

인접면 치아우식증 진단방법의 타당도와 검사자간 신뢰도

김영남, 권호근
연세대학교 치과대학 예방치과학교실

색인: 신뢰도, 치아우식증, 인접면, 진단법, 타당도

1. 서론

치아우식증은 단순하게 하나의 증상으로 정의되는 질환이 아니다. 치아우식증은 미세구조적 수준에서 발생하는 광물질 초기 소실부터 전체적 치질 파괴까지 이르는 질환이지만¹⁾ 와동이 형성된 병소보다 와동이 형성되지 않은 병소가 더 널리 퍼져있다는 보고가 있다²⁾. 또한, 이 질환의 국소적 원인에 대한 조절 즉, 정기적인 치태 제거나 불소 처치 등에 의해 와동이 형성되지 않은 초기 우식증은 정지되거나 진행이 완화된다.

인접면 치아우식증의 경우 임상적으로 확인된 병소에 대한 즉각적인 수복 치료가 행하여져 왔다³⁾. 그러나 방사선학적 연구들에 따르면 인접면 우식증

은 천천히 진행된다고 하였다⁴⁾. 이들 연구에 따르면, 대부분의 법랑질 외측 병소는 5년 후까지 수복되거나 치수까지 진행되지 않았으며 상아질 병소나 법랑상아경계 병소의 경우 2~3년 후까지 수복되거나 치수까지 진행되지 않았다. 또한 인접면 우식증은 가역적일 동안 방사선사진상으로 발견이 가능하며⁵⁾, 상아질 외측 1/2까지 침범한 병소도 재석회화가 가능하다⁶⁾. 따라서 인접면 우식증을 조기에 올바르게 진단함으로써 초기 병소에 대하여는 예방 치료 및 주의깊은 관찰을 시행하고, 활성화되고 진행된 병소에 한하여 보존 치료를 수행하는 것이 추천된다.

이제까지 수행되었던 인접면 치아우식증 진단법의 타당도(validity)나 신뢰도(reliability)에 관한 연

구들은 시진 및 방사선학적 검사에 대한 연구가 주로 많았으며, fiber optic transillumination (FOTI)과 임시적 치간 이개를 통한 직접 시진이 보조적인 진단 방법으로서 일부 연구되었다. 시진의 경우 일반적으로 낮은 민감도(sensitivity)와 높은 특이도(specificity)를 나타내지만⁹⁾, 검사 치면의 세척 및 건조 후 세밀한 검사를 수행하는 경우는 중등도의 민감도를 보인다는 보고가 있다⁹⁾. 탐침 사용에 대하여는 논란이 존재하는데 우리나라와 미국에서는 일반적으로 시진시 함께 사용되지만, 유럽에서는 부가적인 진단적 이익을 보이지 않으며 와동전 병소의 원성 손상 위험이 존재한다고 하여 사용하지 않도록 권고하고 있다¹⁰⁾. 방사선학적 방법은 흔히 사용되는 교익방사선사진검사가 중등도의 민감도와 높은 특이도를 보인다⁹⁾. 새로운 디지털방사선사진촬영법이 대조도의 증가로 민감도를 증진시킬 수 있을 것으로 생각되지만 연구 결과 교익방사선사진검사와 비슷하였다¹¹⁾. FOTI의 경우는 아직까지 타당도에 대한 논란이 많아서 방사선학적 검사에 비하여 정확하다는 보고들^{12,13)}도 있으나, 방사선학적 검사를 대체할 수 없다는 보고들^{14,15)}도 있었다. 그리고 임시적 치간 이개에 의한 직접 시진법의 경우는 다른 진단법들과의 비교 연구가 거의 이루어지지 못한 실정이다.

기존의 연구들은 대부분 *in vivo*에서 시진에 비하여 우식 발견능이 얼마나 높은지를 조사하거나 방사선학적 검사를 기준으로 하여 타당도를 조사하였고, *in vitro*에서 조직학적 소견을 기준으로 하여 조사한 연구는 드물다. 또한 대부분의 연구가 현재 사용하고 있는 진단학적 방법들의 개별적인 민감도나 특이도만을 제시하였다^{12,14,27)}. 그러나 이러한 진단방법들이 개별적으로 사용될 때는 민감도가 낮거나 중등도 정도이어서 위음성 진단이 많이 발생하는 문제가 있으며, 진단 방법들을 조합할 경우 정확도가 증진된다고 하나⁹⁾ 이러한 조합된 방법들에 대한 타당도와 신뢰도 검증은 이루어진 바 없다.

따라서, 본 연구에서는 1) 개별적 혹은 조합한 인접면 우식증 진단법들의 타당도와 신뢰도를 조직절편상 인접면 우식증에 대하여 조사하고, 2) 인접면 우식증의 직접 시진시 임상 양상과 조직 절편상 병소 깊이간의 연관성 및 직접시진법의 조직절편상 인접면 우식증에 대한 타당도를 조사하여 보고자 한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 실험재료

발거된지 6개월 이내의 소구치 및 대구치 80개를 사용하였다. 검사 대상 치아를 구강내에서와 같은 배열로 1사분악당 소구치 2개, 대구치 2개씩 심었을 때 접촉되는 120면을 대상으로 하였으며, 이중 2면은 치근우식증으로 제외하여 검사대상치면은 총 118면이었다.

대상 치아는 발거 후 2% 글루탈알데하이드(glutaldehyde) 용액에 약 4주간 저장 후 스케일러를 사용하여 잔여 조직들을 제거하였고, 퍼미스로 치관부를 깨끗이 한 후 임상 검사가 이루어질 동안을 제외하고는 실험이 끝날 때까지 생리식염수에 보관하였다. 사용한 모든 치아들은 임상적으로 건전하거나 다양한 단계의 인접면 우식증이 존재하며, 다음의 경우에 해당하는 치아는 제외하였다: 1) 수복된 치아, 2) 변연 용선이 붕괴된 치아, 3) 교합면에 와동이 형성된 치아, 4) 마모되거나 착색된 치아, 5) 백색반점이 치관부에 전반적으로 존재하는 치아.

