

흉추 측면검사 영상의 CNR과 SNR 측정의 비교 연구

- Comparison Study on CNR and SNR of Thoracic Spine Lateral Radiography -

삼성서울병원 영상의학과 · 신구대학교 방사선과¹⁾ · 고려대학교 방사선학과²⁾ · 백석문화대학교³⁾ · 인천성모병원 방사선종양학과⁴⁾ · 부천순천향대학교병원 방사선종양학과⁵⁾ · 동국대학교일산병원 영상의학과⁶⁾ · 강동경희대학교병원 영상의학과⁷⁾

김기원 · 민정환¹⁾ · 유광열¹⁾ · 김정민²⁾ · 정회원³⁾ · 이주아⁴⁾ · 정재홍⁵⁾ · 성동찬⁶⁾ · 박순철⁷⁾

— 국문초록 —

흉추 측면검사에서의 T-spine breathing technique을 실제 임상에서 사용되고 있는 4가지 검출기인 computer radiography (CR), charge coupled device (CCD), indirect digital radiography (IDR)와 direct digital radiography (DDR)을 사용하여 임상 유용성을 넓히고자 하였다. 화질 평가는 흉추 측면검사의 평가요소 중 5곳 (극돌기, 추궁근, 추체, 추간공, 추간)을 Image J 프로그램을 이용하여 관심영역을 정하고 신호 평균값과 표준편차를 구하여 대조도 잡음비와 신호 대 잡음비를 측정하여 비교하였다. 실험결과 4가지 검출기에서 T-spine breathing technique에서 극돌기, 추궁근, 추체, 추간공, 추간의 5곳 구조에서 우수하게 나타났다. 기존의 T-spine exhalation technique에 비해 T-spine breathing technique으로 촬영한 영상은 우수한 화질을 제공하므로 추후 심호기가 어려운 고령환자들에게 유용한 방법이라 사료된다. 그리고 4가지 검출기에서 contrast to noise ratio (CNR)와 signal to noise ratio (SNR) 같은 정량적인 수치를 제시함으로써 T-spine breathing technique의 적용 가능성을 나타내었다.

중심 단어: 대조도 대 잡음비, 신호 대 잡음비

I. 서 론

방사선 영상 진단 영역은 computed radiography (CR) 시스템과 digital radiography (DR) 시스템의 개발 이후 높은 수준으로 성장하였다¹⁻⁴⁾. 방사선 영상 진단 영역의 발전과 더불어 영상 화질 평가, 즉 noise에 대한 관심도 높아졌으며, 질 높은 영상과 정확한 진단을 위한 필수적인 요소로 자리 잡았다. 영상의 noise는 영상신호에서의

불확정성 또는 부정확성을 의미하며 크게 영상정보를 구성하는 광자수에 기인한 잡음과 영상신호처리 회로에 의한 잡음으로 구분된다. 따라서 전자는 영상정보를 구성하는 광자수가 적을 때 그 불확정성의 정도가 증가하는 반면 광자수가 증가하면 영상신호로서의 검출될 확률이 높아져 영상신호에 대한 잡음이 감소한다⁵⁾. 그러므로 영상 진단 영역에 있어서 화질평가는 중요한 요소이며, noise에 대한 중요성이 대두 되고 있는 것이 현실이다.

Noise의 정량적인 평가 방법으로는 잡음특성(noise power spectrum, 이하 NPS), 대조도 잡음비(Contrast to Noise Ratio, 이하 CNR)와 신호 대 잡음비(Signal Noise Ratio, 이하 SNR)등이 있다. 본 논문에서는 CNR과 SNR에 대한 정량적 평가에 의한 흉추의 측면 방사선 영상에서 전위와 추체 높이 등을 비교해서 구조물들을 알 수 있기 때문이며, 정확한 진단과 치료를 위한 질적 향상

* 접수일(2013년 11월 1일), 1차 심사일(2013년 11월 8일), 2차 심사일(2013년 12월 2일), 확정일(2013년 12월 12일)

교신저자: 민정환, (462-743) 경기도 성남시 중원구 광명로 377
신구대학교 방사선과
Tel : 031-740-1361
E-mail : pmpmpm@daum.net

