

Contrast-Detail Phantom을 이용한 CR에서 Image Plate의 사용 횟수에 따른 Contrast-Detail Curve의 변화

이승철, 박장흠, 김재동, 박창현
아산재단 서울아산병원 방사선팀

Abstract

Purpose

Image plate (IP) is substituted for film in computed radiography. This study is to investigate into a variation of contrast and detail by the number used of image plate in computed radiography.

Materials and Methods

A Contrast-Detail(CD)-RAD 2.0 phantom(Nijmegen hospital, The Netherlands) was used for this study. The computed radiography(CR) CD-RAD phantom images were acquired at 40 kVp, 160 mA, 1.6 mAs, and small focus with the Shimadzu general radiography UD-150B-10 system and Fuji FCR 5000 image process system with speed of 200. The IP used including once, 5000 times, and 10000 times also was used. The numerical value of image quality figures (IQF) was produced by CD-RAD analyser(the program is installed in the directory), and then contrast-detail curve was drawn.

Results

In this study, the value of IQF was 3.53 in IP used once, 3.40 in 5000 times, and 3.22 in 10000 times.

Conclusions

There was a variation of contrast-detail curve by the number used of IP with contrast-detail phantom in computed radiography. Therefore, it is necessary that the IP with lower IQF and a shift of contrast-detail curve to the lower left part is used.

I. 서론

1895년 처음으로 X-ray 발견이후 지난 100년 동안 의학영상분야는 필름이라는 매체에 의존하여 왔으며, 이는 필름의 현상, 보관, 이송 등에 따르는 각종 경제적, 시간적인 요소를 필요로 하여 왔다. 하지만 최근 디지털 처리기술의 발달로 인해 의학영상분야는 필름을 대신하는 디지털 매체의 사용이 증가하는 추세이며 기존의 필름촬영방식이 단일 매체로 영상의 획득 및 표시기능을 모두 담당했던 것과는 달리 디지털 X-ray 영상 진단기기는 영상의 획득기능과 표시기능이 분리되고 획득된 영상데이터는 디지털화 되어 저장되어진다는 점이 가장 큰 차이라고 할 수 있다.

진단방사선의 기본인 방사선사진 영상은 영상이 지니고 있는 모든 정보를 최대한 영상에 포함 하여야 한다. R.E.Wayrynen은 방사선 사진영상의 가장 중요한 진단학적 자시성(Visibility)을 영상의 명세성(Image clarity)이라고 정의 하였다.¹

의료 영상의 명세성(Image clarity)은 방사선 영상이 진단학적으로 얼마만큼 표현하느냐에 따르며 대조도(Contrast)와 영상의 질(Quality)에 의해서 결정된다. 현대의 병원 의료장비는 시간이 흐를수록 첨단화, 고급화, 세밀화 되어가고 있다.

1983년에 Film/Screen방식의 Analog영상에서 Digital 영상을 획득 할 수 있는 디지털 시스템인 CR(Computed Radiography)은 기존의 Film/Screen방식의 Analog영상

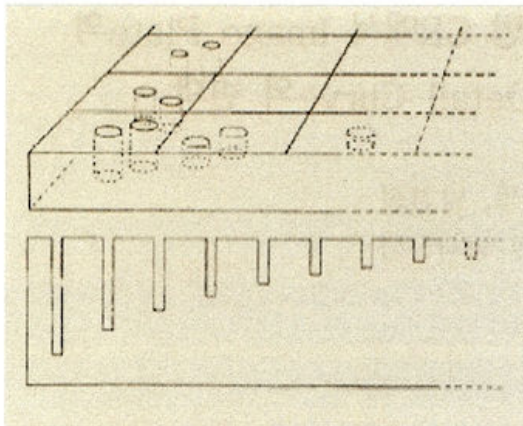


Fig. 1. Schematic diagram and section through of the holes the phantom at a row of one diameter

