

치과 구내 X-선 촬영기의 사용연한에 따른 해상능에 관한 연구

전남대학교 치과대학 치과방사선학교실

김선주 · 정현대

-목차-

- I. 서론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서론

X-선은 질병의 진단에 이용되어 왔으며 보다 정확한 진단을 하기 위해서는 양질의 방사선 사진이 필요하고, 이에 따라 방사선사진의 흑화도와 대조도, 선예도 및 해상능 등에 대한 연구가 계속 되어 왔다. 그 중 해상능을 측정하는 것은 방사선 사진의 질을 평가하는 중요한 특성의 하나이다.

Kells에 의해 X-선이 치과 영역에 사용¹⁾된 이래 방사선 사진의 질을 높이기 위해 치과 방사선 사진의 해상능을 평가하기 위한 연구가 있었다. Thunthy와 Manson-Hing^{2,3)}은 해상능이 증감지, 필름 및 관찰자에 의하여 영향을 받는다고 하였으며, 관전합과 관 전류의 변화가 사진의 해상능과 대조도에 미치는 영향에 대해 연구하였다. Sivasriyanond과 Manson-Hing⁴⁾은 치과용 필름의 해상능에 대해 미세

농도계와 시각적인 평가를 시행하였다. Painboon과 Manson-Hing⁵⁾, Lund와 Manson-Hing^{6,7)}은 치과용 구의 촬영기인 파노라마기기의 해상능에 대해 연구하였으며 Goaz와 White¹⁾는 초점 크기, X-선 촬영기와 피사체의 움직임 및 필름 등의 변수가 해상능에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

해상능의 측정 방법은 인접한 두 물체를 시각적으로 구별하는 방법으로부터 많은 학자들의 연구^{8~10)}에 의해 시험 모형을 이용한 방법으로 발전되었다. 현재 가장 일반적으로 사용되고 있는 해상능 측정 방법은 mm당 선쌍이다.^{1,2)} 방사선 촬영기의 초점크기를 평가하는 방법은 초점의 물리적 크기를 측정하는 pinhole camera 측정법과 초점 크기 및 강도 분포에 따른 해상능 측정법이 있다. 이때 측정된 초점 크기는 각기 서로 다른 의미를 가진 측정값을 나타낸다.¹¹⁾

저자는 양질의 방사선 사진을 얻어야만 보다 정확한 진단을 할 수 있다는 전제하에, 방사선 사진의 질에 영향을 줄 수 있는 구내 X-선 촬영기의 해상능과 초점크기를 연구하였다. 이의 방법으로 국내에서 사용되고 있는 치과용 구내 X-선 촬영기들을 사용연한에 따라 무작위로 추출하여 시험 모형을 이용한 mm당 선쌍으로 해상능을 평가하고 별 모양의 시험 모형을 이용한 해상능 측정법으로 초점 크기를 측정하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

해상능 측정은 Model 07-553, Type (Nuclear Associates, Inc. Shirley, New York 11967 U.S.A.)의 X-선 시험 모형을 이용하였다(Fig. 1). 이 시험 모형은 평행한 50 μm 두께의 lead strip이 plexiglas에 싸여져 있는 구조로 되어 있고 정보 전달능을 측정하기 위해서 고안되었으며 약 1.19의 graduation factor를 가진다. 선쌍/mm의 해상능범위는 0.25에서 10이며 10선쌍/mm의 해상능은 치과 영역에서 분석하기에 충분한 선쌍/mm이다.^{1,2,3)}

일반적으로 시험 모형은 제조업자들에 의해서 다음과 같이 제작된다. (1) 많은 수의 선쌍 대신에 4선쌍의 group들로 구성이 되었다. (2) 서로 다른 해상능의 group들 사이에는 다른 공간없이 서로 인접해 있다. (3) 마지막 group은 모형의 끝부위에 위치하지 않고 가장 높은 해상능을 가진 10선쌍/mm의 다음에는 8.5, 7 그리고 6선쌍/mm이 존재하며 이것은 보통평가되지 않는다. 각 group들의 선쌍/mm은 Table 1에 나타내었다.

또 초점 크기를 측정하기 위해서 사용된 별 모양의 시험 모형은 동 회사에서 제작된 Model 07-509, Type(Fig. 2)으로 납살 하나의 각도는 2도이고 두께는 50 μm 이며 직경은 55

mm이다.

