의 빛을 투과시키는 여러 가지 유리필터를

사용하여 치면의 형광현상을 관찰하고 이를 실제 우식의 깊이와 비교하여 어느 색상의 필터가 두 치질의 형광현상의 차이를 가장 잘 표현할 수 있는가를 규명하고자 하였다. 본 연구에서는 500-580nm 사이의 노랑색, 호박색, 오렌지색, 그리고 빨강색 등 4가지 계통의 유리필터를 사용하였다.

병소의 깊이와 각 필터를 사용한 우식치질의 광밀도의 관계를 관찰해 볼 때 오렌지색 필터를 사용한 경우가 병소의 깊이 변화에 따른 광밀도의 변화를 제일 잘 표현하였으며(Fig. 2) 병소 깊이와 광밀도 사이의 상관관계 역시 상관계수가 0.49로 다른 색 필터에 비해 상관관계가 높게 나타났다. 또한 회귀분석을 시행하여 각 필터별 상관곡선을 구한 결과 오렌지색 필터가 가장 기울기가 큰 직선형의 상관곡선을 보임으로서(Fig. 3) 건전 치질과 우식치질 사이의 형광현상의 색조대비를 높이는데 가장 효과적인 것으로 나타났다. 본 연구의 결과를 볼 때 치질에서의 레이저 형광현상을 효과적으로 포착하기 위해서는 주황색 계통의 필터를 사용해야 하며 이 경우 병소 표면에서의 광밀도와 실제 조직학적 병소의 깊이사이의 직선형의 상관곡선을 얻을 수 있어 치아우식증의 광학적 진단에 응용 가능한 것으로 나타났다.

대부분의 연구에서 필터의 색상으로 500-520nm 영역인 노란색, 520-540nm 영역인 호박색, 그리고 540-560nm 영역인 오렌지색 계통의 필터를 사용하고 있으나, 현재까지 이와 같은 색상의 차이에 따른 색조대비 효과에 대해서는 연구된 바가 없으며 단지 총체적으로 주황색 계통의 필터를 사용할 경우 치질에서의 형광현상을 가장 잘 관찰할 수 있다고 알려져 있다^{28,29)}.

Tranaeus 등³⁰⁾은 일반 할로젠 램프에 청색의 대역필터를 부착하여 370nm 영역의 파장을 이용할 경우 노란색 필터가 형광현상을 관찰하는데 효과적이라고 하였다.

본 연구에서는 488nm 파장의 아르곤 레이저를 사용할 경우 치아에서의 형광현상을 관찰하는데 오렌지색 필터가 가장 효과적으로 판명되었으나 광원이 아르곤 레이저가 아니고 일반 호형 광원일 경우 파장이 다를 수 있으므로 이 경우 형광현상을 잘 감지하는 필터의 색상 또한 달라질 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 앞으로 광원의 종류에 따른 필터의 효과에 관해서도 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 인공우식용액을 사용하여 치아우식증을 유발시켰기 때문에 실제 우식 병소의 구조와 상이한 면이 있으리라 사료되며 향후 사람의 자연치를 사용하고 표준화된 경도를 가진 샘플을 사용하여 광밀도를 측정하는 것이 실험의 오차를 줄일 수 있는 방법이라 사료된다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 레이저 형광법을 이용해 초기우식증을 광학적으로 진단하기 위해 진단감도를 높이는 것이다. 소의 치아를 STPP 인공우식병소 유발용액에 침잠시키고 다양한 깊이의 병소를 유발한 후 표면에 아르곤 레이저와 여러 가지 필터를 이