의 영상은 필수적이다. 따라서 CNR과 SNR에 대한 정량적 평가를 하는 것에 대한 관심도가 높아지고 있는 추세이다⁶⁾. 그리고 영상학적 측면의 흉추는 늑골과 폐야의 농도, 견관절, 쇄골 음영, 심장 음영 등이 겹쳐서 명확한 영상을 얻기 어려운 제한점이 있어 저자들은 화질 개선을 하려 하였으나 만족스러운 결과를 도출하기에는 부족함이 많았다⁷⁾. 따라서 흉추촬영의 척추는 추체, 추궁근, 추간공, 추간관절 등 다양한 입체적 구조물로 이루어져 서로 공유하는 부위이기 때문에 촬영 조건의 설정이나 대조도 형성이 쉽지 않아 영상 판독에 어려움을 겪는 영역이다. 이에 따라 다른 저자들은 digital 영상에서의 noise의 정량적 측정 방법과 kernel을 이용한 noise의 감소 방법을 연구하였으며⁸⁻¹⁰⁾, DR 시스템에서의 영상 평가와 잡음 특성등을 평가하였다¹¹⁻¹⁴⁾. 또 다른 저자들은 T-Spine lateral 촬영에서 (T-spine breathing technique, 이하 TBT)와 (T-spine exhalation technique, 이하 TET)의 획득한 영상에서 객관적인 정량적 평가를 위해 CNR과 SNR을 비교함으로써 보다 진단적 가치가 높은 흉추검사법을 제시하고 유용성을 입증하였다¹⁵⁾. 그리고 임상에서는 병원 업무 특성상 CR system과 DR system을 함께 사용하는 추세이고, 기존 논문에서와 달리 디텍터에 따라서 정량적인 평가가 논의 되어야 한다고 보고 있다. 이런 이유 때문에 CR과 DR system을 동일한 조건으로 측정하여 noise 특성을 평가하는 것은 중요하다고 사료된다. 본 연구의 목적은 기존의 CR system, charge coupled device system (CCD), indirect digital radiography (IDR) system과 direct digital radiography (DDR) system의 TBT, TET 영상에서 CNR, SNR을 정량적으로 비교함으로써 임상 적용 가능성을 기반으로 연구 하려고 한다.

II. 실험 방법

2-1. 영상의 획득

촬영자를 좌측면 선 자세 (left true lateral erect position)로 위치시킨 다음, 환자의 팔과 척추의 겹침 방지 및 안정적 자세 유지를 위해 wall bucky에 부착되어 있는 붕을 가법계 잡게 하였다. 촬영 시 움직임에 의한 영상의 흐림을 방지하기 위하여 다리를 어깨 너비만큼 벌리게 하고, 어깨를 촬영대에 밀착시켜 최대한 척추가 움직이지 않도록 유지하였다. 검사 방법은 동일한 촬영자를 대상으로 자연스럽게 호흡하면서 촬영하는 TBT방법과 TET방법을 병행하였다¹⁵⁾.

검사장비는 Kodak CR plus system, CCD type IDR (VS500), 평판형 검출기가 장착된 IDR unit (discovery XR 650, GE healthcare)를 사용하였으며, DDR type unit (sonialvision safire 17, shimadzu Japan)등을 사용하였다. 노출조건은 두 기법 모두 90kV, 40mAs로 동일 노출량을 설정하였다. 노출량은 동일하지만, 관전류량 (mAs) 측면에서 TET는 90kV, 320mA, 0.125sec를 사용한 반면, TBT는 low mA, long time의 90kV, 20mA, 2sec를 사용한 차이점이 있다⁶⁾.

2-2. 영상의 화질 평가

검출기 별로 기존의 TET로 촬영한 영상과 TBT로 촬영한 영상을 대상으로 CNR과 SNR을 측정하여 비교하였다. Figure 1.과 같이 T-Spine lateral 뒤의 하단에 ROI $0.3 \times 0.3 \text{ cm}^2$ 의 region of interest (ROI)를 선정하여 측정된 값을 백그라운드 표준편차로 정하였다. 또한 CNR과 SNR을 측정하기 위해 $0.3 \times 0.3 \text{ cm}^2$ 로 ROI를 지정하였다. 위 관련된 사항은 Table 1에 표현하였다.