2.2. 연구방법

2.2.1. 직접 시진, 석고 모델 제작과 방사선사진 촬영

검사할 치아를 깨끗이 씻고 공기건조한 상태에서 1인의 검사자가 탐침을 사용하지 않고 직접 시진으로 검사대상 인접면을 검사하였다. 직접 시진은 실

Table 1. Criteria used in direct visual examination

core	Criteria
0	no caries
1	small white / brown discoloration without cavitation (< 3mm)
2	large white / brown discoloration without cavitation (> 3mm)
3	small cavitation (< 3mm)
4	large cavitation (> 3mm)

제 임상에서 사용하는 dental chair에서 시행하였다. 진단 기준은 다음과 같다 (Table 1).

직접 시진 후 치아를 1사분약당 소구치 2개, 대구치 2개씩 석고 모델에 구강내에서와 같은 배열로 심어서 총 10개 모델을 제작하였다.

교익방사선사진촬영은 감광도 E군의 치근단 필름 (Ektaspeed Plus, Kodak Co., Rochester, USA)을 사용하였고, 촬영시 0.25초의 노출시간을 주어 연조직을 재현하는 10mm 두께의 아크릴릭판을 석고 모델 전방에 위치시킨 상태에서 평행촬영법으로 촬영한 후 구내자동현상기 (Periomat, Dürr Dental TmbH & Co., KG, Germany)로 현상하였다.

2.2.2. 인접면 치아우식증 검사

시진, 시진+탐침, 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사의 5가지 검사를 15명의 치과 의사가 수행하였다. 각 검사들은 치아 모델을 치과대학 임상실습용 dental practice table (Unit Y-95, Yoshida Co., Japan)에 장착하여 수행함으로써 최대한 임상적 조건과 비슷하도록 하였고, 치아 모델들을 무작위순으로 검사하여 각각의 검사시 서로 평가에 영향을 주지 않도록 하였다.

시진과 시진+탐침은 직접 조명하에서 치아를 공기 건조시킨 후 상아질 우식증 유무를 조사하였다.

FOTI는 현재 연세대학교 치과대학병원 보존과에서 사용하고 있는 150W 램프, 8mm 직경 fiber tip의 transilluminator (Heliomat, Vivadent Co., Germany)를 사용하였다. 기존의 연구들에서 0.5mm 직경 fiber tip이 섬광 (glare)을 피하기 위한

필수적 조건으로 강조되었기 때문에¹²⁾, 광선이 0.5mm 직경으로 나올 수 있도록 제작된 cap을 fiber tip에 장착하여 이를 해결하였으나, 광원과 embrasure 간의 접근성은 개선되지 않았다. FOTI 검사는 dental light를 끈 상태에서, 인접면 접촉점 직하방 embrasure에 협설측으로 fiber tip을 위치시킨 후 교합면쪽에서 변연 용선을 검사하여 어두운 그림자가 관찰되는지를 보았다. 모든 검사자들이 FOTI의 사용 경험이 없었기 때문에 5명의 치과 의사만 사용법에 대한 충분한 설명을 들은 후 수행하였으며, 시진시와 마찬가지로 상아질 우식증 유무에 대하여 검사하였다.

방사선사진 소견 및 시진+방사선사진 소견은 병소 깊이 척도 (lesion depth scale)를 사용하여 기록하였다. 각 검사의 진단 기준은 다음과 같다 (Table 2).

2.2.3. 조직학적 검사

low speed diagmond wheel saw (Model 650, South Bay Technology inc., USA)를 사용하여 대상 치아들의 병소 중앙부를 통과하도록 근원심측으로 2~4개 절편 (450 μm 간격)을 형성하였고, 공기 건조 후 stereomicroscope (×10)로 검사하였다. 각 절편 중 가장 깊게 도달한 것을 선택하여 평가하였으며, 평가 기준은 다음과 같다 (Table 3).

2.3. 분석 방법

첫째, 인접면 우식증에 대한 각 진단법의 타당도를 구하기 위하여 조직절편상 상아질 우식 (score 3

Table 2. Criteria used in visual, visual+probing, visual+FOTI, bitewing, visual+bitewing examination

Exam	Score	Criteria
visual exam	0	no dentin caries
	1	dentin caries (shadow/opacity under marginal ridge)
visual+probing	0	no dentin caries
	1	dentin caries (same with above and stickiness with exploring)
visual+FOTI exam	0	no caries
	1	dentin caries (shadow into dentin)
bitewing & visual+bitewing exam	0	no caries
	1	caries - outer half of enamel
	2	caries - inner half of enamel
	3	caries - outer half of dentin
	4	caries - inner half of dentin

Table 3. Criteria used in histological examination

Score	Criteria
0	no caries (cavity or discoloration)
1	caries - outer half of enamel
2	caries - inner half of enamel
3	caries - outer half of dentin
4	caries - inner half of dentin

& 4) 유무와 각 검사법 상 상아질 우식증 (시진, 시진+탐침, 시진+FOTI: score 1; 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사: score 3 & 4) 유무로 2×2 table을 작성하여 민감도와 특이도를 계산하였고, 양성예측도와 음성예측도를 다음의 식¹⁶⁾과 같이 민감도와 특이도로부터 계산하여 유병율에 따른 그래프로 나타내었다.

$$\text{Sensitivity(SE)} = \frac{\text{true positive}}{\text{true positive} + \text{false negative}}$$

$$\text{Specificity(SP)} = \frac{\text{true negative}}{\text{true negative} + \text{false positive}}$$

$$\text{Positive predictive value} = \frac{\text{SE} \times \text{prev}}{\text{SE} \times \text{prev} + (1-\text{prev})(1-\text{SP})}$$

$$\text{Negative predictive value} = \frac{\text{SP} \times (1-\text{prev})}{(1-\text{SE}) \times \text{prev} + (1-\text{prev})\text{SP}}$$

where SE = sensitivity, SP = specificity, and prev = prevalence

둘째, 각 검사법들의 검사자간 신뢰도를 구하기 위하여 각 검사법마다 민감도+특이도의 값이 가장 높은 검사자를 기준 검사자로 하여 다른 14명의 검사자들과의 kappa statistics¹⁷⁾를 계산하였다.

$$\text{kappa} = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

P_o = percent agreement observed

P_e = percent agreement expected

kappa value의 평가는 다음과 같은 방식으로 수행하였다¹⁸⁾.

