

디지털 CR시스템에서 Image plate의 화질 평가

곽병준*, 지태정†

*춘해보건대학 방사선과, †가야대학교 방사선학과

2011년 7월 29일 접수 / 2011년 9월 16일 1차 수정 / 2011년 9월 22일 2차 수정 / 2011년 9월 27일 채택

CR(computed radiography)시스템의 영상획득 과정에서 영상판의 외부 방사선 영향을 효과적으로 보완하고 임상적용 시 효율적 활용을 목적으로 본 연구를 실시하였다. 이를 위하여 영상판의 보관 장소와 기간으로 분류하여 미소한 흑점 차이를 비교 분석하고 영상의 경계면에서 농도 분포를 평가하였다. 영상판의 보관 장소에 따른 명실과 암실에서 흑점 수를 비교 측정된 결과, 명실에 보관한 영상판에서 1일과 2일에서 미약하게 흑점 수가 증가하였으며, 4일, 6일, 8일, 10일로 보관 기간이 길어질수록 비례하여 증가하였다. 하지만 암실 보관의 경우 명실과 비교시 흑점 수가 현저하게 줄어들었다. 영상판의 위치에 따른 화질의 변화에서는 가장자리 보다 중앙에 관심영역을 위치시키는 것이 화질의 손상을 줄일 수 있었다. 피사체의 두께 변화에 따른 선예도 차이는 가능한 피사체 두께를 작게 하는 것이 산란선 발생을 줄이고 선예도를 향상시키는 것으로 나타났다. 따라서 우수한 화질의 의료영상을 얻기 위해서는 영상판의 효율적 정도 관리가 필요하며 영상판을 암박스에 보관하여 외부 방사선에 장시간 방치하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

중심어 : 흑점수, 컴퓨터 라디오그래피, 영상판, 화질

1. 서론

디지털 CR(computed radiography) 영상은 휘진성 형광체인 영상판(Image Plate, IP)에 축적된 검사 정보에 레이저 빔을 주사하여 광전자 증배관(P-M Tube)에서 증폭시켜 영상을 획득한다[1]. 따라서 컴퓨터 시스템 내에서 처리하는 한 열화하지 않고 완전한 재현성이 유지된다. 이러한 장점을 가진 영상처리는 수많은 애플리케이션에서 사용되는 넓은 영역의 기술을 적용하여 더욱더 높은 질의 영상으로 만들어 낸다. 또한 경제적인 장점뿐만 아니라 명실에서도 작업이 가능하여 업무의 효율성이 높고 일정한 화질의 영상을 얻을 수 있으며 공간분해능도 높아 많이 보급되어 활용되고 있다[2,3]. 하지만 휘진성 형광체의 K-흡수단 에너지가 낮기 때문에 노이즈가 많이 발생하며, 휘진성 형광체 잠상의 완전 소거가 어려운 것이 문제이다. 이러한 잠상의 발생은 산란선에 의해 발생되거나 빛에 노출시킨 후 재사용하는 과정에서 발생된다. 이것을 보완한 DR(digital radiography)시스템이 개발되어 활용되고 있으나 많은 설치비용에 제한점이 있다[4]. 선행 연구된 보고를 보면 CR과 DR시스템의 선량과 영상의 질 관점에서 비교 분석한 연구, 또는 디지털 의료영상의 MTF를 측정할 수 있는 소프트웨어를 이용하여 X-선 장비의 노후화 정도에 따른 MTF 특성을 측정된 연구 등이 보고되었으나, 영상판의 외부 자연환경 영향에 대한 연구는

아직까지 미흡한 것으로 확인되었다[2,4].