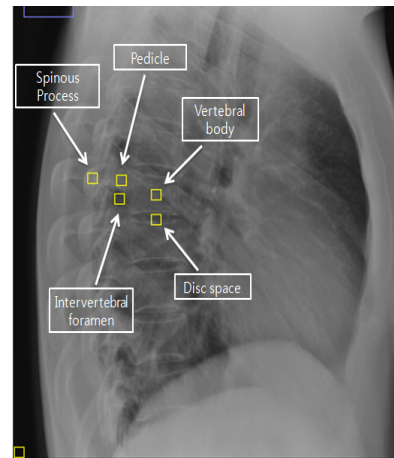


Figure 1. CNR and SNR measurements of evaluation point in T-spine lateral image

Table 1. Pixel size and number of pixel for image receptor

Image Receptor	Pixel Size	ROI ($0.3 \times 0.3 \text{ cm}^2$) (Pixel Number)
CR plus - Kodak, USA	160 μm	19 \times 19
VS500 - Medien, Korea	150 μm	20 \times 20
Discovery XR 650 - GE healthcare, USA	200 μm	15 \times 15
Sonialvision safire 17 - Shimadzu, Japan	150 μm	20 \times 20

2-3. CNR 측정

두 검사기법인 TET와 TBT 기법을 사용하여 흉추 측면 검사에 대한 각 4가지의 검출기 별로 얻은 영상을 이용하여 극돌기, 추궁근, 추체, 추간공, 추간을 'Image J' 프로그램을 이용하여 Figure 1.과 같이 관심영역 (region of interest, 이하 ROI)으로 정하였다⁷⁾. ROI의 화소 (pixel) 신호 강도의 평균값과 표준편차를 측정한 후, ROI를 제외한 백그라운드의 신호강도 평균값과 표준편차를 구하여 다음과 같은 식(1)을 사용하여 CNR을 측정하였다. ROI의 화소 (pixel) 신호 강도의 평균값과 표준편차를 각각 측정하고, 백그라운드의 신호강도 평균값에서 ROI를 제외한 값을 측정한 후 백그라운드의 신호강도 표준편차를 구하여 ROI를 포함한 표준편차를 더한 다음 전체적으로 나누어 준다^{15,16)}.

$$CNR = \left| \frac{(Background SI_{Avg} - ROI SI_{Avg})}{\sqrt{Background SD^2 + ROI SD^2}} \right| \quad \text{식(1)}$$

2-4. SNR 측정

두 검사기법인 TET와 TBT 기법을 사용하여 각 4가지의 검출기 별로 얻은 영상을 이용하여 이전 CNR 측정과 동일하게 Figure 1.과 같이 'Image J' 프로그램을 이용하여 ROI의 신호강도의 평균과 표준편차를 측정한 후, ROI를 제외한 백그라운드의 신호강도 평균과 표준편차를 구하여 다음과 같은 식(2)를 사용해 SNR을 측정하였다¹⁵⁾.

$$SNR = (Background SI_{Avg} - ROI SI_{Avg}) / ROI SD \quad \text{식(2)}$$

III. 결과

CR 검출기를 이용한 TBT, TET촬영방법의 CNR, SNR 측정 결과는 Table 2와 같다. 설정한 5가지의 모든 ROI에서 TBT영상이 TET영상보다 높은 CNR, SNR 값을 보여주었다. 극돌기에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 6.54, 6.13으로 TBT가 6.60% 높은 수치를 보였으며 SNR에서도 6.54, 6.13으로 TBT가 6.60% 높은 수치를 보였다. 추궁근에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 9.25, 8.82로 TBT가 4.86% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 9.25, 8.84로 TBT가 4.66% 높은 수치를 보였

다. 추체에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 8.96, 8.16로 TBT가 9.70% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 8.96, 8.20로 TBT가 9.23% 높은 수치를 보였다. 추간공에서는 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 5.07, 4.74로 TBT가 6.94% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 5.07, 4.75로 TBT가 6.67% 높은 수치를 보였다. 추간의 경우 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 7.07, 6.70로 TBT가 5.53% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 7.07, 6.72로 TBT가 5.23% 높은 수치를 보였다.