- kappa = 0 : random agreement
- 0 < kappa < 0.4 : poor agreement
- 0.4 < kappa < 0.75 : good agreement
- 0.75 < kappa : excellent agreement

Table 4. Sensitivities and specificities of visual, visual+probing, visual+FOTI, bitewing, visual+bitewing examination of dentin caries using the histological appearance as the validating criterion

examiner	visual exam		visual + probing		visual + FOTI		bitewing exam		visual + bitewing	
	SE	SP	SE	SP	SE	SP	SE	SP	SE	SP
1	0.38	0.92	0.25	0.94	-	-	0.44	1.00	0.50	1.00
2	0.44	0.97	0.31	0.91	-	-	0.34	0.99	0.44	1.00
3	0.19	0.85	0.13	0.97	-	-	0.31	0.96	0.38	0.99
4	0.38	0.91	0.38	0.93	0.44	0.98	0.56	0.97	0.63	0.97
5	0.31	0.94	0.31	0.97	-	-	0.31	1.00	0.50	0.97
6	0.31	0.88	0.25	0.91	-	-	0.31	1.00	0.38	1.00
7	0.25	0.97	0.25	0.97	-	-	0.44	1.00	0.44	1.00
8	0.44	0.85	0.31	0.89	-	-	0.37	1.00	0.38	0.99
9	0.25	1.00	0.31	0.97	-	-	0.37	1.00	0.44	0.99
10	0.44	0.87	0.38	0.91	0.44	0.99	0.37	0.92	0.50	0.93
11	0.31	0.77	0.19	0.96	-	-	0.37	0.99	0.56	1.00
12	0.44	0.86	0.31	0.88	0.19	0.97	0.50	0.98	0.44	0.99
13	0.25	0.97	0.19	0.96	-	-	0.38	0.96	0.50	0.99
14	0.50	0.96	0.38	0.94	0.25	1.00	0.44	0.99	0.63	0.99
15	0.44	0.90	0.38	0.97	0.38	0.98	0.38	1.00	0.44	0.99
Mean	0.35	0.91	0.29	0.94	0.34	0.98	0.40	0.98	0.48	0.99
±SD	±0.09	±0.06	±0.07	±0.03	±0.11	±0.01	±0.06	±0.02	±0.08	±0.02

SE : sensitivity SP : specificity

3. 연구 성적

3.1. 인접면 상아질 우식증에 대한 진단방법의 타당도와 검사자간 신뢰도

15명의 치과 의사에 의해 수행된 조직절편상 상아질 우식증에 대한 민감도의 평균값은 시진, 시진+탐침, 시진+FOTI가 0.4 미만으로 낮고 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사는 0.4~0.5로 중등도였으며, 특이도는 모두 0.9 이상으로 높았다 (Table 4).

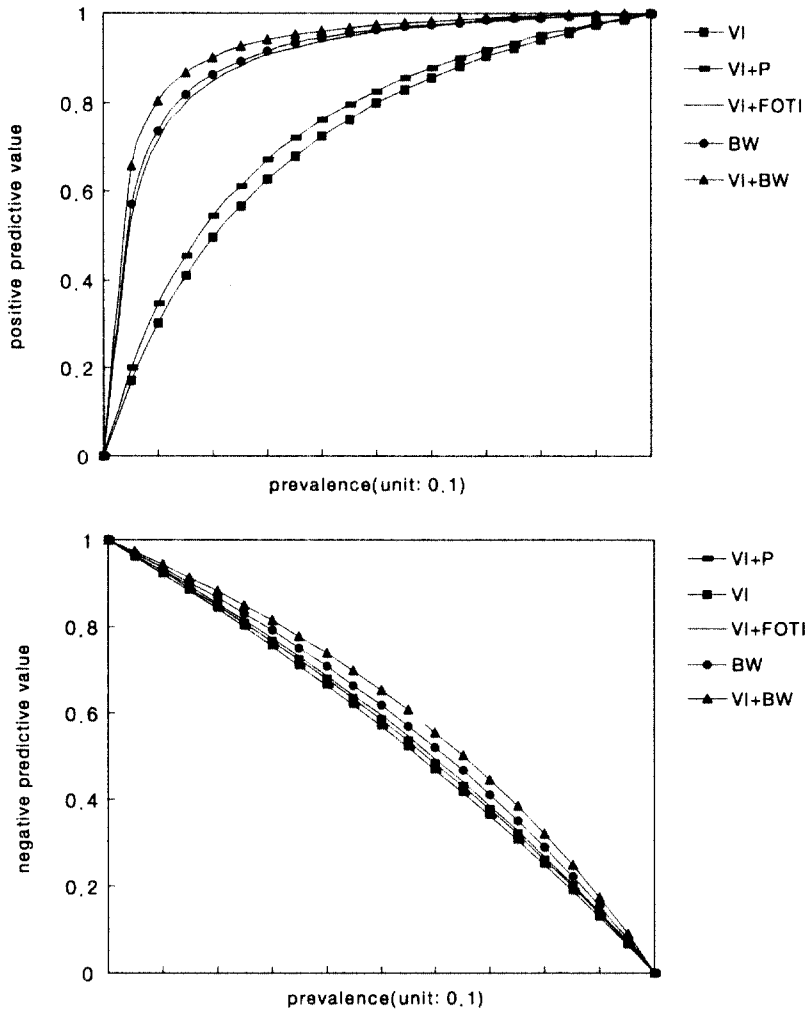
Figure 1은 5가지 진단법들의 유병율이 변화함에 따른 상아질 우식증에 대한 양성예측도 및 음성예측도 곡선을 나타낸 것이다. 일반적으로 양성예측도 값이 음성예측도 값에 비해 높았다.