실제로 완전히 소거한 영상판을 장시간 방치한 뒤의 영상은 시간에 따라 미소한 흑점이 나타나게 된다. 이러한 흑점들은 선예도의 저하를 가져오게 되고 영상평가에서 중요한 인자로 작용하게 된다. 특히 빛을 이용한 CR영상에서 선예도 평가는 많이 활용되고 있는 방법이다. 이와 같은 선예도는 농도가 다른 두 부분의 경계선을 어느 정도까지 구별할 수 있는지의 능력이나 영상의 경계선에 대한 선명도라고 할 수 있다. 의료영상의 분석적 방법에는 MTF평가, RMS, Winer spectrum, Entrophy 평가가 있다. 대표적인 측정 방법으로 정보전달함수(MTF)를 이용한 Chart method, Slit method, Edge method 가 활용된다. 그 중 Edge method 방법은 수직인 절단면을 가진 금속의 단면을 촬영하여 농도 분포를 유효한 노광량으로 평가하는 방법으로 가장자리의 단면을 측정하는데 이용된다[8].

CR 카세트는 필름 카세트와 달리 명실작업이 가능하므로 대부분의 영상의학과에서는 CR 카세트를 촬영실 주위에 놓고 사용한다. 따라서 명실보관에 따른 영상판의 화학적 변화 및 백그라운드의 영향을 방지하기 위하여 암실 보관 즉, 1 mm 두께의 납으로 차폐된 암박스 내에 카세트를 보관하므로써 명실보관과 암박스 보관시 차이점을 여러 가지 평가방법으로 화질 평가와 관련하여 흑점 차이를 비교 분석 하고자 하였다.

본 연구는 CR시스템의 노이즈와 잠상, 산란선에 대한 단점을 효과적으로 보완하고자 명실과 암박스로 나누어

책임저자 : 곽병준, bj0209kwak@hanmail.net
울산광역시 울주군 웅촌면 대학길 9, 춘해보건대학

시간 경과에 따른 휘진 발광의 감쇠 정도를 알아보고자 하였으며, 완전 소거된 영상판에서 장시간 방치로 인한 미소한 흑점의 차이를 비교 분석 하였다. 또한 밀도가 같은 특수 제작된 철판을 활용하여 절단된 면의 경계면에서 농도 분포를 Edge method 방법으로 평가 하고자 하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 실험 기자재

CR장비는 iCR 1000 기기 장비를 이용하였다(Fig. 1). Cassette는 10×12 와 14×17 Size 각각 4개씩을 사용하였다. 암실용 Film 보관용 1 mm 두께의 암박스를 사용하였다(Fig. 2).

2.2 측정 장비 및 도구

방사선촬영장비 모델명은 SMS-TS-1(SI-40-525, 세화, 2008, Korea)기기를 사용하였으며, 촬영 조건은 100kVp, 300mA, 0.1second, FFD는 100 cm 로 하였다(Fig. 3).

Edge 평가를 위해 특수 제작한 정사각형 철판 70 mm×70 mm 크기의 두께 1~10 mm 까지의 각각 1개씩 10개를 준비하였다(Fig. 4).



Fig. 1. CR equipment to measure the number of dark spots of image plates.



Fig. 2. A 1mm-thick dark box for keeping films.



Fig. 3. Equipment generating radiation to film iron plates.



Fig. 4. A square iron plate made to measure sharpness (Size : 70 mm × 70 mm, Thickness : 1~10 mm)

3. 측정 방법

3.1 영상판의 흑점수 측정

CR시스템에서 레이저 스캔이 끝난 영상판을 빛에 노출시켜 기억되었던 정보를 지운 후에 카세트 내에 들어 있는 상태에서 카세트를 명실 보관하였다. 시간 경과에 따른 영상판의 흑점 수를 알아보기 위하여 명실 보관과 암실 보관 기간은 각각 1일, 2일, 4일, 6일, 8일, 10일로 나누어 실험하였으며, 또한 영상판의 위치에 따른 흑점 수를 알아보기 위하여 한 장의 영상판에서 위치에 따라 중앙 부분과 입구, 안쪽, 양쪽 모서리 5부분으로 나누어 측정하였다. 측정 범위는 영상판의 중앙과 모서리부분을 중심으로 Width 20 mm × Height 10 mm 의 크기로 면적은 20 mm² 내의 흑점 수를 측정 하였다. Matrix 행과 열이 36×18로 Pixel 수를 648개로 하였으며, Gray Scale Pixel 정보의 값의 범위는 흑색값 0에서 백색값 255로 하였다.