Table 2. Results of CR detector on TBT and TET image

Classification	Method	CNR	SNR
spinous process	TBT	6.54	6.54
	TET	6.13	6.13
pedicle	TBT	9.25	9.25
	TET	8.82	8.84
vertebral body	TBT	8.96	8.96
	TET	8.16	8.20
intervertebral foramen	TBT	5.07	5.07
	TET	4.74	4.75
disc space	TBT	7.07	7.07
	TET	6.70	6.72

Table 3. Results of CCD detector on TBT and TET image

Classification	Method	CNR	SNR
spinous process	TBT	15.61	20.23
	TET	14.37	19.90
pedicle	TBT	11.00	14.07
	TET	9.46	11.30
vertebral body	TBT	7.13	8.31
	TET	6.61	7.68
intervertebral foramen	TBT	7.07	9.00
	TET	6.28	7.85
disc space	TBT	7.29	8.96
	TET	5.63	7.12

CCD 검출기를 이용한 TBT, TET촬영방법의 CNR, SNR 측정 결과는 Table 3과 같다. 설정한 5가지의 모든

ROI에서 TBT영상이 TET영상보다 높은 CNR, SNR 값을 보여주었다. 극돌기에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 15.61, 14.37로 TBT가 8.63% 높은 수치를 보였으며 SNR에서도 20.23, 19.90으로 TBT가 1.66% 높은 수치를 보였다. 추궁근에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 11.00, 9.46로 TBT가 16.33% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 14.07, 11.30로 TBT가 24.49% 높은 수치를 보였다. 추체에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 7.13, 6.61로 TBT가 7.93% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 8.31, 7.68로 TBT가 8.13% 높은 수치를 보였다. 추간공에서는 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 7.07, 6.28로 TBT가 12.54% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 9.00, 7.85로 TBT가 14.75% 높은 수치를 보였다. 추간의 경우 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 7.29, 5.63로 TBT가 29.53% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 8.96, 7.12로 TBT가 25.90% 높은 수치를 보였다.

IDR 검출기를 이용한 TBT, TET촬영방법의 CNR, SNR 측정 결과는 Table 4와 같다. 설정한 5가지의 모든 ROI에서 TBT영상이 TET영상보다 높은 CNR, SNR 값을 보여주었다. 극돌기에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 6.27, 5.75로 TBT가 9.07% 높은 수치를 보였으며 SNR에서도 11.26, 6.62으로 TBT가 70.17% 높은 수치를 보였다. 추궁근에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 5.90, 5.82로 TBT가 1.44% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 7.37, 6.32로 TBT가 16.64% 높은 수치를 보였다. 추체에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 5.74, 5.65로 TBT가 1.70% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 7.72, 6.03로 TBT가 28.05% 높은 수치를 보였다. 추간공에서는 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 2.17, 2.02로 TBT가 7.07% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 5.23, 2.26로 TBT가 131.03% 높은 수치를 보였다. 추간의 경우 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 4.02, 3.32로 TBT가 21.34% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 8.23, 4.28로 TBT가 92.14% 높은 수치를 보였다.

DDR 검출기를 이용한 TBT, TET촬영방법의 CNR, SNR 측정 결과는 Table 5와 같다. 설정한 5가지의 모든 ROI에서 TBT영상이 TET영상보다 높은 CNR, SNR 값을 보여주었다. 극돌기에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 9.92, 9.07로 TBT가 9.45% 높은 수치를 보였으며 SNR에서도 10.00, 9.10으로 TBT가 9.94% 높은 수치를 보였다. 추궁근에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 7.25, 6.67로 TBT가 8.63% 높은 수치를 보였

으며 SNR에서는 7.43, 6.75로 TBT가 10.07% 높은 수치를 보였다. 추체에서 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서는 7.88, 7.06로 TBT가 11.68% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 8.54, 7.31로 TBT가 16.84% 높은 수치를 보였다. 추간공에서는 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 5.44, 5.31로 TBT가 2.43% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 6.13, 5.42로 TBT가 13.00% 높은 수치를 보였다. 추간의 경우 TBT와 TET 영상의 비교 결과 CNR에서 4.91, 4.62로 TBT가 6.19% 높은 수치를 보였으며 SNR에서는 5.29, 4.70로 TBT가 12.56% 높은 수치를 보였다. 그리고 Figure 2-5와 같이 4가지 검출기에 대한 CNR, SNR 값을 표현하였다.