양성예측도는 시진+교익방사선사진검사, 교익방사선사진검사, 시진+FOTI, 시진+탐침, 시진의 순으로 높았다. 인접면 상아질 우식증의 유병율을 본 실험

협에서와 같이 0.15로 가정할 때 시진, 시진+탐침, 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사의 양성예측도 값은 각각 0.41, 0.46, 0.80, 0.82, 0.87로 시진과 시진+탐침에 비하여 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사가 매우 높게 나타났다 (Figure 1).

음성예측도 값은 시진+교익방사선사진검사, 교익방사선사진검사, 시진+FOTI, 시진, 시진+탐침의 순으로 높았으나 5가지 검사법간 차이가 뚜렷하지 않았다. 앞에서와 같이 인접면 상아질 우식증의 유병율을 0.15로 가정할 때 시진, 시진+탐침, 시진+FOTI 검사, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사의 음성예측도 값은 각각 0.88, 0.89, 0.89, 0.90, 0.91로 모두 비슷하였다 (Figure 1).

가장 민감도+특이도 값이 높은 검사자를 기준 검사자로 하여 다른 검사자들과의 kappa 값을 계산한 결과, 검사자간 신뢰도는 시진, 시진+탐침의 경우



VI : visual inspection P : probing FOTI : fiber-optic transillumination BW : bitewing examination

Figure 1. Positive and negative predictive values plotted against the prevalence of dentin caries for visual, visual+probing, visual+FOTI, bitewing, visual+bitewing examination.

0.35, 0.33으로 불량하였고, 시진+FOTI, 교익방사선 사진검사, 시진+교익방사선사진검사는 0.58, 0.57, 0.67로 양호하였다 (Table 5).

3.2. 인접면 치아우식증의 임상적 양상과 조직학적 병소 깊이와의 관계

직접 시진으로 관찰한 인접면 양상과 조직학적 병소 깊이와의 관계를 도표로 나타내어본 결과, 인접

면의 3mm 미만의 작은 백색 혹은 갈색 반점 병소인 경우에는 모두가 법랑질 내에 국한된 병소였으며, 3mm 초과인 큰 백색 혹은 갈색 반점 병소인 경우에는 약 16%에서 상아질까지 침범되었다. 와동이 형성된 병소의 경우는 총 14개 중 2개 치면 (14.29%)을 제외하고는 모두 상아질까지 침범된 우식 병소였다 (Table 6).

와동 형성 유무 (score 3과 4)를 진단 기준으로 하

Table 5. Kappa values for visual, visual+probing, visual+FOTI, bitewing, visual+bitewing examination of dentin caries

examiner	visual exam	visual+ probing	visual+ FOTI	bitewing exam	visual+ bitewing
1	0.22	0.30	-	0.72	0.60
2	0.50	0.31	-	0.60	0.76
3	0.17	0.19	-	0.43	0.64
4	0.54	0.51	0.56	ref.	0.67
5	0.28	0.24	-	0.56	0.60
6	0.26	0.42	-	0.56	0.69
7	0.26	0.37	-	0.72	0.76
8	0.39	0.43	-	0.52	0.64
9	0.47	0.35	-	0.64	0.60
10	0.43	0.29	ref.	0.31	0.57
11	0.18	0.15	-	0.60	0.78
12	0.27	0.24	0.39	0.50	0.71
13	0.49	0.19	-	0.60	0.67
14	ref.	ref.	0.65	0.57	ref.
15	0.41	0.60	0.73	0.64	0.71
Mean±SD	0.35±0.13	0.33±0.13	0.58±0.15	0.57±0.11	0.67±0.07

ref.: reference examiner

Table 6. The relationship between direct visual scores and histological scores (number of teeth/column percent)

Histological score	Direct visual score					Total
	0	1	2	3	4	
0	55(100.00)	1(3.33)	0	0	0	56
1	0	17(56.67)	8(42.11)	0	0	25
2	0	12(40.00)	8(42.11)	1(14.29)	1(14.29)	22
3	0	0	3(15.79)	2(28.57)	0	5
4	0	0	0	4(57.14)	6(85.71)	10
Total	55	30	19	7	7	118

여, 조직 절편상 상아질 우식증 유무에 대하여 민감도와 특이도를 계산한 결과 각각 0.75, 0.98로 높은 값을 얻었다. 또한 와동이 형성되지 않은 백색 혹은 갈색 병소 (score 1과 2)를 진단 기준으로 하였을 때 법랑질 우식증 유무에 대한 민감도와 특이도는 각각 0.95, 0.94였다.

4. 고 안

최근 치아우식증의 유병률 및 진행 양상이 변화함

에 따라 치아우식증의 진단이 점차 어려워지고 있으며, 또한 중요해지고 있다¹⁰⁾. 선진국에서 치아우식증의 유병률 감소가 널리 보고되어져 왔으며¹⁹⁾, 치아우식증의 양상도 탈회의 진행이 건전 법랑질 하방에서 천천히 이루어지는 것이 보다 흔하여졌다. 이는 와동이 과거에 비하여 더욱 나중 단계에서 발생할 수 있으며, 건전한 법랑질 표면 하방으로 상아질의 더 깊은 부위까지 우식증이 진행될 수 있음을 의미하는 것이다²⁰⁾. 따라서 현재 사용되고 있는 진단법들의 민감도나 특이도 등 타당도를 고려하여 보다

심사숙고하여 치료결정을 내려야한다.