3.2 철판 두께 변화에 따른 영상의 Edge 부분의 선에도 측정

철판의 두께를 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 10 mm 등의 두께로 제작된 철판을 CR 시스템에서 각각 촬영하여 Edge 부분에서 영상을 확대하여 픽셀 값으로 두께에 따른 선에도 변화를 비교 측정하였다. 또한 5 mm 이상 두께에서 10 mm 까지의 1 mm 차이 두께 변화는 실험을 반복한 결과, 어느 정도 이상의 두께가 되면 산란선의 영향 변화가 미약한 것으로 확인되어 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Fig. 5).

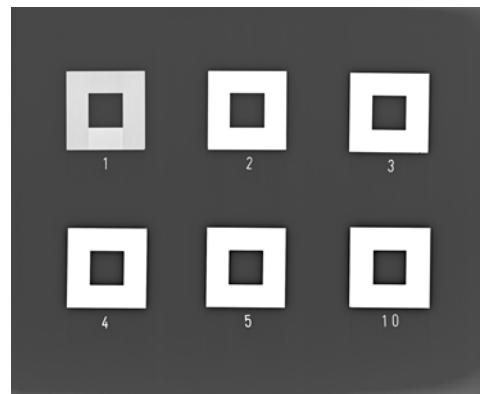


Fig. 5. A radiograph of an iron plate to assess sharpness using an edge method.

4. 결과

4.1 명실보관 영상판의 흑점수

명실에서 보관한 영상판에 대하여 시간 경과에 따른 흑점 수의 변화를 조사하기 위해 보관 기간에 따라 10×12 크기의 Cassette 3개를 같은 조건으로 측정하여 평균한 결과(Table 1), 보관기간 증가에 따라 급격히 흑점 수가 많이 나타나는 것으로 확인되었다(Fig. 6).

Table 1. The Number of Dark Spots following Storage Periods of Image Plates kept in a Light Room.

Gray Scale Pixel information value covers (Black color value : 0 ~ White color value : 255) (Matrix : 36×18 Pixel count 648)						
Day	IP	0 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 150	151 ~ 200	201 ~ 255
1	1	0	0	1	1	646
	2	0	0	0	1	647
	3	0	0	0	3	645
	mean	0,00	0,00	0,33	1,67	646,00
2	1	0	1	8	14	625
	2	0	2	3	5	638
	3	0	3	1	2	642
	mean	0,00	2,00	4,00	7,00	635,00
4	1	4	6	24	58	556
	2	2	2	9	15	620
	3	1	3	10	76	558
	mean	2,33	3,67	14,33	49,67	578,00
6	1	106	155	220	132	35
	2	20	56	132	244	196
	3	19	98	321	186	24
	mean	48,33	103,00	224,33	187,33	85,00
8	1	431	161	53	3	0
	2	87	218	219	110	14
	3	175	280	169	24	0
	mean	231,00	219,67	147,00	45,67	4,67
10	1	524	103	20	1	0
	2	202	252	157	37	0
	3	529	101	17	1	0
	mean	418,33	152,00	64,67	13,00	0,00

4.2 암실보관 영상판의 흑점수

암실에서 보관한 영상판에 대하여 시간 경과에 따른 흑점 수의 변화를 조사하기 위해 보관 기간에 따라 1일, 2일, 4일, 6일, 8일, 10일 로 나누어 14×17 크기의 Cassette 3개를 같은 조건으로 측정하여 평균한 결과 (Table 2), 보관기간이 4일까지에서는 거의 흑점 수가 나타나지 않는 것으로 확인되었으며 6일부터 완만하게 흑점 수가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 같은 기간의 명실과 비교시 흑점 수가 현저하게 줄어 든 것으로 나타났다(Fig 7).