공칭 초점 크기가 0.8 \times 0.8mm인 치과용 구내 X-선 촬영기의 관 전압, 관 전류, impulse를 60kVp, 10mA, 4 impulse로 고정 촬영하였으며 필름은 구내 표준 필름(41mm \times 31mm, Dentus; Agfa-D group Gevaert Co., Belgium)을 사용하였다.

필름 현상은 현상 시간이 4분 30초인 Auveloper자동 현상기(S.S.White Co., U.S.A.)로 현상온도는 68°F이었다. 이때 현상액은 Fuji RD-III(Fuji Co., Japan)을 사용하였다.

Table 1. Line pairs per millimeter of the test-pattern groups

Group	Line pairs/mm	Group	Line pairs/mm
1	0.25	12	2.9
2	0.50	13	3.5
3	0.60	14	4.2
4	0.70	15	5.0
5	0.85	16	6.0
6	1.00	17	7.0
7	1.20	18	8.5
8	1.40	19	10.0
9	1.70	20	8.5
10	2.00	21	7.0
11	2.40	22	6.0

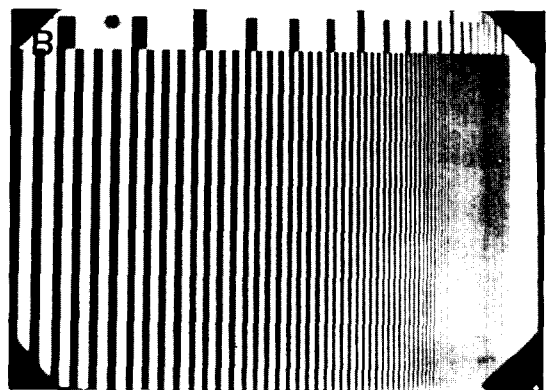
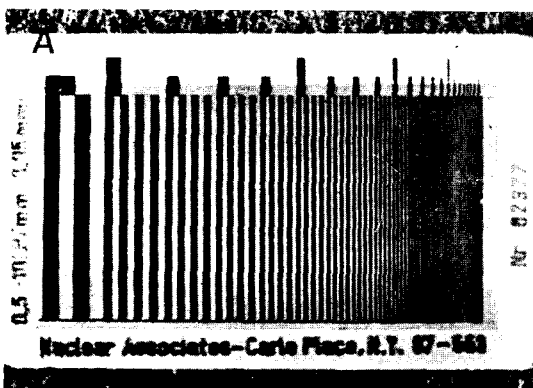


Fig. 1. A, Photograph of test pattern for resolution
B, Radiograph of test pattern for resolution

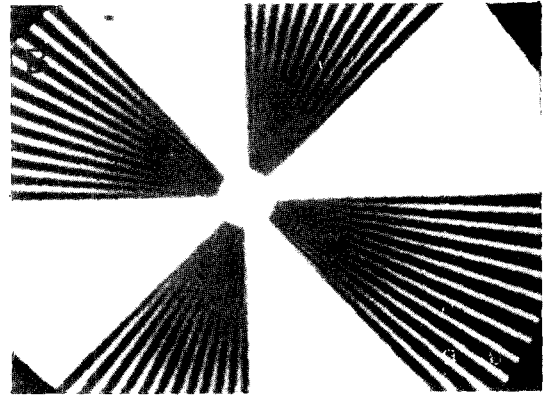
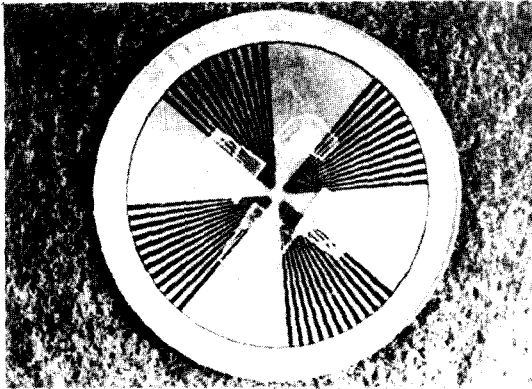


Fig. 2. A, Photograph of star test pattern for focal spot size
B, Radiograph of star test pattern for focal spot size

2. 실험방법

(1) 실험대상

광주지역의 개원 치과에서 보유한 치과용 구내 X-선 촬영기 50대를 대상으로 하였다. 이들 촬영기를 사용연한에 따라 1년, 2년, 3년, 4~5년, 6~10년을 A, B, C, D, E의 5개 군으로 나누어 해상능과 초점 크기를 조사하였다. 이의 사용연한에 따른 분포는 Table 2와 같다.