치아우식증 진단법의 타당도에 관한 연구는 *in vivo* 연구와 *in vitro* 연구로 나뉘어질 수 있다. *in vivo* 연구의 경우 임상에서의 조건이 그대로 반영되는 장점이 있다. 그러나 타당도 검증의 기준으로서 Class II 와동을 형성 후 직접 시진 방법을 사용하거나 방사선학적 방법과 같은 다른 진단 방법에 대해 타당도를 확인할 수밖에 없는데, 전자의 경우는 윤리적인 측면에서, 치아우식증이 존재한다고 판단될 경우에만 시행하게 되므로 음성으로 판단되었던 경우에는 타당도 검증이 이루어질 수 없는 제한점이 있으며 후자의 경우는 방사선학적 방법 자체가 부정확하므로 문제가 있다²⁹⁾. 반면 *in vitro* 연구는 표본이 흔히 제 3 대구치로 대표성의 문제가 있으며, 환자의 연령이나 구강위생상태 등 임상적 요인들을 알 수 없는 단점이 있다. 그러나, 현재 가장 이상적인 gold standard로 인정받고 있는 방법인 조직학적 검사로 실제 치아우식증의 진행 정도를 확인할 수 있는 장점이 있다²⁹⁾. 따라서 진단법의 타당도 검증은 *in vitro* 연구에서 선행되어야 하며, 이후 *in vivo* 연구에서 확인되어야 한다.

본 연구에서는 *in vitro*에서 수행되었으므로 타당도 평가기준으로 조직학적 기준을 사용하였다. 인접면 치아우식증 진단 방법은 우리나라에서 흔히 사용하고 있는 시진+탐침의 방법과 교익방사선사진검사와 더불어, 임상 검사시 보조적 진단도구로 상대적으로 유용하다고 보고된 바 있는 FOTI와 직접 시진 방법을 사용하였다²⁹⁾. 또한, 탐침의 사용이 논란이 되고 있으므로 시진 단독만으로도 진단을 수행하였다.

인접면 우식증 진단에 있어 전통적 임상검사인 시진은 타당도나 신뢰도가 적절하지 않다고 알려져 왔다. 시진은 이상적 조건 하에서도 초기 우식 병소 진단에 있어 위음성율이 부적절하게 높고²⁴⁾, 진단 및 치료계획 결정에 있어 치과의사들 간 일치도가 낮아

문제가 많다²⁹⁾. *in vivo*에서 방사선사진상 관찰된 인접면 우식증의 단지 22%만이 시진에 의해 발견되었고²⁶⁾, *in vitro*에서도 조직절편상 상아질 우식을 역치로 하였을 때, 보조적 방법을 사용하지 않은 임상 검사로는 단지 0.38의 민감도를 보였다¹³⁾. 본 연구에서도 기존의 연구들에서와 같이 15명 치과의사의 민감도가 평균 0.35로 낮고 범위도 0.19에서 0.50까지 크게 나타났으며, 신뢰도도 kappa 통계량이 0.4 미만으로 부적절하였다. 그럼에도 불구하고 모든 치아에 대하여 보조적 방법들을 부가적으로 사용할 수 없으므로, 기본적 진단 방법인 시진 자체의 민감도나 신뢰도를 개선시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 앞으로 필요하다고 사료된다.

시진시 탐침을 함께 사용하는 것에 대하여 논란이 존재하는데, 교합면 우식증의 경우 시진만 수행한 경우보다 진단의 타당도가 개선되지 않는다는 보고가 있다²⁷⁾. 또한, 오히려 초기 우식 병소의 표면 법랑질에 와동을 생성하거나²⁸⁾ 이로 인하여 이후 우식 진행을 가속화시킨다는²⁹⁾ 보고가 많다. 본 연구에서도 탐침을 부가적으로 사용하는 경우 특이도는 다소 증가하였으나 민감도가 평균 0.29로 시진만 수행한 경우에 비해 감소하였으며 검사자 개별적으로 살펴보다도 2인을 제외하고 모두 시진에 비해 같거나 감소하였다. 따라서, 탐침의 부가적 사용이 시진만 수행한 경우에 비하여 타당도를 증가시키지 않기 때문에 치아우식증 진단을 위한 탐침의 사용은 추천되지 않는다.

교익 방사선 사진은 특히 직접 시진이 불가능한 인접면 우식에서 적절한 보조적 방법으로 널리 받아들여져 왔다³⁰⁾. 그러나, 초기우식증에 대한 감수성이 낮으며³¹⁾, 방사선학적 병소 깊이와 병소의 임상적 양상 사이에 분명한 관련성이 증명되지 않았다¹⁵⁾. 또한 방사선 노출의 문제가 있으므로 개별 환자에게 이익이 될 것으로 생각할 때에만 수행해야 한다. 임상적으로 방사선학적 검사를 임상 검사없이 단독 수

행하지는 않으나 과거 연구에서는 단독으로 타당도를 검증하여 왔으므로, 본 연구에서는 이들 결과와의 비교를 위해 교익방사선사진검사 단독 및 시진과의 조합 모두를 수행하였다. Peers 등¹³⁾의 연구에 따르면, 교익방사선사진검사의 조직학적 검사에 대한 민감도는 0.59로 높게 나타났으나, 본 연구에서는 이보다 낮아서 민감도의 평균값이 0.40이었고, 시진+교익방사선사진검사의 경우는 0.48이었다. 선행 연구에 비하여 이렇게 민감도 값이 낮아진 이유는 선행 연구는 경험 많고 숙련된 검사자 1인에 의하여 수행된 반면, 본 연구는 임상 경험이 3년 이내의 다수 검사자에 의해 수행되었고, 많은 진단 방법을 1시간 정도 내에 수행함으로써 충분한 시간을 갖지 못하였기 때문으로 생각된다. 특히, 과거 방사선학적 검사의 *in vitro* 실험들은 치아를 직사각형의 석고 블록에 심음으로 인해 모든 치아에서 인공적으로 접근성이 향상되는 문제점이 존재하는데¹⁰⁾, 이 또한 과거 연구의 민감도가 더 높은 원인으로 볼 수 있겠다.