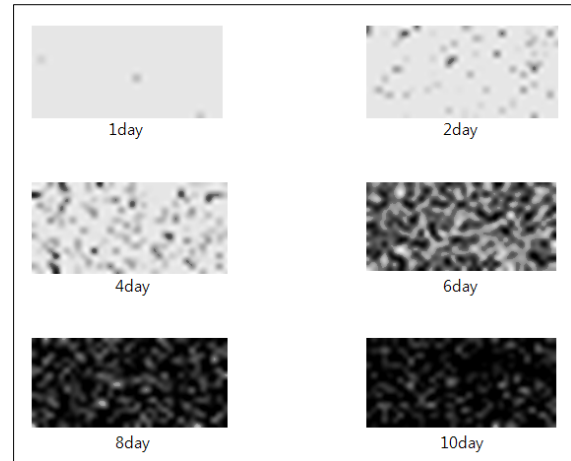


Fig. 6. Images following storage periods of an image plate kept in a light room.

Table 2. The Number of Dark Spots following Storage Periods of Image Plates kept in a Dark Room.

Gray Scale Pixel information value covers (Black color value : 0 ~ White color value : 255) (Matrix : 36×18 Pixel count 648)						
Day	IP	0 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 150	151 ~ 200	201 ~ 255
1	1	0	0	0	0	648
	2	0	0	1	2	645
	3	0	0	2	2	644
	mean	0,00	0,00	1,00	1,33	645,67
2	1	0	0	2	5	641
	2	0	0	2	5	641
	3	0	0	2	3	643
	mean	0,00	0,00	2,00	4,33	641,67
4	1	0	1	6	12	629
	2	2	5	7	20	614
	3	0	4	4	16	624
	mean	0,67	3,33	5,67	16,00	622,33
6	1	10	6	20	55	557
	2	8	15	33	103	489
	3	2	3	18	34	591
	mean	6,67	8,00	23,67	64,00	545,67
8	1	16	22	51	76	483
	2	23	37	53	89	446
	3	32	28	58	123	407
	mean	23,67	29,00	54,00	96,00	445,33
10	1	73	73	98	151	253
	2	72	74	152	191	159
	3	73	83	140	145	207
	mean	72,67	76,67	130,00	162,33	206,33

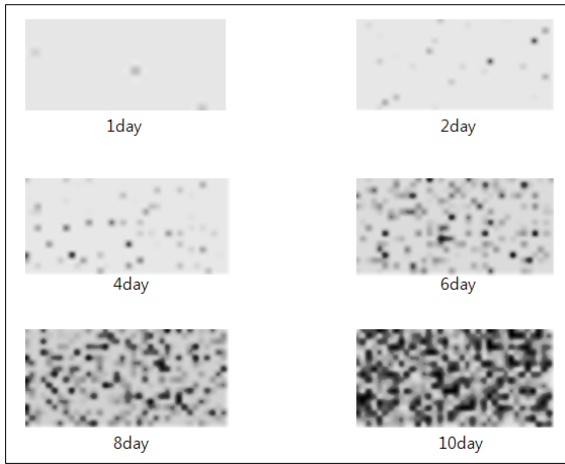


Fig. 7. Images following storage periods of an image plate kept in a dark room.

4.3 영상판의 위치에 따른 흑점수 측정

한 장의 영상판에서 위치에 따라 중앙 부분과 입구, 안쪽, 양쪽 모서리 5부분으로 나누어 암실보관 10일 된 영상판의 면적 20 mm² 내의 흑점 수를 측정한 결과, 영상판 중앙부분의 흑점 수가 상대적으로 적었으며 Gray Scale Pixel 정보값의 범위도 가장 양호한 분포를 나타내는 것으로 측정되었다(Table 3). 또한 입구와 안쪽 부분은 중앙 보다 흑점 수의 분포가 많았으며 양쪽 모서리 부분은 좌측과 우측의 편차가 있는 것으로 나타났다(Fig. 8).

Table 3. The Number of Dark Spots following Positions of an Image Plate 10 Days after being located in a Dark Room.