(2) 해상능 측정

구내 표준 필름 위에 Model 07-553, Type의 시험 모형을 위치 시키고 X-선관이 필름에서 15cm간격이 되게 한 다음, 구내 X-선 촬영기를 60kVp, 10 mA, 4 impulse로 조절하여 촬영하였다. 촬영한 필름은 자동현상기로 현상하였고 현상된 필름은 주위가 어두운 방사선 관독실에서 저배율의 확대기를 이용하여 3명의 관찰자-치과 의사, 방사선 기사 그리고 치과대학교 4학년 학생-에 의해서 식별할 수

있는 납살의 군을 관찰하였다.

모든 필름은 각 관찰자에 의해서 해상능 group이 선택되어 지고 선택된 group의 선쌍/mm의 평균이 각 구내 X-선 촬영기의 해상능이 되도록 하였다.

(3) 초점 크기 측정

별 모양의 시험 모형을 X-선관과 필름 사이에 필름면과 평행하도록 위치시켜 촬영(구내 X-선 촬영기는 60kVp, 10mA, 4 impulse로 고정)한 다음 그 영상을 관찰하였다. 이때 영상의 중심부측에 납살이 없어지는 부분이 발생하게 된다(Fig. 3). 이 부분이 바로 해상력을 잃은 부분이며 이와 같이 흐려진 부분의 직경(D)을 X-선관 장축(음-양극축)과 평행한 방향(길이), 수직방향(폭)으로 측정하여 다음의 식에 의해 초점의 크기^{11,18)}를 구하였다.

$$F = \frac{\theta D}{57.3(M-1)}$$

F=초점 크기(mm)

θ =납살 하나의 각도

D=별 모양 시험 모형의 흐려진 부위의 직경(mm)

(X-선관 장축과 수직, 평행 방향의 직경)

M=확대율

Table 2. Distribution of X-ray machine in each group

Group	Year	No.
A	1	9
B	2	8
C	3	8
D	4-5	12
E	6-10	13

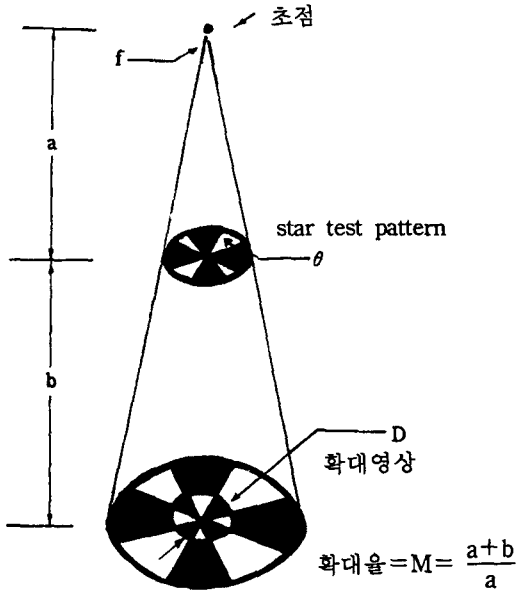


Fig. 3. Schematic Drawing of focal spot imaging radiograph using the star test pattern

III. 실험성적

1. 해상능 측정

사용연한이 A, B, C, D, E인 각 군의 구내 X-선 촬영기의 해상능의 평균은 9.75, 9.68, 9.25, 9.16, 9.04선쌍/mm로 사용연한이 증가함에 따라 해상력이 떨어지는 것을 볼 수 있으며(Table 3), 각 비교군간의 평균을 Analysis of variance 검정과 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증한 결과 사용연한 10년 이내의 구내 X-선 촬영기의 해상능은 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 4).

2. 초점 크기

사용연한이 A, B, C, D, E인 각 군의 구내 X-선 촬영기의 초점 크기의 평균은 0.832, 0.864, 0.875, 0.893, 0.947mm로 사용연한이 지남에 따라 초점 크기의 수치는 증가되었으나(Table 5), 각 비교군간의 평균을 Analysis

of variance 검정과 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증한 결과 사용연한 10년 이내의 구내 X-선 촬영기의 초점 크기의 변화는 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$) (Table 6). 각 비교군간의 초점 크기 평균과 제조 회사표시에 의한 공칭 초점 크기 0.8mm를 검증한 결과 3년 이상에서 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$) (Table 7).