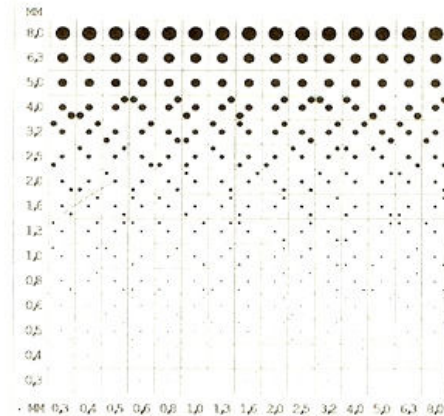


Fig. 2. Schematic representation of the CD-RAD phantom

대신 회전성 형광체인 영상판(Image Plate)에 직접 X-선을 조사한 후 축적된 잠상에 레이저 빔을 주사하여 영상 신호를 획득하는 디지털 방사선 촬영법의 한 종류로 최초로 개발 되었다. Analog 영상에서는 Film에 영상이 지니고 있는 모든 정보를 최대한 이들 영상에 포함하였는데 Digital 영상에서는 회전성 형광체인 영상판(Image plate)에서 모든 정보를 최대한 이들 영상에 포함한다. 본 연구는 회전성 형광체인 영상판(Image plate)의 사용 횟수에 따른 대조도와 선예도에 대한 변화를 알아보고자 한다.

II. 연구 재료

1. CD-RAD phantom

본 논문은 최근에 개발된 Quality Assurance in Radiology section Clinical Physics Department of Radiology University Hospital Nijmegen St. Radboud에서 제작된 Contrast-Detail Phantom으로서 Burgers phantom을 개조한 것이다^{6,7)}. CD-RAD phantom은 두께 10mm의 Plexiglass(265x265mm 사각형)로 구성된다. Plexiglass는 정확한 직경과 깊이(오차 허용도:0.03mm)의 원통형 구멍이 있다.

또한 줄무늬가 새겨져 있고, 납을 함유하는 페인트로 처리되었다. X-ray 영상은 15개의 가로 칸과 세로 칸으로 구성되어있고 225개의 정사각형을 보여준다. 각 정사

각형 안에는 구멍들이 영상에 나타나는 하나 또는 두 개의 점이 있다 처음 세 개의 가로 칸은 점 하나만 보여주고 다른 가로 칸들은 두 개의 동일한 점을 갖고 있다. 하나는 중앙에 그리고 하나는 무작위로 선택된 귀퉁이에 있어서 각 피사체(object)를 탐지 확인하게 된다. 열(row) 이내에서는 깊이가 기하급수적으로 증가하는데 구멍의 직경이 일정하며 행(column) 이내에서는 직경이 기하급수적으로 증가하는데 구멍의 깊이는 일정하다⁴⁻⁹⁾(Fig. 1, Table 1. 참조).

Table 1. Depth and Dimeter within the phantom

Column	Depth [mm]	Row	Diameter [mm]
1	0.3	1	0.3
2	0.4	2	0.4
3	0.5	3	0.5
4	0.6	4	0.6
5	0.8	5	0.8
6	1.0	6	1.0
7	1.3	7	1.3
8	1.6	8	1.6
9	2.0	9	2.0
10	2.5	10	2.5
11	3.2	11	3.2
12	4.0	12	4.0
13	5.0	13	5.0
14	6.3	14	6.3
15	8.0	15	8.0

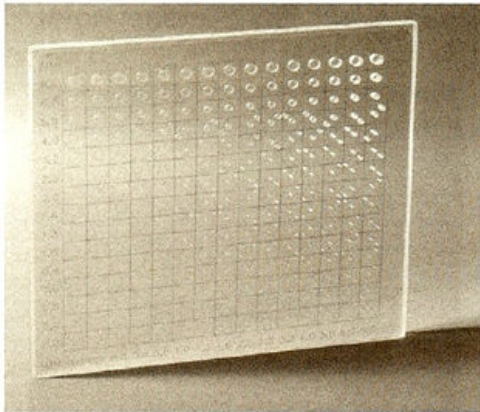


Fig. 3. Contrast-Detail(CD) RAD phantom

III. 측정 방법

1. 측정방법

영상을 촬영하는 방법은 CD-RAD phantom의 line pattern이 X-ray tube 쪽으로 보여 지도록 위치시킨다.

- 1) Bucky와 source의 거리는 100cm을 유지한다.
- 2) 조리개를 이용하여 촬영 범위를 phantom만이 보이도록 한다.
- 3) Phantom의 위치는 직경 8mm가 있는 피사체들이 영상의 상부에 오도록 한다.
- 4) Phantom의 중간 부분은 X-ray 방사선원(source)아래에 둔다.
- 5) 프로그램의 정확한 작업을 위하여 phantom은 ± 5 도 이상 회전되지 않도록 한다.