Gray Scale Pixel information value of covers (Black color value : 0 ~ White color value : 255) (Matrix : 36×18 Pixel count (648))						
Place	IP	0 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 150	151 ~ 200	201 ~ 255
center	1	73	75	123	186	191
	2	72	74	152	191	159
	3	83	75	143	154	193
	mean	76.00	74.67	139.33	177.00	181.00
entrance	1	95	97	173	174	109
	2	97	113	191	178	69
	3	100	94	169	174	111
	mean	97.33	101.33	177.67	175.33	96.33
inside	1	73	97	148	175	155
	2	83	92	145	178	150
	3	102	120	147	156	123
	mean	86.00	103.00	146.67	169.67	142.67
left corner	1	90	97	160	176	125
	2	86	110	155	182	115
	3	105	118	187	143	95
	mean	93.67	108.33	167.33	167.00	111.67
right corner	1	33	54	105	188	268
	2	16	35	93	183	321
	3	30	60	105	146	307
	mean	26.33	49.67	101.00	172.33	298.67

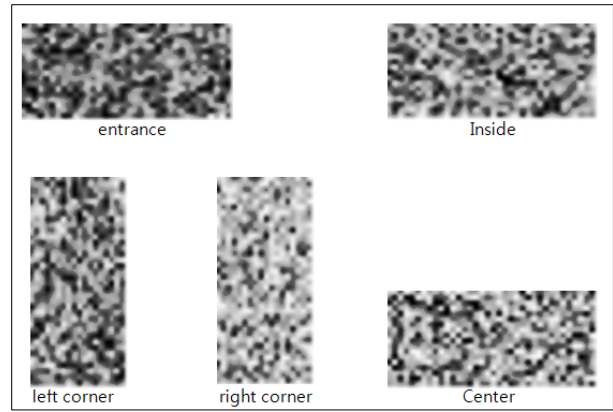


Fig. 8. An image to assess the number dark spots following location change of image plates.

4.4 철판 두께 변화에 따른 영상의 Edge 부분의 선예도 비교

철판의 두께를 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm, 10 mm 의 6가지로 비교한 모서리 부분의 영상이 두께에 따른 선예도의 차이를 비교 측정한 결과, 흑점 수는 Gray Scale Pixel 정보값의 범위가 0~50까지의 흑점 수 영역은 4, 9, 11, 11, 13, 14영역으로 1 mm 와 2 mm 의 두께 차이의 변화에서는 큰 차이의 흑점 수의 변화가 있었으며, 2 mm 와 10 mm 의 두께 변화에도 많은 흑점 수의 변화가 있었다. 5 mm 이상의 두께에서는 흑점 수의 변화가 적은 것으로 나타났다. 이것은 어느 정도 이상의 두께가 되면 산란선의 영향 변화가 미약한 것으로 확인되었다 (Fig. 9).

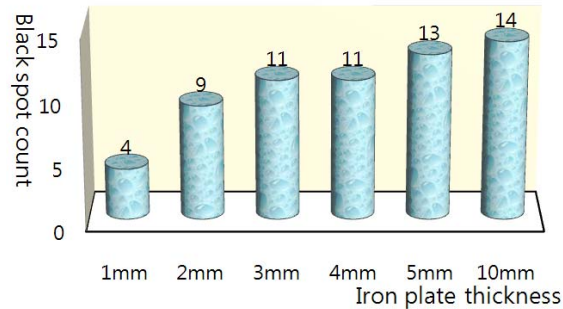


Fig. 9. An image to assess the number of dark spots of the edge following iron plate thickness change. (Gray Scale Pixel information value covers : 0~50)

4.5 명실과 암실보관에 따른 영상판의 흑점 수 비교

영상판이 카세트 내에 들어 있는 상태에서 카세트를 보관함에 있어서 명실과 암박스 내의 암실에 보관하여 시간 경과에 따라 보관기간을 각각 1일, 2일, 4일, 6일, 8일, 10일로 나누어 영상판의 흑점 수를 비교 측정한 결과, 1일와 2일에서 다소 작은 차이가 있었으나 4일부터는 명실과 암실 보관에 따라 흑점 수의 변화가 점점 큰 차이를 나타내고 있으며 6일, 8일, 10일로 보관기간이 길어질수록 그 차이는 현저하게 증가하여 많은 흑점 수의 변화가 확인되었다. 특히 10일 차의 실험 결과를 비교해 보면,