Table 3. Mean and S.D. of the line pairs/millimeter in each group

Group	Mean	S.D.
A	9.75	0.75
B	9.68	0.59
C	9.25	0.38
D	9.16	0.55
E	9.04	0.71

S.D. = Standard Deviation

Table 4. Comparison of the line pairs/mm between each group

Group	A	B	C	D	E
A	9.75				
B	NS	9.68			
C	NS	NS	9.25		
D	NS	NS	NS	9.16	
E	NS	NS	NS	NS	9.04

NS = Not Significant by ANOVA and MULTIPLE RANGE TEST

Table 5. Mean and S.D. of focal spot size in each group

Group	Mean	S.D.
A	0.832	0.04
B	0.864	0.06
C	0.875	0.03
D	0.893	0.08
E	0.947	0.27

S.D. = Standard Deviation

Table 6. Comparison of focal spot size between each group

Group	A	B	C	D	E
A	0.832				
B	NS	0.864			
C	NS	NS	0.875		
D	NS	NS	NS	0.893	
E	NS	NS	NS	NS	0.947

NS = Not Significant by ANOVA and MULTIPLE RANGE TEST

Table 7. Compare with nominal focal spot size and each group

Group	Mean	0.8**
A	0.832	NS
B	0.864	NS
C	0.875	*
D	0.893	*
E	0.947	*

*: Significant ($p < 0.05$) by ANOVA and MULTIPLE RANGE TEST

** : Nominal focal spot size

NS: Not Significant

IV. 총괄 및 고찰

X-선 영상시스템의 성능은 주로 해상능으로 평가하였다. 해상능이란 근접되어 분리된 두 물체를 얼마나 식별하여 기록할 수 있는가 하는 능력이다. 방사선 사진의 해상능은 점 식별능, 선 식별능 그리고 정보 전달능의 형태로 평가^{1,2,11,12}되며, 해상능은 필름, 증감지, 관찰자, 관 전압 및 관 전류에 의해서 영향을 받는다. 이에 대한 연구로 Thunthy와 Manson-Hing²⁾ 등은 수종의 치과용 필름과 증감지들의 조합에 대하여 연구하여 해상능은 증감지, 필름 그리고 관찰자에 의해서 영향을 받는다고 하였으며, 증감지에 의한 영향이 필름에 의한

것보다 크고 필름에 의한 영향은 뚜렷한 변화를 나타내지는 않는다고 보고하였다. 또 Thunthy와 Manson-Hing³⁾은 필름의 흑화도가 일정할때 관 전압이 증가하면 해상력이 떨어지며 관 전류가 증가하면 해상력이 증가한다고 하였으며 필름의 흑화도가 일정하지 않을때는 관 전압의 증가로 해상력이 떨어지는 반면 관 전류는 영향을 미치지 않는다고 하였다. Painboon과 Manson-Hing⁵⁾은 시험 모형을 이용하여 수종 치과용 파노라마 기기의 초점 트러프(focal trough)의 해상능이 근단 선예도에 의해서 영향을 받는다고 하였으며, Lund와 manson-Hing^{6,7)}은 파노라마 방사선 사진의 해상능이 좌우에 비대칭으로 나타난다고 하였다. Thunthy와 Manson-Hing³⁾, Wright⁸⁾, Morgan¹³⁾, Morgan¹⁴⁾은 수종의 비증감지구내 필름과 수종의 파노라마 증감지 필름의 비교 연구에서 증감지는 해상력에 많은 영향을 미치며 비증감지 필름은 적어도 10선쌍/mm의 해상력을 가져야 한다고 하였다.⁴⁾