FOTI가 유용한 보조수단으로 제안되었으나, 이의 타당도는 지속적으로 논란이 있어 왔다. 더구나 많은 연구들은 교익방사선사진검사 자체가 부정확한 데도 불구하고 이를 기준으로 하여 FOTI의 타당도를 연구하였고¹⁴⁾, 조직 절편상 우식 유무를 기준으로 하여 FOTI의 타당도를 연구한 경우는 적었다. 현재, 우리나라에서는 FOTI를 인접면 치아우식증의 진단에 일반적으로 사용하고 있지는 않으나, 교익방사선사진검사에 비하여 환자의 방사선 노출이 없고, 비용효율적이라는 장점이 있으므로 타당도가 증명된다면 이의 사용을 권장할 수 있겠다. Peers 등¹³⁾은 조직절편상 상아질 우식증 유무를 기준으로 하였을 때 FOTI의 민감도가 0.67로 매우 높은 값을 보였고 보고하였다. 그러나 다른 연구들에서 방사선학적 검사에 대한 FOTI의 민감도는 0.39¹⁴⁾부터 0.85¹²⁾까지 다양하였다. 또한, 인접면 법랑질 병소의 발견 능

력이 방사선학적 검사에 비하여 명백히 떨어진다고 하므로 보다 검증이 필요하다²⁰⁾. 본 연구에서는 검사자들의 FOTI 사용 경험이 전혀 없었기 때문에 단지 5명의 검사자에게서 검사 방법을 충분히 설명한 후 검사를 수행하게 하였다. 상아질 우식증의 경우 FOTI를 부가적으로 사용하였을 때의 민감도는 1명만 시진보다 개선되었으며 4명은 같거나 감소한 반면 특이도가 5명 모두에서 뚜렷이 증가하였다. 과거 연구에 비하여 FOTI의 타당도가 낮은 것은 검사자들의 경험 부족과 fiber tip의 접근성이 낮았던 문제 때문으로 생각된다. 그러나, 상아질 우식증의 경우 시진만 한 경우에 비하여 특이도가 뚜렷이 증가하였고 양성예측도가 높으므로, 시진시 상아질 우식이 의심되는 부위의 확인에 FOTI를 보조적으로 사용할 수 있다.

19세기부터 교정용 고무 밴드를 이용한 임시적 치간 이개로 직접 시진하는 방법이 시도되고 있으며, 이는 임상에서 시술가능하며 적절한 방법으로 받아들여지고 있다²¹⁾. 최근 영국 및 유럽 다수 치과대학에서 가르치고 있으며 임상 혹은 방사선학적 방법으로 모호할 경우나 인접면 표면 법랑질의 외동 존재 여부를 파악하고자 할 때 유용하다¹⁰⁾. 이 방법이 기존의 방사선학적 방법에 비해 우식 발견에 51% 더 효과적이었다는 보고가³³⁾ 있으나 조직학적 검사에 대한 타당도 검증을 한 것은 아니었다. 또한 실제로 이를 수행하려면 1주일 후에 재내원해야 한다는 면에서 문제가 있다. 본 연구에서는 1인의 검사자가 인접면의 임상 양상을 기록하여 조직절편상 치아우식증 깊이와의 관계를 조사한 결과, 외동이 존재하는 병소의 대부분이 상아질 우식증이었고, 외동이 존재하지 않는 백색 혹은 갈색 병소의 대부분이 법랑질 우식증이었다. 따라서 외동의 유무를 진단 기준으로 하여 상아질 우식증에 대한 타당도를 조사한 결과 민감도가 0.75, 특이도가 0.98로 매우 높은 값을 얻었다. 또한, 외동이 존재하지 않는 백색 혹은

갈색 병소 유무를 진단 기준으로 하여 법랑질 우식증에 대한 타당도를 조사한 결과 민감도가 0.95, 특이도가 0.94로 역시 매우 높았다. 이렇게 높은 값을 얻을 수 있었던 것은 검사 치아가 매우 깨끗하고 건조된 상태에서 충분한 시간을 두고 검사하였고 특히 병소에 대한 접근성이 매우 높았기 때문으로 생각된다. 또한, 1인의 검사자에게서 시행한 제한점이 있으며 본 실험에 사용되었던 치아의 상아질 우식증 유병율이 낮아서 모집단의 특성이 제대로 반영되지 못하였을 가능성이 존재하나, 매우 흥미로운 결과로 생각되며 앞으로 이의 임상적 적용과 신뢰도에 관한 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

치아우식증의 적절한 치료와 관리를 위해 요구되는 진단 방법은 병소의 크기와 활성도에 대한 비침해적이며 간단하고 민감하면서 특이적이고 신뢰도가 높은 측정법을 할 수 있어야 하지만, 현재 이러한 것들을 모두 만족시킬 수 있는 방법은 존재하지 않으므로, 몇 가지 방법의 조합을 분별력있게 사용해야 한다⁹⁾. 그러나 그동안에는 인접면 우식증에 대한 조합된 진단 방법들의 타당도나 신뢰도에 대한 연구가 없었기 때문에, 본 연구에서는 현재의 이용가능한 진단 방법들을 서로 조합하여 타당도나 신뢰도를 알아보고자 하였다. 연구 결과에 따르면, 상아질 우식에 있어서 시진에 탐침을 부가적으로 사용하는 것은 타당도에 있어 개선점을 보이지 않고, 의원성 손상 위험이 있기 때문에 사용이 추천되지 않는다. FOTI를 함께 사용하는 것은 민감도는 시진과 비슷하나 특이도가 크게 증가되고 특히 양성예측도가 매우 높아지며, 사용에 있어 환자의 불편감이 적고 비용도 적게 들므로 시진시 모호한 병소를 올바르게 진단하는데 도움을 줄 수 있다고 생각된다. 교익방사선사진검사를 함께 사용한 경우는 시진에 비해 민감도 및 특이도가 모두 증가되어 보조적 방법들 가운데 가장 우수하였으나, 민감도가 중등도 정도이고 환자에 대한 방사선 노출과 비용의 문제점이 존재한

다.

검사자간 신뢰도는 시진과 시진+탐침은 불량하였으나 FOTI나 교익방사선사진 검사를 보조적으로 사용한 경우 신뢰도가 양호하였다. 이는 시진에 의한 우식증 판단 유무가 검사자의 주관적 판단에 많이 의존했기 때문으로 보여진다.