Table 4. Results of IDR detector on TBT and TET image

Classification	Method	CNR	SNR
spinous process	TBT	6.27	11.26
	TET	5.75	6.62
pedicle	TBT	5.90	7.37
	TET	5.82	6.32
vertebral body	TBT	5.74	7.72
	TET	5.65	6.03
intervertebral foramen	TBT	2.17	5.23
	TET	2.02	2.26
disc space	TBT	4.02	8.23
	TET	3.32	4.28

Table 5. Results of DDR detector on TBT and TET image

Classification	Method	CNR	SNR
spinous process	TBT	9.92	10.00
	TET	9.07	9.10
pedicle	TBT	7.25	7.43
	TET	6.67	6.75
vertebral body	TBT	7.88	8.54
	TET	7.06	7.31
intervertebral foramen	TBT	5.44	6.13
	TET	5.31	5.42
disc space	TBT	4.91	5.29
	TET	4.62	4.70

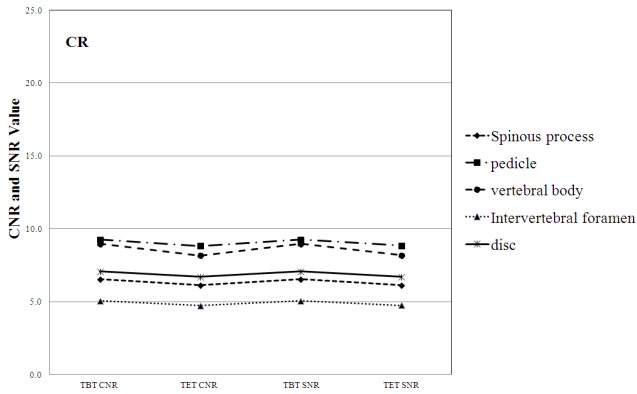


Figure 2. CNR and SNR value about CR detector

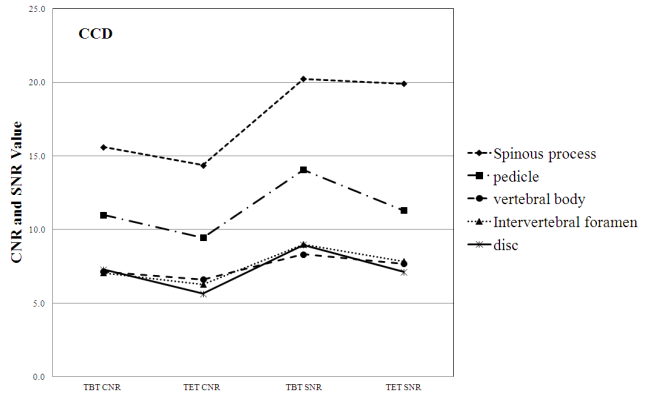


Figure 3. CNR and SNR value about CCD detector

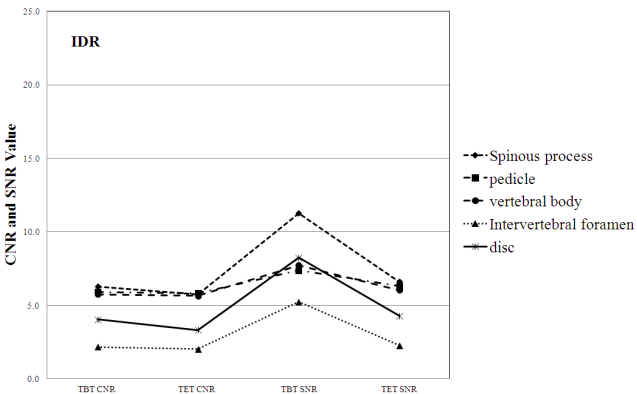


Figure 4. CNR and SNR value about IDR detector

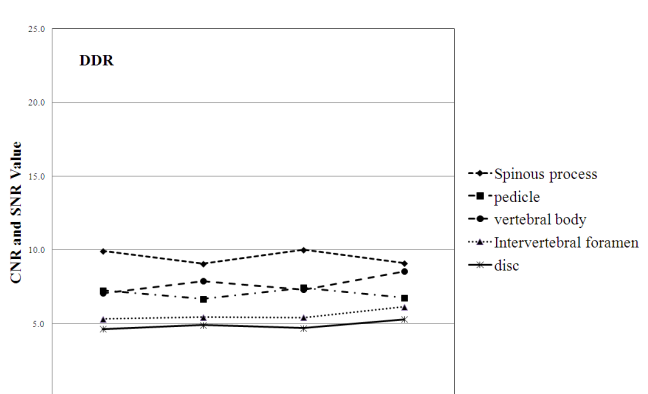


Figure 5. CNR and SNR value about DDR detector

IV. 고찰 및 결론