방사선 사진의 해상능 측정 방법으로 초기에는 가까이 인접한 물체를 시력으로 식별하는 방법이 시도 되었으나, 그 후 Wright⁹⁾는 cm 당 16개에서 30개의 그물망 철사를 이용한 방법으로 연구하게 되었고 그 결과 비증감지 필름이 저증감지 필름보다 해상능이 더 높다고 하였다. Rossmann⁹⁾은 좁은 틈새를 가진 방사선 원을 이용하고 미세농도계를 사용하여 틈새의 상을 계산하는 방법을 이용하여 수종의 증감지와 필름간의 조합에 의한 해상능이 6에서 10선쌍/mm로 나타난다고 하였다. Morgan과 Van Allen¹⁰⁾은 방사선 투과상의 공간을 나타내는 곳과 여러개의 납줄로 구성된 시험 모형을 제작하여 필름과 증감지의 해상능을 측정하였다. 현재는 Morgan과 Van allen¹⁰⁾이 제시한 모델이 가장 유용한 시험 모형을 제작하여 필름과 증감지의 해상능을 측정하였다. Morgan과 Van Allen¹⁰⁾은 방사선 투과상의 공간을 나타내는 곳과 여러개의 납줄로 구성된 시험 모형으로 사용되며 이를 기초로 하여 해상력을 평가하는 가장 일반적인 측정방법은 mm당 선쌍^{1,2)}이다. mm당 선쌍은 여러개의

금속선 또는 납줄을 평행으로 하여 단위 길이 당 수를 변화시켜 그곳의 상대적인 사진에서의 기록 능력을 측정하는 해상력 차트 방법이다.^{1,11,14,16,17)}

이상의 해상능 연구들은 방사선 촬영기의 특성 조건을 변화시켜서 해상능을 평가하는 방법으로서 방사선 기기 자체에 대한 해상능의 연구로는 미비한 점이 있었다. 이에 본 저자는 구내 방사선 촬영기 장치의 사용연한 경과에 따라 구내 X-선 촬영기의 초점 크기가 방사선 촬영기 장치의 사용연한 경과에 따라 구내 X-선 촬영기의 초점 크기가 방사선 사진의 해상능에 미치는 영향을 연구하게 되었다. 사용연한 10년 이내의 구내 X-선 촬영기를 무작위로 추출하여 방사선 사진의 해상능은 Model 07-553, Type 시험 모형(Nuclear Associates, Inc, Shirley, New York 11967 U.S.A.)을 이용하여 mm당 선쌍으로 평가하였고 구내 X-선 촬영기의 초점 크기도 사진의 해상능에 영향을 준다고 한 Goaz⁷⁾등의 보고에 착안하여 초점 크기를 별 모양의 시험 모형으로 평가하였다. 이는 X-선 촬영기 자체의 수명을 평가하는데도 도움이 될 것이라고 생각된다.

Goaz¹⁾은 해상력이 초점 크기, X-선 촬영기와 피사체의 움직임, 그리고 필름에 의하여 영향을 받으므로 방사선 촬영기의 초점 크기가 커지거나 방사선 촬영시 움직임이 있는 경우 방사선 사진의 해상능이 떨어진다고 보고하였다. X-선 촬영기와 피사체의 움직임이 없고 동일한 필름을 사용한다면 해상능은 초점 크기에 의해 영향을 받게 될 것이다. 초점 크기는 많은 학자들에 의해서 연구^{18~22)}되었다. 초점은 방출 X-선 속의 중심선속(central beam) 방향에서 관측한 실효 초점, 제작자가 규정지은 크기인 공칭 초점 그리고 동일한 실효 초점 일지라도 해상력 측정법(line-pair resolution test method)에 의해서 크기가 달라지는 등가 초점이 있다.¹¹⁾ 초점의 크기를 측정하는 방법에는 pinhole camera 측정법과 해상능 측정법^{11,23)}이 있다. pinhole camera 측정법은 단지 초점의 물리적 크기를 나타내고 해상능 측정법은 초점크기 및 에너지 강도 분포에 따른 초점

의 해상능 측정을 나타낸다. 초점의 해상능은 에너지 강도 분포 형태에 따라서 커다란 영향^{11,24)}을 받아 동일한 1.0mm의 실효 초점(pinhole camera)일지라도 edge-band분포의 경우 실효 초점 2mm와 동일한 해상능을 가지고 균등 분포 형태의 경우는 1.0mm의 해상능을 가지며 중앙 집중 분포 형태는 0.5mm와 같은 해상능을 갖는다. 이러한 해상능 측정법에 의한 초점 크기를 등가 초점이라 한다.¹¹⁾ 그러므로 각 측정법에 의한 초점 크기는 서로 다른 의미의 측정값을 나타낸다.