치아우식증의 진단시 흔히 임상가들은 대상 치면이 보존치료가 요구되는 병소 (OCA: Operative Care is Advised)인지 여부를 구분하여 진단하는데 관심을 가지게 되며, 이에 대한 연구들이 최근 보고되고 있다^{9,10)}. 보존치료가 요구되는 병소는 한번 치료하면 비가역적이기 때문에 특이도가 높아야 할 뿐 아니라 병소를 발견하지 못하여 치수까지 진행되는 것을 막기 위해서는 민감도 역시 높은 진단법이 요구되며, 특히 우식유병율이 낮은 집단에서는 위양성 결과를 피하는 것이 더욱 중요하여 높은 특이도를 갖는 진단법이 추천된다. 이러한 측면에서 보존 치료를 결정할 때 본 실험에서 조사한 5가지 진단 방법 중 시진+교익방사선사진검사가 민감도와 특이도가 가장 높고 특히 특이도가 뛰어난 방법이므로 추천된다. 그러나 민감도가 다소 떨어지므로 우식유병율이 높은 집단에서는 이 부분을 보완할 수 있는 검사법들이 개발될 필요가 있겠다. 임시적 치간 이개를 이용한 직접 시진이 여러 제한점이 존재하지만 본 연구에서 매우 높은 민감도를 나타내었으므로 앞으로 *in vivo* 연구를 통해 적절한 타당도와 신뢰도가 검증된다면 유망한 방법이 될 수 있을 것으로 기대된다. 그러나, 앞서도 언급했듯이 의심되는 모든 치아에 보조적 방법을 사용할 수는 없으므로 보조적 방법을 사용하지 않는 임상검사의 민감도나 신뢰도를 증진시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 더욱 요청된다.

5. 결 론

본 연구에서는 발거된 소구치 및 대구치의 접촉되는 118개 인접면을 대상으로 우선 1인의 치과 의사가 직접 시진을 시행하였고, 구강내에서와 같은 배열로 석고 모델에 대상 치아를 심은 상태에서 15인의 치과 의사가 시진, 시진+탐침, 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사를 시행하여 조직학적 검사에 대한 타당도와 검사자간 신뢰도를 조사하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인접면 상아질 우식증의 경우 민감도의 평균값은 시진+탐침, 시진+FOTI, 시진은 0.4 미만으로 낮았고, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사는 0.4~0.5로 중등도였다. 반면 특이도의 평균값은 모든 검사에서 0.9 이상으로 높았으며 시진+교익방사선사진검사가 가장 높았다. 양성 예측도는 시진, 시진+탐침에 비하여 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사가 뚜렷이 높았고, 음성예측도는 5가지 검사가 모두 비슷하였다.
2. 인접면 상아질 우식증의 경우 검사자간 신뢰도는 민감도+특이도가 가장 높은 사람을 기준 검사자로 하였을 때, 시진과 시진+탐침은 불량하였고 ($\kappa < 0.4$), 시진+FOTI, 교익방사선사진검사, 시진+교익방사선사진검사는 양호하였다 ($0.4 < \kappa < 0.75$).
3. 직접 시진으로 관찰한 인접면의 임상 양상과 조직학적 병소 깊이와의 관계를 조사한 결과, 외동이 형성된 치아의 대부분이 상아질 우식증을 가졌으며, 외동이 형성되지 않은 변색 병소의 대부분은 법랑질 우식증이었다. 외동형성유무를 기준으로 하였을 때 상아질 우식증에 대한 민감도와 특이도는 0.75, 0.98로 매우 높았고, 외동이 형성되지 않은 변색 병소의 유무를 기준으로 하였을 때 법랑질 우식증에 대한 민감도와 특이도는

0.95, 0.94로 역시 매우 높았다.

이상의 결과를 종합할 때, 인접면 우식증에 대한 현재 사용되고 있는 진단법의 타당도는 특이도 측면에서는 적절하나 민감도 측면에서 만족스럽지 못하다. 신뢰도는 보조적 진단도구인 FOTI나 교익방사선사진이 함께 사용될 경우 적절하였으나 별도의 보조적 진단도구를 사용하지 않고 시진만 한 경우에는 검사자간 신뢰도가 상당히 낮았다. 따라서, 인접면 치아우식증의 조기 진단 및 예방을 위한 보조적 진단도구의 개발에 있어 민감도의 향상을 우선적으로 고려하여야 한다. 또한 모든 치아에 대해 기본적으로 행해지는 진단 방법인 시진의 검사자간 변이를 적절한 수준으로 낮출 수 있는 방법에 대한 연구가 요청된다.

참 고 문 헌

1. Berkey CS, Douglass CW, Valachovic RW, et al. Longitudinal radiographic analysis of carious lesion progression. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988;16(2):83-90.
2. Ismail AI, Brodeur JM, Gagnon P, et al. Prevalence of non-cavitated and cavitated carious lesions in a random sample of 7-9-year-old schoolchildren in Montreal, Quebec. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20(5):250-255.
3. Ismail AI. Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997;25(1):13-23.
4. Bille J, Carstens K. Approximal caries progression in 13- to 15-year-old Danish children. *Acta Odontol Scand* 1989;47(6):347-354.