용하여 형광현상을 유발시키고 광밀도를 컴퓨터 영상분석 프로그램으로 분석하여 병소의 깊이에 따른 광밀도의 차이를 가장 잘 유발하는 필터를 선택함으로써 탐지감도를 높이고자 하였다. 이 실험에서 사용한 필터는 노랑색, 호박색, 오렌지색, 그리고 빨강색이었다. 광밀도를 측정 한 후에는 치아 시편을 절단하여 편광현미경으로 실제 조직학적 병소의 깊이를 측정하고 병소의 깊이와 여러 가지 필터를 사용하여 측정 한 병소 표면에서의 광밀도간의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조직학적 병소의 깊이가 증가될수록 호박색과 오렌지색의 필터를 사용하여 측정 한 병소 표면에서의 광밀도가 증가되었다.
2. 병소 표면에서의 광밀도와 조직학적 병소의 깊이 사이의 상관계수는 오렌지색 필터가 가장 컸으며($r=0.49$), 다음 호박색($r=0.32$), 노랑색($r=0.13$), 빨강색($r=0.01$) 순이었다.
3. 회귀분석결과 오렌지색 필터를 사용한 경우 병소표면에서의 광밀도와 조직학적 깊이 사이에 가장 직선에 가까운 회귀방정식을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 오렌지색 필터가 건전치질과 우식치질 사이의 색조대비를 잘 표현하여 진단감도를 높일 수 있는 방법으로 생각되며 이와 같은 레이저 형광법으로 우식증의 조기탐지는 물론 비침습적 방법으로 우식증의 진행정도를 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Levine RS : Remineralization of natural carious lesion on enamel. *Br Dent J*, 137:132-141, 1974.
2. Friedman J, Marcus MI : Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. *JADA*, 80:801-809, 1970.
3. Heffenen JJ, Cooly RO, Hall JB, et al. : Use of ultraviolet illumination in oral diagnosis. *JADA*, 82:1353-1360, 1971.
4. Shrestha BM : Use of ultraviolet light in early detection of smooth surface carious lesions in Rats. *Caries Res*, 14:448-451, 1980.
5. Bjelkhagen, H, Sundström F, Angmar-Månsson B, et al. : Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J*, 6:1-7, 1982.
6. O'Brien WJ, Yee J, Dennison JB, et al. : The application of blue polymer curing lights for diagnostic transillumination. *JADA*, 106:839-842, 1983.
7. Mitropoulos CM : Comparison of fiber optic transillumination with bisecting radiographs. *Br Dent J*, 159:21-24, 1985.