pinhole camera 측정법이 발산된 방사선의 분포를 평가하는데 부적절하다고²⁵⁾하여 본 실험에서는 별 모양의 시험 모형인 Model 07-509, Type(Nuclear Associates, Inc., Shirley, New York 11967 U.S.A.)을 이용한 해상능 측정법으로 초점 크기를 측정¹⁸⁾하였다. 구내 X-선 촬영기의 해상능은 방사선 투과상의 공간과 여러개의 납줄로 구성된 동 회사의 Model 07-553, Type 시험모형을 이용하여 mm당 선쌍을 저배율의 확대기를 사용¹⁾하여 평가하였다. 이러한 평가 방법으로 본 실험에서는 방사선 촬영기의 사용연한 증가에 따라 초점의 크기와 해상능을 연구하였으며, 초점이 외의 다른 요인에 의한 영향을 배제하기 위해 유효기간이 지나지 않은 동일 회사의 필름, 고정된 관 전압과 관 전류, 일정한 촬영거리등의 조건하에서 실험을 시행하였다.

X-선 촬영기는 사용시 많은 열이 발생되므로 오랫동안 사용하면 텅스텐 초점의 표면이 변형될 수 있다. 이는 유효 초점이 커지는 결과를 초래하여 해상능의 저하를 야기할 수 있다. 조사결과 사용연한이 증가함에 따라 구내 X-선 촬영기의 해상능의 저하와 초점 크기의 증가가 나타났다. 하지만 해상능의 저하가 통계적으로 유의성을 나타내지는 않았다. 사용연한이 10년 이내인 기기의 초점도 균등 에너지 분포를 가지는 초점으로 나타났다. 유의성 검증에서도 초점 크기는 유의한 차이를 보이지 않았다. 제조업자에 의해 표시된 공칭 초점 0.8mm과 각 군의 초점 크기를 비교한 결과 사용연한 3년 이상에서 유의성 있는 변화($p <$

0.05)를 나타내었다. 이러한 공칭 초점과 변화는 유효 초점이 아닌 제작자에 의한 임의의 크기이므로 실질적으로 해상능에 영향을 주지는 않는 것으로 생각된다.

이상의 연구에서 사용연한 10년 이내인 치과용 구내 X-선 촬영기의 해상능과 초점 크기는 진단용으로 적절하다고 볼 수 있었다. 그러나 사용연한이 같더라도 촬영횟수는 각각 다를 수 있으므로 앞으로 촬영횟수에 대한 치과용 구내 X-선 촬영기 해상능과 초점 크기에 대한 평가가 계속되어야 한다고 생각된다.

V. 결 론

치과에서 방사선 촬영이 현저하게 증가하게 되고 구내 촬영기의 보급이 보편화되었다. 그러나 사용연한에 따라 치과용 구내 X-선 촬영기의 초점 크기가 변할 수 있고 해상능은 다를 것으로 생각되며 이는 치과 방사선 사진 판독에 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 이에 저자는 사용연한에 따른 치과용 구내 X-선 촬영기의 해상능을 평가하기 위해서 해상력 차트를 이용한 선쌍/mm을 측정하고 초점 크기는 별 모양의 시험 모형을 이용하여 측정하였다. 이의 결과는 다음과 같았다.

1. 치과용 구내 X-선 촬영기의 해상능은 사용연한 10년 이내에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

2. 초점 크기는 치과용 구내 X-선 촬영기의 사용연한 10년 이내에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 3년이상 사용된 촬영기의 초점은 제조회사가 표시한 공칭 초점(0.8mm)과 비교할때 유의한 차이를 나타내었다.