5. Solanki GC, Sheiham A. Progression of proximal caries in primary teeth in relation to radiographic scoring codes. *Community Dent Oral Epidemiol* 1992;20(2):60-63.
6. Pitts NB. Regression of approximal carious lesions diagnosed from serial standardized bitewing radiographs. *Caries Res* 1986;20(1):85-90.
7. Anusavice KJ. Treatment regimens in preventive and restorative dentistry. *J Am Dent Assoc* 1995; 126(6):727-743.
8. Pitts NB. Diagnostic tools and measurements - impact on appropriate care. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997;25(1):24-35.
9. Sognnes RF. The importance of a detailed clinical examination of carious lesions. *J Dent Res* 1940;19(1):11-15.
10. Pitts NB. Current methods and criteria for caries diagnosis in Europe. *J Dent Educ* 1993;57(6):409-414.
11. Wenzel A, Borg E, Hintze H, et al. Accuracy of caries diagnosis in digital images from charge-coupled device and storage phosphor systems: an *in vitro* study. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24(4):250-254.
12. Mitropoulos CM. A comparison of fibre-optic transillumination with bitewing radiographs. *Br Dent J* 1985b;159(1):21-23.
13. Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM, et al. Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an *in vitro* study. *Caries Res* 1993;27(4):307-311.
14. Stephen KW, Russell JI, Creanor SL, et al. Comparison of fibre optic transillumination with clinical and radiographic caries diagnosis. *Community Dent Oral Epidemiol* 1987;15(2):90-94.
15. Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, et al. Reliability of visual examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiography, and reproducibility of direct visual examination following tooth separation for the identification of cavitated carious lesions in contacting approximal surfaces. *Caries Res* 1998;32(3):204-209.
16. Douglass CW, McNeil BJ. Clinical decision analysis methods applied to diagnostic tests in dentistry. *J Dent Educ* 1983;47(1):708-714.
17. Fleiss JL, Fischman SL, Chilton NW, et al. Reliability of discrete measurements in caries trials. *Caries Res* 1979;13(1):23-31.
18. Landis JF, Kah GG. The measurement of observer Agreement for categorical data. *J Biometrics* 1977;33:159-174.
19. Marthaler TM. Caries status in Europe and predictions of future trends: Symposium report. *Caries Res* 1990;24(6):381-396.
20. Pitts NB, Rimmer PA. An *in vivo* comparison of radiographic and directly assessed clinical caries status of posterior approximal surfaces in primary and permanent teeth. *Caries Res* 1992;26(2):146-152.
21. Ekstand KR, Ricketts DN, Kidd EA. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an *in vitro* examination. *Caries Res* 1997;31(3):224-231.
22. Pine CM, ten Bosch JJ. Dynamics of and

- diagnostic methods for detecting small carious lesions, *Caries Res* 1996;30(6):381-388.
23. Dodds MW. Dilemmas in Caries Diagnosis - applications to current practice and need for research, *J Dent Educ* 1993;57(6):433-438.
 24. Downer MC. Validation of methods used in dental caries diagnosis. *Int Dent J* 1989;39(4):241-246.
 25. Noar SJ, Smith BG. Diagnosis of caries and treatment decisions in approximal surfaces of posterior teeth *in vitro*. *J Oral Rehabil* 1990; 17(3):209-218.
 26. Hansen BF. Clinical and roentgenologic caries detection. A comparison. *Dentomaxillofac Radiol* 1980;9(1):34-36.
 27. Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 1991;25(4):296-303.
 28. Yassin OM. *in vitro* studies of the effect of a dental explorer on the formation of an artificial carious lesion. *ASDC J Dent Child* 1995;62(2):111-117.
 29. van Dorp CS, Exterkate RA, ten Cate JM. The effect of dental probing on subsequent enamel demineralization. *ASDC J Dent Child* 1988; 55(5):343-347.
 30. Pitts NB. The diagnosis of dental caries: 2. The detection of approximal, root surface and recurrent lesions. *Dent Update* 1991;18(10):436-442.
 31. Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, et al. Accuracy of two radiographic registration methods used for the detection of cavitation in approximal surfaces. *Caries Res* 1996;30(3):271.
 32. Rimmer PA, Pitts NB. Temporary elective tooth separation as a diagnostic aid in general dental practice. *Br Dent J* 1990;169(3-4):87-92.
 33. De Araujo FB, Rosito DB, Toigo E, et al. Diagnosis of approximal caries: radiographic versus clinical examination using tooth separation. *Am J Dent* 1992;5(5):245-248.
 34. Pitts NB, Longbottom C. Preventive care advised(PCA) / operative care advised(OCA) - categorising caries by the management option. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1995;23(1): 55-59.

Abstract

Validity and interexaminer reliability of different methods for the diagnosis of approximal caries

Young-Nam Kim, Ho-Kwen Kwon

Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, College of Dentistry, Yonsei University

Key words: reliability, dental caries, approximal surface, diagnostic method, validity

The objective of this study was to measure validity and interexaminer reliability of current methods for diagnosis of approximal caries.

Eighty extracted premolars and molars without fillings or marginal defects were selected. Firstly, selected teeth were examined using direct visual inspection by one dentist, and ten models of mandibular or maxillary arch each containing 12 contacting approximal surfaces were constructed. 15 dentists were asked to examine for approximal caries under standard condition in a dental practice table unit. The methods employed were visual inspection (VI), visual inspection combined with probing (VI+P), visual inspection combined with fiber-optic transillumination (VI+FOTI), conventional bitewing radiography (BW) and visual inspection combined with conventional bitewing radiography (VI+BW). Histological sections of the teeth were examined to give the valid state of disease in each surface. The results were as follows;

1. In case of histological dentin caries, the mean sensitivity and specificity values were VI = 0.35 and 0.91, VI+P = 0.29 and 0.94, VI+FOTI = 0.34 and 0.98, BW = 0.40 and 0.98, and VI+BW = 0.48 and 0.99, respectively. The positive predictive values of VI+FOTI, BW and VI+BW were markedly higher than those of VI and VI+P. The negative predictive values of five methods were similar.
2. In case of histological dentin caries, interexaminer reliability of VI and VI+P were poor ($0 < \kappa < 0.4$), but that of VI+FOTI, BW, and VI+BW were good ($0.4 < \kappa < 0.75$).
3. Sensitivity and specificity values of direct visual inspection were 0.75 and 0.98 for histological dentin caries, and the values for histological enamel caries were 0.95 and 0.94, respectively.

According to the results, the validity of current methods for the diagnosis of approximal caries is acceptable for specificity but unsatisfactory for sensitivity. Interexaminer reliability of clinical examination using diagnostic aids such as FOTI, BW was generally good. But results of unaided clinical

examination was very variable between examiners like many other previous studies. From this study, it is implied that the development of diagnostic aids with improved sensitivity is necessary and that further study is needed about how to reduce interexaminer variation of unaided clinical examination to appropriate level.