암실에서 보관한 영상판의 흑점 수는 완만하게 흑점수가 많아짐을 알 수 있으나 명실에서 보관한 영상판의 흑점 수는 Gray Scale Pixel 정보값의 범위가 낮은 값으로 거의 대부분이 차지하고 있어, 영상판의 판독 후 영상은 흑화되어 의료영상을 묘출하기에 부적당한 것으로 나타났다(Fig. 10).

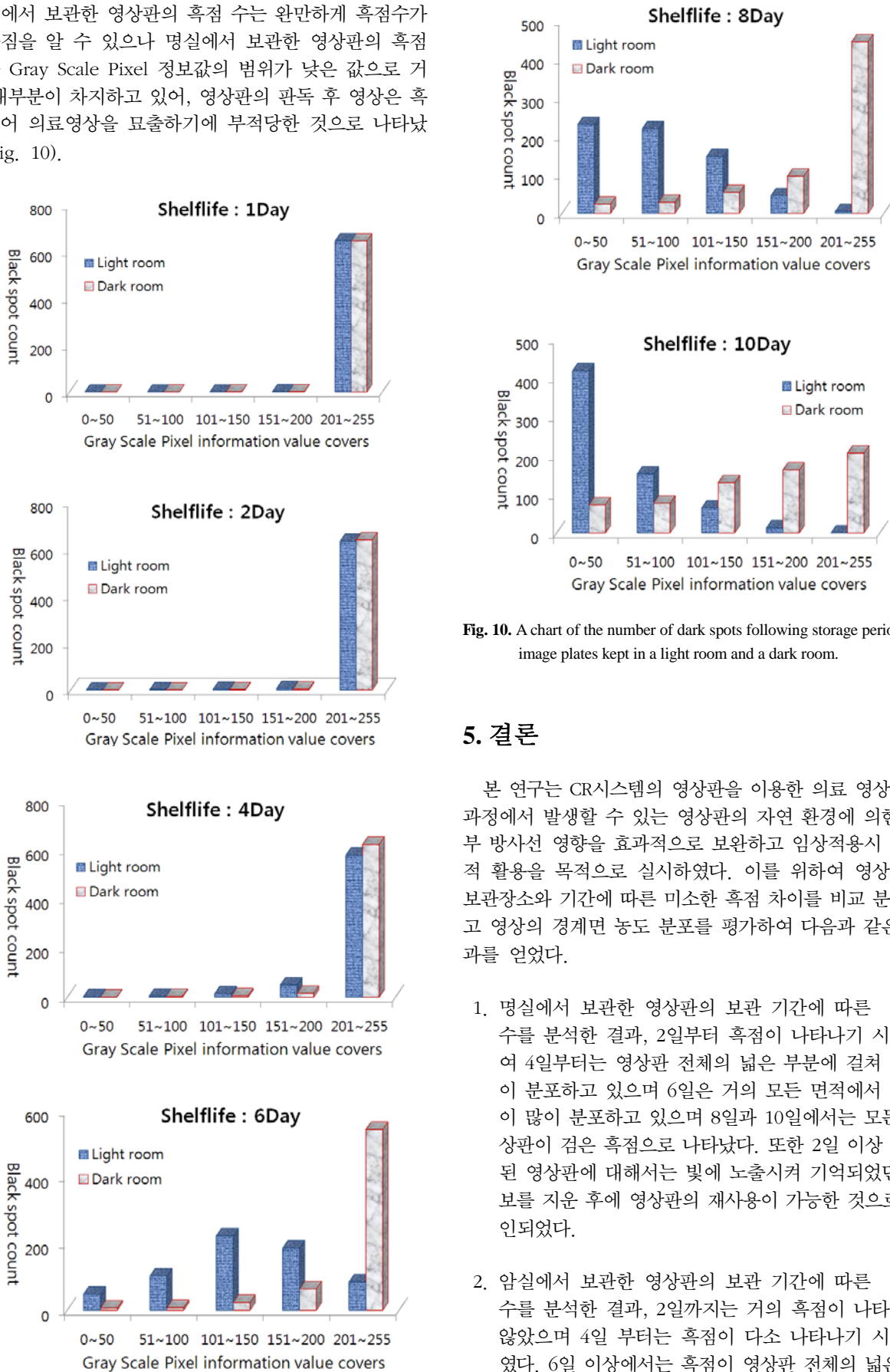


Fig. 10. A chart of the number of dark spots following storage periods of image plates kept in a light room and a dark room.

5. 결론

본 연구는 CR시스템의 영상판을 이용한 의료 영상획득 과정에서 발생할 수 있는 영상판의 자연 환경에 의한 외부 방사선 영향을 효과적으로 보완하고 임상적용시 효율적 활용을 목적으로 실시하였다. 이를 위하여 영상판의 보관장소와 기간에 따른 미소한 흑점 차이를 비교 분석하고 영상의 경계면 농도 분포를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 명실에서 보관한 영상판의 보관 기간에 따른 흑점 수를 분석한 결과, 2일부터 흑점이 나타나기 시작하여 4일부터는 영상판 전체의 넓은 부분에 걸쳐 흑점이 분포하고 있으며 6일은 거의 모든 면적에서 흑점이 많이 분포하고 있으며 8일과 10일에서는 모든 영상판이 검은 흑점으로 나타났다. 또한 2일 이상 보관된 영상판에 대해서는 빛에 노출시켜 기억되었던 정보를 지운 후에 영상판의 재사용이 가능한 것으로 확인되었다.
2. 암실에서 보관한 영상판의 보관 기간에 따른 흑점 수를 분석한 결과, 2일까지는 거의 흑점이 나타나지 않았으며 4일 부터는 흑점이 다소 나타나기 시작하였다. 6일 이상에서는 흑점이 영상판 전체의 넓은 부분에 걸쳐 흑점이 분포하고 있으나 8일을 지나 10일까지 완만하게 증가하였다, 4일 이상 보관된 영상판