본 연구는 4가지 타입의 검출기에서 T-spine lateral 검사에 TBT, TET를 적용하여 CNR, SNR을 측정하여 임상 유용성을 제시하였다. 실험 결과 4가지 검출기 모두 TET영상보다 TBT 영상에서 우수한 CNR값과 SNR값을 나타냈다. 그리고 4가지 검출기에서 T-spine breathing technique에서 극돌기, 추궁근, 추체, 추간공, 추간의 5곳 구조에서 우수하게 나타났다. 이는 기존의 TET 에 비해 TBT 으로 촬영한 영상은 화질을 향상 시킨다. 또한, 4가지 검출기에서 CNR과 SNR 같은 정상적인 수치를 제시함으로써 T-spine breathing technique의 적용 가능성을 나타내었다.

기존의 연구에서 Andy C는 CR system은 척추촬영에서 화질 저하가 최대의 단점으로 지적하였으며¹⁷⁾ 이는 CR noise 특성에 기인하며 noise 들은 low pass filter

특성을 가진 image processing에 의해서 보정을 하고 있으나 여전히 영상 내에는 noise가 존재함을 알 수 있다⁸⁾. 따라서 영상 내에 존재하는 noise는 여전히 산란선에 의해 발생되거나 빛에 노출시킨 후 재사용하는 과정에서 발생하는 휘진성 형광체 잠상에 때문이며, 이는 반복 사용에 대한 번거로움과 완전 소거의 한계가 있다는 점이다. 그리고 또 다른 연구에서는 평균에 대한 표준편차를 이용해서 CNR과 SNR의 값을 정량적을 표현했기 때문에 다소 특정한 극돌기에서는 차이가 있으리라 사료되며, 전체적인 CNR과 SNR의 값이 크게 차이가 있는 이유는 실험방법에서 오차가 있을 것으로 생각한다. 따라서 포함하는 픽셀의 개수에 따라, 또는 53명에 대한 전체적인 ROI를 대상으로 전체적인 평균에 대한 표준편차를 이용 한 것이 아니기 때문이라 사료된다¹⁵⁾.

CCD 타입은 IDR 타입과 유사하게 CCD칩이 디텍터 배열을 형성한다. 넓은 영역의 방사선 영상을 얻기 위하여 CCD 배열에 획득된 영상을 축소하기 때문에 광학렌즈를

사용하게 되고 이는 SNR의 저하를 야기시킨다¹⁸⁾. 이 또한 열에 의한 SNR 저하에 기인한 것이며, 왜곡에 의한 영상 화질에 대한 보정이 이루어져야 한다는 이유도 있겠다.