2. 대상 장비

FCR 5000system 영상처리 장비와 SHIMADZU General Radiography system UD-150B-10 장치를 대상으로 하였고 40kVp 160mA 1.6mAs 소초점을 이용하여 촬영하였다

IV. 결과

1. Image Plate 사용회수에 따른 Contrast-Detail Curve변화와 IQF Inv의 변화

1) 1회 사용한 영상판(Image Plate)

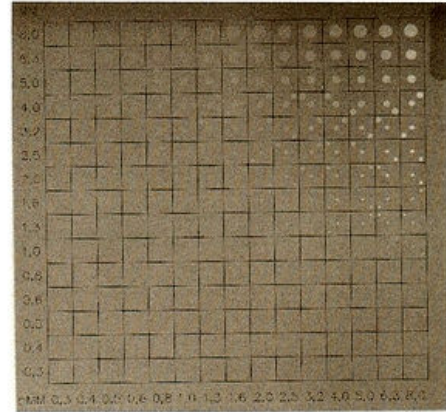


Fig. 4. 1회 사용한 영상판 CR image

① 1회 사용한 영상판(Image Plate)의 Contrast-Detail Curve

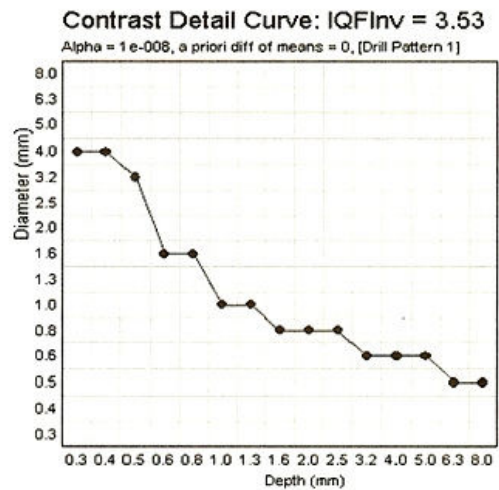


Fig. 5. 1회사용 Image Plate의 CR image Contrast Detail Curve

② IQF값과 IQFinv값

$$\begin{aligned}
 IQF &= \sum_{i=1}^{i=15} C_i(\text{Depth}) \cdot D_i(\text{Diameter}) \\
 &= 0.3 \times 4.0 + 0.4 \times 4.0 + \dots + 6.3 \times 0.5 + 8.0 \times 0.5 = 28.32 \\
 IQFinv &= 100/IQF = 3.53
 \end{aligned}$$

2) 5,000회 사용한 영상판(Image Plate)

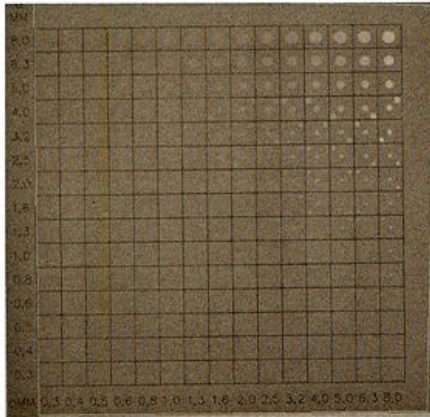


Fig. 6. 5,000회 사용한 영상판 CR image

① 5,000회 사용한 영상판(Image Plate)의 Contrast-Detail Curve

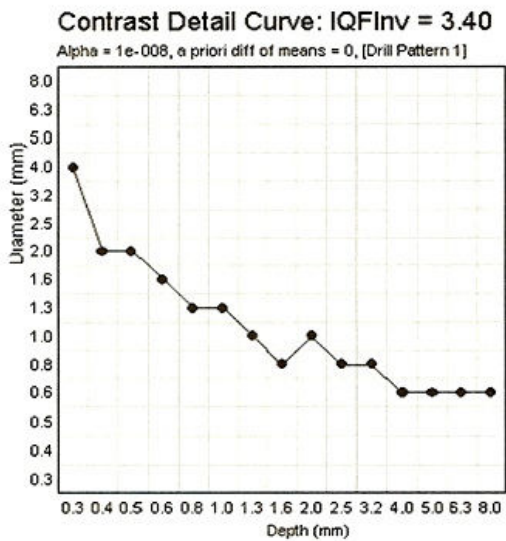


Fig. 7. 5,000회사용 Image Plate의 CR image Contrast-Detail Curve

② IQF 값과 IQFinv 값

$$\begin{aligned}
 IQF &= \sum_{i=1}^{i=15} C_i(\text{Depth}) \cdot D_i(\text{Diameter}) \\
 &= 0.3 \times 4.0 + 0.4 \times 2.0 + \dots + 6.3 \times 0.6 + 8.0 \times 0.6 = 29.41 \\
 IQFinv &= 100/IQF = 3.40
 \end{aligned}$$