8. Bakhos Y, Brundevold F, Aasenden R : In vitro estimation of the permeability of surface human enamel. Arch Oral Biol, 22:599-603, 1977.
9. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Schemehorn BR, et al. : Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. Caries Res, 32:31-40, 1988.
10. Van de Rijke JW, ten Bosch JJ : Optical quantification of caries-like lesion in vitro by use of a fluorescent dye. J Dent Res, 69:1984-1187, 1990.
11. Hafström-Björkman U, Sundström F : Initial caries diagnosis in rat molars, using laser fluorescence. Acta Odontol Scand, 49:27-33, 1991.
12. de Josselin de Jong E, Sundström F : Quantification of mineral loss in initial caries lesion on nature enamel surfaces with laser fluorescence. Caries Res, 26:216-217, 1992.
13. Hall LM, Chaudhry SI, White JL : Spectrophotometric analysis of deciduous dentin. J Dent Res, 75:197-199, 1996.
14. 이상호, 이난영 : 아르곤 레이저 광감각법에 의한 법랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 24:313-321, 1997.
15. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Schemehorn BR, et al. : Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. Caries Res, 32:31-40, 1998.
16. Eggertsson H, Analoui M, van der Veen MH, et al. : Detection of early interproximal caries *in vitro* using laser fluorescence, dye-enhanced laser fluorescence and direct visual examination. Caries Res, 33:227-233, 1999.
17. Lussi A, Imwinkelried S, Longbottom C, et al. : Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries *in vitro*. Caries Res, 33:261-266.
18. Housseiny AA, Jamjoum H : Evaluation of visual, explorer, and a laser device for detection of early occlusal caries. J Clin Pediatr Dent, 26:41-48, 2001.
19. Sheehy EC, Brailsford, Kidd EMA, et al. : Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for *in vivo* diagnosis of occlusal caries. Caries Res, 35:421-426, 2001.
20. 이광희 : Diagnodent를 이용한 우식진단법의 검사자 내 신뢰도에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 27:40-44, 2000.
21. 이상호, 이창섭 : 치아우식증 조기진단을 위한 고감도 우식 활성모형검사 개발. 대한소아치과학회지, 27:169-178, 2000.
22. 이상호, 이난영 : 가시 레이저광을 이용한 치아우식활성검사. 대한소아치과학회지, 27: 161-168, 2000.
23. Sohneiderman A, Elbaum M : Assessment of dental caries with digital imaging fiber optic transillumination : In vitro study. Caries Res, 31:103-110, 1997.
24. Peers A, Hill FJ, Mtropoulos CM. et al. : Validity and reproducibility of clinical examination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions : An *in vitro* study. Caries Res, 27: 307-311, 1993.
25. Hafström-Björkman U, Sundström F, de Josselin de Jong E, et al. : Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of *in vitro* enamel caries. Caries Res, 26:241-247, 1992.
26. Longbottom C : A comparison of five caries diagnostic methods employing an *in vitro* simulation and histological validation. Caries Res, 26:216, 1992.
27. Lagerweij MD, van der Veen MH, Ando M, et al. : The validity and repeatability of three light-induced fluorescence system; *In vitro* study. Caries Res, 33:220-226, 1999.
28. Al-khateeb S : A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 113:595-602, 1998.
29. Angmar-Mansson B, Al-Khateeb S, Tranaeus S : Monitoring the caries progress. Eur J Oral Sci, 104:480-485, 1996.
30. Tranaeus S, Shi X, Lindgren LE, et al. : In vivo repeatability and reproducibility of the quantitative light-induced fluorescence method. Caries Res, 36:3-9, 2002.

Reprint requests to:

Nam-Young Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University
375 Seosuk-Dong, Dong-Gu, Gwangju 501-759 Korea
E-mail : nandent@chosun.ac.kr

Abstract

DEVELOPMENT OF FILTERING SYSTEM OF LASER FLUORESCENCE FOR IMPROVEMENT OF THE DIAGNOSTIC SENSITIVITY FOR DENTAL CARIES

Sang-Ho Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D. Jong-Whi Park, D.D.S.,
Jung-Ki Kook*, D.D.S., M.S.D., Ph.D., Nan-Young Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry, Department of Oral Biochemistry *, College of Dentistry, Chosun University*

The objective of this study is to improve the optical sensitivity of laser fluorescence for detection of incipient enamel caries. An incipient carious lesion was formed in various stages by placing an enamel specimen of a bovine tooth in STPP demineralization solution. After measuring the optical density of the lesion surface by laser fluorescence induced by argon laser and various filter of yellow(500-520nm), amber(520-540nm), orange(540-560nm), and red(560-580nm), the specimen was cut vertically to measure the depth of the lesion using a polarizing microscope. SAS statistical program was used to analyze the relationship between the optical density of the lesion surface and the depth of the lesion. The results were as follows:

1. The optical density of early carious lesion, measured by laser fluorescence with amber and orange filter, and lesion depth observed by polarizing microscope, were increased as demineralization time increased.
2. The correlation coefficient between optical density of the lesion surface and the histological depth of the lesion was the highest in orange filter($r=0.49$), followed by amber($r=0.32$), yellow($r=0.13$), and red(0.01).
3. Regression analysis showed that the most linear relationship between the optical density and the lesion depth was existed in orange filter group.

In regard above results, laser fluorescence could be considered to be reliable for optical diagnosis of dental caries.

Key words : Dental caries, Optical diagnosis, Laser fluorescence, Optical density, Glass filter