에 대해서는 빛에 노출시켜 기억되었던 정보를 지운 후에 영상판의 재사용이 가능한 것으로 확인되었다.

3. 동일 영상판의 경우, 위치에 따른 흑점 수가 가장 자리에 많으므로 진단 평가의 중요한 부위가 영상판의 가운데 위치하는 것이 바람직하다.
4. 철판의 두께에 따른 선예도의 차이를 비교 측정한 결과, 철판 두께가 두꺼울수록 같은 영역에서 흑점 수가 많아지는 것은 산란선 발생도 증가함을 알 수 있다. 산란선 증가로 인한 대조도 저하는 선예도 저하의 원인이므로 피사체 두께를 얇게 하여 선명도를 높일 필요가 있다. 또한 같은 재질의 철판에서 밀도가 같더라도 두께를 얇게 하면 피사체 산란선을 줄일 수 있는 것으로 확인되었다.
5. 영상판의 보관 장소는 명실보다 암실에서 영상판을 보관하는 것이 흑점수가 적었으며, 불편하더라도 암박스를 활용하는 것이 외부방사선에 대한 영향을 최소화할 수 있다.

이상의 결과를 종합해 볼때, CR시스템의 영상판을 이용한 의료 영상획득 과정에서 발생할 수 있는 자연 환경에 의한 외부 방사선의 영향이 일어나므로 영상판을 명실에 보관하여 사용할 경우에는, 하루 이상 보관된 영상판에 대해서는 빛에 노출시켜 기억되었던 정보를 지운 후에 영상판을 재사용하는 것이 바람직한 것으로 확인되었고, 암박스 내의 암실에서 보관하여 사용할 경우에는, 2일 이상 보관된 영상판에 대해서는 빛에 노출시켜 기억되었던 정보를 지운 후에 영상판을 재사용하는 것이 바람직한 것으로 확인되었다. 따라서 우수한 화질의 영상을 얻기 위하여 영상판의 효율적 정도관리가 필요하며 영상판을 암박스에 보관하여 외부 방사선에 장시간 방치하지 않도록 하는 것이 바람직하겠다.