3) 10,000회 사용한 영상판(Image Plate)

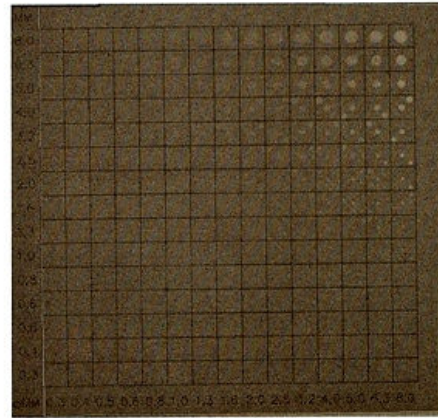


Fig. 8. 10,000회 사용한 영상판 CR image

① 10,000회 사용한 영상판(Image Plate)의 Contrast-Detail curve

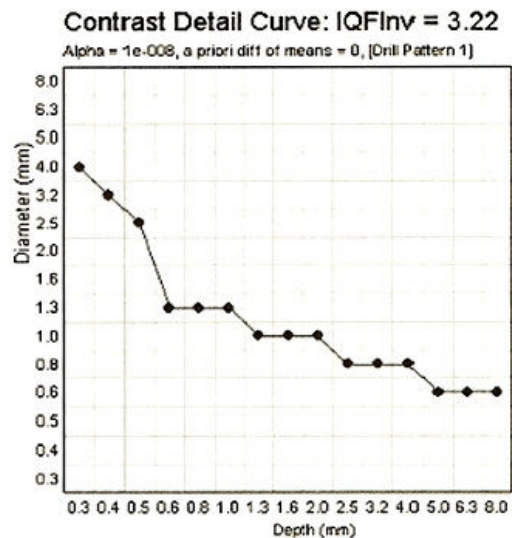


Fig. 9. 10,000회사용 Image Plate의 CR image Contrast-Detail curve

② IQF 값과 IQFinv 값

$$\begin{aligned}
 IQF &= \sum_{i=1}^{i=15} C_i(\text{Depth}) \cdot D_i(\text{Diameter}) \\
 &= 0.3 \times 4.0 + 0.4 \times 3.2 + \dots + 6.3 \times 0.6 + 8.0 \times 0.6 = 31.05 \\
 IQFinv &= 100/IQF = 3.22
 \end{aligned}$$

프로그램에서 얻은 Computed Radiography에서 사용하는 Image Plate를 1회 사용한 IQFinv값은 3.53이고 5000회를 사용한 영상판의 IQFinv 값은 3.40이었다. 10000회를 사용한 영상판의 IQFinv은 3.22로 측정되었다. 따라서 IP의 사용 횟수에 따른 Contrast-Detail curve와 IQF(Image Quality Figure)에 대하여 변화가 있으며 다는 것을 알 수 있었다.

V. 고찰

최초에 Computed Radiography(CR)의 개발은 1983년 발매한 Fuji(FCR-101)시스템이며 그 후 계속 개발되고 있고, 최근에는 고화질 모니터의 출현과 의료기관에서 발생하는 대량의 영상 데이터를 효과적으로 획득, 저장 그리고 검색할 수 있고 영상 파일을 언제나 필요한 시기와 장소에 고속으로 전송할 수 있는 Network기술이 등장하였다. 또한 기능적인 측면에서 CR은 고화질의 영상 데이터를 효과적으로 획득하여 디지털화 하느냐에 따라 앞으로의 디지털화 시스템의 방향이 결정 될 것으로 판단된다. CR은 영상의 질, 감도, 처리 능력, 그리고 경비 등에서 기존의 필름 증감지 촬영법에 비해 동일하거나 그 이상의 효율성을 갖고 있으며 기존의 X-선 촬영 장치와 촬영기술을 사용 할 수 있어 흥부를 비롯한 일반촬영 및 투시조영 촬영 분야에서 많이 대체 되고 있다. CR 시스템은 X-선 촬영 장치와 검출기의 역할을 하는 영상판을 이용 한다.