DDR 검출기는 비정질 셀레늄 등의 광전도체를 이용하여 입사하는 엑스레이를 직접 전기신호로 변환하는 방식을 사용한다. 하지만 상용화되어 사용되고 있는 비정질 셀레늄의 낮은 x-ray 양자효율과 잡음 앨리어싱 (noise aliasing) 문제가 여전히 존재한다¹⁹⁾. 또한, 입사된 엑스레이와 반응하여 가시광선 파장대의 빛을 발생시키는 방식을 사용하는 IDR 검출기의 경우 섬광체로 사용되는 CsI:TI, Gd₂O₂S:Tb등이 상대적으로 높은 원자번호와 밀도를 가지고 있기 때문에 상대적으로 적은 앨리어싱이 존재함을 알 수 있다²⁰⁾. 이는 Gd₂O₂S 같은 과립 형광 물질 혹은 CsI같은 구조를 지향하는 형광 물질로부터 만들어지는 원리를 가진 간접 검출 방식이기 때문에 검출 방식에 따라서 영상에 대한 화질의 차이는 있을 수 있다는 이야기다. IP cover plate와 interaction을 해서 fast electron을 생성하고, 생성된 fast electron은 다시 scintillator에서 interaction을 하여 energy를 전달하고, 전달된 에너지가 빛으로 변환, vidicon 또는 photodiode array로 변환된 빛을 측정하여 x-ray image를 획득하는 시스템 흐름을 보면 어느 정도의 화질에 대한 영향을 줄 것이라는 것은 이미 예측된 결과이다. 결론적으로 발생원리에 따라서 검출기들간의 차이가 있으며, 방법에 따라서 정량적인 평가에 대한 이야기는 할 수 있지만 이들 검출기의 좋고 나쁘다는 것은 말 할 수 없다는 것이다.

내용을 종합해 보면, 본 연구에서 동일한 촬영 조건, 실험 대상 등으로 실험하여 동등한 조건에서의 평가를 제시하였지만, 각 검출기간의 매트릭스 배열과, 영상 변환 방식, 표현되는 비트수 차이점의 한계가 존재한다. 또한, 각각의 디텍터에 대한 장 단점의 한계가 있다는 것이며, 정량적 평가를 위해서 CNR과 SNR이 필요한 것은 사실이다. 다만 정량적 평가를 하기위하여 기준이 되어야할 촬영 조건을 들 수 있다. 적은양의 촬영조건으로 좋은 CNR과 SNR을 평가하는 것이 최적의 방법이긴 하나 여기서 시사하는 바는 대부분 특정영역에서의 정량값을 찾는 데 의의를 두는 것이며, 다소간의 차이는 있으나 각각의 검출기에서 T-spine lateral 검사 시 CNR과 SNR과 같은 정량적인 수치를 제시함으로써 신뢰성과 진단적 가치를 높였다. 또한 심호기 검사가 어려운 고령의 환자나 신체적으로 검사 수행이 어려운 환자들에게 유용한 검사방법을 제안하였으며, 마지막으로 DR 검출기뿐만 아니라 실제 임상에서 사용되고 있는 검출기에서의 적용 가능성을 객관적으로

정량적인 수치값을 제시하여 우수성을 입증하였다는 데에 학술적 의미를 부여할 수 있다.

참고문헌

1. Doi K: Diagnostic imaging over the last 50 years: research and development in medical imaging science and technology. *Phys Med Biol*, 51(13), R5-R27, 2006
2. Sang-Tae Kim, Beom-Hui Han : Evaluation of the patient dose in case of standard radiographic examinations using CR and DR. *Journal of Radiological Science and Technology*. 33(3), 173-178, 2010
3. Ho-Kyung Kim : Sensor technology for digital radiography : *Journal of the Korean society of precision engineering*, 22(8), 7-16, 2005
4. Cowen AR, Workman A and Price JS: Physical aspects of photostimulable phosphor computed radiography. *Br. J. Radial*, 66(784), 332-345, 1993
5. Jung-Min Kim, Jung-Whan Min, Hoi-Woun Jeong et al :The Noise Evaluation for Ragius 150 CR System, *Journal of Radiological Science and Technology*, 29(4), 237-240, 2006
6. Fuller MJ: Breathing Exposure Techniques in Radiography, Lateral chest X-ray Digital Double-Dipping, Soft Tissue Signs-Thoracic Spine. *wikiRadiography*
7. Kang SS, Ko SG and Ko IH: TEXTBOOK of Radiographic Positioning and Clinical Diagnosis. Chung-Ku publishing Co, 225-250, 2008
8. Jung-Whan Min, Jung-Min Kim, Hoi-Woun Jeong : Mixed Noise reduction Filters for CR Images. *Journal of Radiological Science and Technology*, 30(1), 1-6, 2007
9. Jung-Whan Min, Jung-Min Kim, Hoi-Woun Jeong et al : Research about filter association and clinical effect noise reduction of digital medical imaging system. *Journal of Radiological Science and Technology*, 30(4), 329-334, 2007
10. Hoi-Woun Jeong, Jung-Whan Min, Jung-Min Kim et al : Performance characteristic of a Cs I (TI) Flat panel detector radiography system. *Journal of Radiological Science and Technology*, 35(2), 109-117, 2012