동일한 영상판의 촬영에 있어서 초점과 관심영역을 반드시 영상판의 중앙부분에 위치시켜 촬영함으로써 가장 양호한 화질의 영상을 얻을 수 있음이 확인되었다.

피사체의 두께 변화의 선예도 차이는 가능한 피사체

두께를 작게 하여 산란선 발생을 줄임으로서 선예도가 좋은 영상이 나타남을 알 수 있었다.

CR시스템의 영상판을 이용한 의료 영상획득은 외부 방사선 등 자연 환경의 영향이 많으므로 좋은 화질의 영상을 얻기 위하여 영상판의 보관장소 및 발광 시간의 응답 특성과 잠상퇴행 현상을 인지함과 동시에 효과적인 정도관리와 화질 향상을 위하여 지속적으로 노력해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kim YI, Gwun DM, Kim SS, Kim SG, Kim HG, Kim HT, Park YS, Park, IY, Sin YS, Yang HJ, Oh HJ, Yoo BG, Yoo JS, Lee GS, Lee DG, Lee MG, Lee HM, Imm CH, Imm HY, Jang YI, Hong CG. Analog & Digital · PACS Medical Image Informatics, 6th ed. Seoul;Daihaks Publishing Company, 2008:329-398.
2. Kim ST, Han BH. Evaluation of the Patient Dose in Case of Standard Radiographic Examination Using CR and DR. Journal of Radiological Science and Technology 2010;33:173-178.
3. Cowen AR, Workman A, Price JS. Physical aspects of photostimulable phosphor computed radiography. Br. J. Radial. 1993;66(784):332-345.
4. Kim CB. The MTF Measurement of the Convention X-ray System by using the Computed Radiography. Journal of Radiological Science and Technology 2005;28:111-115.
5. Huang HK. Toward the Digital Radiology Department. European journal of radiology 1996;22:165.
6. Don W, Peter DB. Diagnostics for Digital Capture Using MTF. New York; Eastman kodak company rochester, 2002.
7. Alcon EPQ, Lopes RT. Slot Scintillation Detector Modeling for Digital Radiology. Radiation physics and chemistry 2001;61:411-414.
8. 의료영상정보연구회. Medical Image Informatics, 2th ed. Chung-Gu Publishing, 2010:201-212.

Evaluating Picture Quality of Image Plates in Digital CR Systems

Byung Joon Kwak* and Tae Jeong Ji†

*Department of Radiological Technology, Choonhae College of Health Science,

†Department of Radiological Science, Kaya University

Abstract - Lab effectively supplemented the effects of outside radiation on image plates in the process of image acquisition of CR (computed radiography) systems and conducted for effective utilization in the case of clinical application. For this, Lab classified the storage places and time periods of image plates and compared and analyzed the differences between small dark spots. Lab also assessed the concentration distribution within the boundaries of images. Lab compared and measured the number of dark spots in a light room and a dark room depending on the storage places of image plates and found that dark spots slightly increased in an image plate when stored in a light room on the first and second days. Dark spots increased in proportion to the length of time stored. In the case of the image plate stored in a dark room, the number of dark spots remarkably decreased. With regard to picture quality as related to the location of image plates, the damage to picture quality could be reduced by locating regions of interest in the center. With regard to differences in sharpness following changes in the thickness of subjects, fewer scatter rays occurred and sharpness improved by reducing the thickness of subjects as much as possible. To get medical images of excellent quality, image plates should be managed effectively and it is desirable to keep images plates in dark iron plate boxes and not to expose them to outside radiation for a long time.

Keywords : Black spot count, Computed radiography, Image plate, Quality