Fig. 10은 IP판의 구조를 표현한다.

X-선 영상의 검출은 영상 판을 통하여 이루어지며 영상 판의 구성은 고분자재료의 지지체 위에 할로겐화 물

질의 결정을 도포한 0.5mm내지는 1mm두께의 얇고 유연한 판이다.

영상 판은 그림에서 보듯이 보호층, 형광체층, 지지체, 후면 보호층, 그리고 바코드 표지로 구성되어 있다. 보호층은 전면부와 후면부에 위치하여 영상의 불안정을 야기할 수 있는 작업장 내에서의 취급 및 운반시 형광층을 보호 하며 온도와 습도의 변화에 수축되거나 늘어나는 현상을 방지하는 역할을 한다. 형광체 층은 BaFX :Eu ++라는 고분자 무기 화합물의 미립자가 분산되어 지지체 상에 고밀도로 충전 도포 되어 있으며 표준형 영상 판에서 약 150마이크로미터의 두께를 갖는다. 지지체는 외부의 힘과 충격으로부터 형광체 층을 보호하며 기계적인 압력에 대한 신축성을 갖고 있다. 이러한 특성을 갖는 영상 판의 구비조건으로는 633nm의 레이저 빔에 감도가 높아야 하며, 레이저에 의한 2차 자극을 받았을 때 광증배관의 양자 효율이 높은 300~500nm범위의 빛을 발생 시켜야 한다. 방사선 영상에서 영상의 모든 정보를 완전 하다시피 파악을 하여야 하고 기술적인 측면에서 환자가 가지고 있는 정보를 최대한으로 이들 영상에 포함을 시켜야한다. 영상의 명세성(Image clarity)은 방사선 영상이 진단적으로 얼마만큼 중요한 정보를 표현하는 가에 따르며 대조도(Contrast)와 영상의 질(Image quality)에 의해 결정된다.

현재 방사선 영상이 아날로그영상 즉, 필름에서 디지털 영상으로 변화 하는 시점에서 CR(Computed Radiography)에서 사용하는 IP(Image Plate)는 X-선 영상을 검출해 내는 IP는 고분자 재료의 지지체를 사용 하는 시점에서 IP(Image Plate)의 사용 횟수의 변화에 따른 대조도(Contrast)와 영상의 질(Image quality)에 대해서 궁

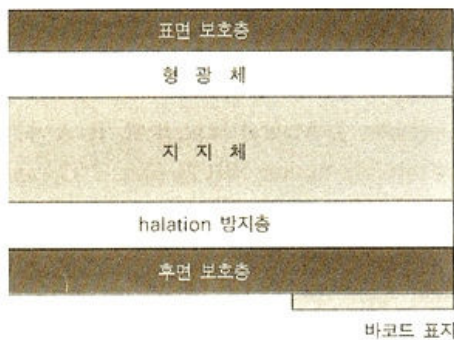


Fig. 10. IP(Image Plate)구조

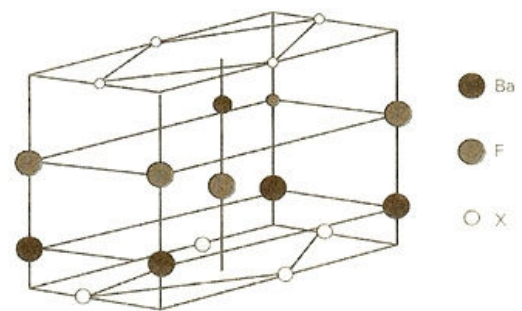


Fig. 11. BaFx (x= Br, Cl, I) 화합물

급하지 않을 수 없었다. 따라서 본 논문은 네델란드 니메겐 대학 병원 방사선과 품질관리 프로젝트 팀에서 고안한 CD-RAD phantom은 Burgers phantom을 개작한 것으로써 Contrast(대조)-Detail(상세)곡선을 으로 표시할 수 있다. 또한 Contrast-Detail phantom에서 Depth은 Contrast를 의미하고 Diameter는 Spatial resolution을 의미하며 Image quality를 정량적, 시각적 평가가 가능하다. CD RAD phantom에서 수행되는 IQF(Image Quality Figure)값은 Contrast와 Spatial resolution의 합을 나타낸 것으로써 IQF값으로 관찰자, 저장모드, 그리드 비율, 초점 등 여러 가지 technical factor를 포함한 영상의 모든 면을 포함하고 디지털 장비를 비교하고 정량적 분석을 할 수 있다.