11. Hye-Suk Park, Yu-Na Oh, Hee-Jeong Jo et al: Comparison study of image quality of direct and indirect conversion digital mammography system, Korean Journal of Medical Physics, 21(3), 239-245, 2010
12. Ho-Kyung Kim, Min-Kook Cho, Thorsten Graeve: Investigation of radiation effects on the signal and noise characteristics in digital radiography. Korean Society of Medical and Biological Engineering, 28(6), 756-767, 2007
13. Samei E and Flynn MJ: An experimental comparison of detector performance for direct and indirect digital radiography systems. Med. Phys, 30(4), 608-622, 2003
14. Samei E and Flynn MJ: Physical measure of image quality in photostimulable phosphor radiographic system. Proc SPIE, 3032, 328-338, 1997
15. Jung-Whan Min, Soon-Yong Son, Ki-Won Kim et al: Evaluation of quantitative on T-spine exhalation technique and T-spine breathing technique of natural breathing. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 14(9), 4429-4436, 2013
16. Guan Huaiqun, Richard Gordon and Yunping Zhu: Combining various projection access schemes with the algebraic reconstruction technique for low-contrast detection in computed tomography. Phys Med Biol, Aug;43(8):2413-21, 1998
17. Andy C: Modified Lateral Thoracic Spine Technique, Imaging Vertebral Body Wedge Fractures, Aluminium Filter Techniques in Radiography. wikiRadiography
18. Jin-Woo Choi, Won-Jin Yi: Physical principles of digital radiographic imaging system. Korean academy of oral and maxillofacial radiology, 40(4), 155-158, 2010
19. Rowlands JA, Ji WG, Zhao W and Lee DLY: Direct conversion flat-panel x-ray imaging: Reduction of noise by presampling filtration. Proc SPIE, 3977, 446-455, 2000
20. Yun SM, Lim CH and Han JC, et al: Signal and noise analysis of indirect-conversion digital radiography detectors using linear-systems transfer theory. Korean J Med Phys, 21(3), 261-273, 2010

• Abstract

Comparison Study on CNR and SNR of Thoracic Spine Lateral Radiography

Ki-Won Kim · Jung-Whan Min¹⁾ · Kwang-Yeul Lyu¹⁾ · Jung-Min Kim²⁾ ·
Hoi-Woun Jeong³⁾ · Joo-Ah Lee⁴⁾ · Jae-Hong Jung⁵⁾ · Dong-Chan Sung⁶⁾ · Soon-Cheol Park⁷⁾

Department of Radiology, Samsung Medical Center

¹⁾*Department of Radiology, Shin-Gu University*

²⁾*Korea University, College of Health Science, Department of Radiological Science*

³⁾*Beakseok Culture University, Department of Radiological Science*

⁴⁾*Department of Oncology, Catholic University of Korea Incheon St.Mary,s Hospital*

⁵⁾*Department of Oncology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital*

⁶⁾*Department of Radiology, Dong-Guk University Medical Center*

⁷⁾*Department of Radiology, Kang-Dong Kyung-Hee University Medical Center*

This study was proven for the T-spine breathing technique in lateral projection, using computer radiography (CR), charge coupled device (CCD), indirect digital radiography (IDR) and direct digital radiography (DDR). All images were evaluated and compared with CNR and SNR measured with the mean pixels and the standard deviation as setting ROI of spinous process, pedicle, vertebral body, intervertebral foramen and intervertebral disk using Image J. In experiment results of 4 type detectors, T-spine breathing technique was indicated as excellent in ROI of spinous process, pedicle, vertebral body, intervertebral foramen and intervertebral disk. As T-spine breathing technique indicated excellent images compared to the existing T-spine lateral radiography, this method would be useful for elderly patients who have difficulty in deep exhalation. This study was indicated the application possibility of T-spine breathing technique by presenting contrast to noise ratio (CNR) and signal to noise ratio (SNR) with quantitative value in 4 type detectors.

Key Words : contrast to noise ratio (CNR), signal to noise ratio (SNR)