REFERENCES

1. Goaz, P.W. and White, S.C.: Oral radiology: Principles and interpretation, ed 2, St. Louis, The C.V. Mosby Co. 111, 1987.
2. Thunthy, K.H. and Manson-Hing, L.R.:

- A study of the resolution of dental films and screens, Oral Surg, 42:255-266, 1976.
3. Thunthy, K.H. and Manson-Hing, L.R.: Effect of mAs and kVp on resolution and on image contrast, Oral Surg. 46:454-461, 1978.
4. Sivasriyanond, C. and Manson-Hing L.R.: Microdensitometric and visual evaluation of the resolution of dental films, Oral Surg, 45:811-822, 1978.
5. Painboon, C. and Manson-Hing, L.R.: Effect of border sharpness on the size and position of the focal trough of panoramic X-ray machines, Oral Surg. 60:670-676, 1985.
6. Lund, T.M. and Manson-Hing, L.R.: Relation between tooth positions and focal troughs of panoramic machines, Oral Surg, 40:285-293, 1975.
7. Lund, T.M. and Manson-Hing, L.R.: A study of a focal trough of three panoramic dental X-ray machines, Oral Surg, 39:318-328, 1975.
8. Wright, S.M.: An investigation into the properties of fluorescent screens, Dent. Practit, 22:311-315, 1972.
9. Rossmann, K.: Image-forming quality of radiographic screen-film systems: The line spread-function, Am. J. roentgen, 90:178-183, 1963.
10. Morgan, R.H. and Van Allen, W.W.: Measurement of resolving power of intensifying Screens, Radiology, 47:166-174, 1946.
- 11.
12. Klein, D.J., Bergeron, R.T. and Bernstein, H.: Wild-Fields resolution in radiography, radiology, 122:811-815, 1977.
13. Morgan, R.H.: An analysis of the physical factors controlling the diagnostic quality

- of roentgen images, Part II, *Am. J. Roentgenol. Rad. Ther.*, 54:396-402, 1945.
14. Morgan, R.H.: Characteristics of X-ray films and screens, *Radiology*, 49:90-93, 1947.
 15. Wuehermann, A.H. and Manson-Hing, L.R.: *Dental radiology*, ed. 5 St. Louis, The C.V. Mosby Company, 58, 1981.
 16. International Commission of Radiological Units and Measurements: Method of evaluating radiological equipment and materials. Recommendations of the ICRU. NBS Handbook 89. Washington, D.C., Govern Print Off, 1962.
 17. Miline, E.N.C.: Characterizing focal spot performance, *Radiology* 111:438-486, 1974.
 18. Spiegler, P. and Breckinridge, W.C.: Imaging of focal spots by means of the Star Test Pattern, *Radiology*, 102:697-684, 1972.
 19. Bakus, A.D. and Lin, P.J. P.: An note on the measurement of focal spot sizes utilizing star test patterns at low magnification factors, *Med. Phys.*, 10:100-103, 1983.
 20. Smith, C.K., Bassett, L.W. and Gold, R.H.: Evaluation of radiation dose, focal spot, and automatic exposure of newer Film-Screen Mammography Units, *Am. J. Rent.* 149:913-917, 1987.
 21. Zeman, G.H., Rao, G.U.V. and Doyle, R.J.: A circular test pattern for evaluating X-ray tube focal spots, *Am. J. Rent*, 126: 1239-1245, 1976.
 22. Bergeron, R.T.: Manufactures' designation of diagnostic X-ray tube focal spots size: A tine for candor, *Radiology*, 111:487-488, 1974.
 23. Bernstein, H., Bergeron, R.T. and Klein, D.J.: Routine evaluation of focal spots, *Radiology*, 111:421-425, 1974.
 24. Bernstein, H. and Bergeron, R.T., Klein, D.J.: The relationship of the radiant intensity distribution of focal spots of resolution, *Radiology*, 111:427-431, 1974.
 25. Bookstein, J.J. and Steck, W.: Effective focal spot spot size, *Radiology*, 98:31-33, 1971.

– ABSTRACT –

A STUDY OF THE RESOLUTION OF DENTAL INTRAORAL X-RAY MACHINES

Seon Ju Kim, Hyon De Chung, M.D.

Department of Dentistry, Oral Radiology, Chonnam National University

The purpose of this study was to assess the resolution and focal spot size of dental X-ray machines. Fifty dental X-ray machines were selected for measuring resolution and focal spot size. These machines were used in general dental clinics. The time of installation of the X-ray machine varies from 1 year to 10 years. The resolution of these machines was measured with the test pattern. The focal spot size of these machines was measured with the star test pattern.

The following results were obtained:

1. The resolution of dental intraoral X-ray machines was not significantly changed in ten years.
2. The focal spot size of dental intraoral X-ray machines was not significantly increased in ten years. The statistical analysis between the mean focal spot size and nominal focal spot size was significant at the 0.05 level about the more than 3 years used machines.