영상 품질의 양을 표시하는 IQF에서 C는 contrast를 의미하고 D는 spatial resolution을 의미하며 다음과 같이 표현한다.

$$IQF = \sum_{i=1}^{i=15} C_i \cdot D_i, \quad IQF_{inv} = 1 / IQF$$

현재 방사선 영상이 아날로그 영상에서 디지털 영상으로 변환하는 시점에 있다. 하지만 디지털 영상의 표준화 부재로 인해 방치되고 있다.

본 논문에서는 IP의 사용 횟수에 따른 디지털 영상의 대조도와 명세성 비교평가를 함으로써 영상의 Image quality를 개선하고 평가기준을 제시하고 향상시켜 영상에서 많은 정보를 얻을 수 있도록 하며 디지털 영상의 질을 향상시키는데 목적이 있다.

VI. 결론

Contrast-Detail RAD Phantom을 이용하여 Image Plate의 사용 횟수에 따른 각각의 Contrast-Detail Curve과 Contrast 와 Spatial resolution의 합을 나타내는 IQF 값이 변화가 있음을 알았고 Image quality도 변화한다고 할 수 있다. 그러므로 CD-RAD phantom사용하여 Image Plate를 평가하고 점검하여 IQF값이 작고 Contrast-Detail Curve가 Lower left로 가는 Image Plate를 사용하여 Image quality가 좋은 영상에서 많은 정보를 얻음으로서 영상의 질을 향상시키고 임상에서 요구되는 진료 영상의 수준을 보다 객관적이고 체계적인 방법으로 유지할 수 있고 디지털 영상을 통해 진료에 필요한 많은 정보를 얻어 낼 수 있다.

참고 문헌

1. 김건중 외 6명, 방사선 영상 진단 방사선원리 대학서림, p.239
2. 권덕문 외 7명, 의료영상의 평가 의료영상 정보학, 대학서림, 1996:p.140-142.
3. 김영일 외 19명, 의료영상의 평가 의료영상 정보학, 대학서림, 2002:p.163.188
4. Charles A. Kelsey, Ph. D ROC and Contrast Detail Image Evaluation Tests Compared, Radiology 1985; 154:p.629-631
5. Hakan Geijer 외 3인, Image quality vs radiation dose for a flat-panel amorphous silicon detector:a phantom study, physics, Eur. Radiol.(2001)11:p.1704-1709
6. Fischbach, T.Freund, M.Pech An assessment of contrast and detail visualization Acta Radiologica 44(2003):p.616-621
7. Siegfried Peer 외 5명 Resolution requirements for monitor viewing of digital flat-panel detector radiographs: a contrast detail anlysis Eur Radiol (2003)13:p.413-417
8. Thijssen,M. A. O,Bijkerk, K,R van der Burght, R,J,M, Manual Contrast Detail Phantom CD RAD type 2.0 Project Quality Assurance in Radiology, Section Clinical, Department of Radiology,University Hospital Nijmegen, St.Radbound: p.1-15
9. Burger, G. C. E. Phantom Tests with X-rays, Philips Technical Review, Vol.11(10)1950:p.291-298
10. Thijssen, M. A. O, Thijssen, H. O. M, Merx, J. L, van Woensel, M. P. L. M: Quality analysis of DSA equipment: Neuroradiology Springer-Verlag (1988)30:p.561-568.
11. Thijssen, M .A .O, Thijssen, H.O. M, Merx, J .L J. L .Lindeijer, J, M and Bijkerk.K, R A definition of image quality figure. BIR Report 20:Optimization of Image Quality and Patient Exposure in Diagnostic Radiology ,London,1989
12. Manual Contrast Detail Analyser Artinis Medical Systems B.V. Version 1.0 April 2004: p.1-8
13. niversity Hospital Nijmegen,St.Radbound Project Quality Assurance in

14. Radiology Section Clinical Physics Department of Radiology Manual contrast Detail Phantom CDRAD type 2.0:p.2-15
15. CD RAD Contrast Detail Digital and Conventional Radiography Phantom Mode 107-652, Diagnostic Imaging
16. 이승철, Contrast-Detail Phantom을 이용한 디지털 영상의 분석, 고려대학교, p 6-35
19. 민정환, 필터 합성을 이용한 CR System영상의 복합 잡음 제거에 관한 연구, 고려대학교, p. 3-7