

투고일 : 2014. 02. 03

심사일 : 2014. 02. 04

게재확정일 : 2014. 02. 24

파노라마방사선영상의 화질관리

서울대학교 치의학대학원 구강악안면방사선학교실
이 삼 선

ABSTRACT

Image quality evaluation for panoramic radiography

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University
Sam-Sun Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

The quality assurance program of a panoramic radiography has been discussed in two ways: phantom image tests and clinical image quality assurance tests. Methods and standards of each of the test are presented, which efforts guarantee a proper quality of image, improve standard of dental care and decrease radiation exposure.

Key words : Radiography, Panoramic; Quality Assurance

Corresponding Author

Prof. Sam-Sun Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Seoul National University, 101, Deahak-ro, Jongno-gu, Seoul, Korea

Tel : 82-2-2072-3978, Fax : 82-2-744-3919, E-mail : raylee@snu.ac.kr

I. 서론

화질관리는 진단학적 가치가 있는 진단영상을 지속적으로 만들어내기 위한 관리를 말한다.

진단을 위한 방사선촬영의 성공 여부는 좋은 영상을 만들어 정확한 판독을 하는데 달려 있으므로 화질관리의 필요성이 대두되게 된다. 1980년대 초부터 미국의 FDA에서는 유방촬영술 시행기관을 대상으

로 정기적인 화질평가를 하여 그 결과에 근거한 인증제도를 실시하게 되며 우리나라에서는 2001년도부터 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙이 제정, 공포되어 일부 영상검사에 대한 체계화된 정도관리가능해졌다.

정도관리란 장비와 연관된 문제점들이 임상영상에 해로운 영향을 미치지 전에 장비의 성능검사 및 영상의 화질평가를 통해 문제점을 교정함으로써, 적합한 영상

화질을 유지하고 획득하는 것을 의미한다¹⁾. 1999년 대한방사선의학회에서 방사선과 진료 표준집 발간을 시작으로 이후 다양한 의료 방사선영상에 대해 정도관리 및 화질 실태조사에 관한 연구가 있었으며²⁻¹³⁾ 2003년 1월 '특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙'이 공포되어 자기공명영상촬영장치, 전산화단층촬영장치, 유방촬영용장치에 대한 임상 영상 검사가 법제화되었다. 이들 정도관리는 한국의료영상품질관리원에서 시행되고 있으며, 이 중 일반촬영과 가장 유사한 유방촬영용 장치에 대한 검사항목은 인력검사, 정도관리 기록검사, 팬텀영상검사, 임상영상검사로 나누어 기준이 제시되고 있다¹⁴⁾.

파노라마방사선검사는 단층촬영의 원리와 스캐닝의 원리가 혼합된 복잡한 원리를 이용한 검사방법으로서 검사 장비 자체의 원리에 의해서 형성되는 오류 및 뿐만 아니라 악골의 위치, 환자의 자세, pre and post-processing 으로 인한 오류 등으로 자칫 진단학적 가치를 잃은 영상을 얻기 쉬운데 그런 상황을 인지하지 못하고 진단을 내리게 되면 오진을 할 수 있으므로 꾸준한 정도관리가 필요하다. 정도관리를 효과적으로 수행하기 위해선 공인된 검사 방법과 기본적인 실행 기준이 있어야 하며 따라서 표준촬영 가이드라인들이 마련되고 있다⁵⁾. 2009년 식약청 주관으로 치과에서의 진단 영상 검사에 대한 평가 가이드라인에 대한 연구에서 파노라마방사선영상에 대한 화질평가가 평가표에 의해 이루어졌으며⁶⁾ 2012년에 우리나라 전국의 치과의원들을 대상으로 화질을 평가하여 그 현황을 파악하는 연구가 시행되어 'Clinical image quality evaluation for panoramic radiography in Korean dental clinics'라는 제목으로 발표된 바 있다⁷⁾.

이 글에서는 파노라마방사선영상의 화질관리에 대한 연구를 팬텀영상검사와 임상영상검사로 나누어 정리해 보고자 한다.

II. 본론

1. 팬텀영상검사

팬텀영상검사는 정확한 화질관리를 위해 객관화된 팬텀을 이용하여 장비의 성능을 평가하는 것이다.

일반적으로 팬텀영상검사는 line pair phantom과 contrast resolution phantom을 이용하여 시행되고 있다. 이러한 방법은 각 치과 병원에서 방사선안전관리 책임자인 치과의사가 MTF(modulation transfer function), NPS(noise power spectrum), DQE(detective quantum efficiency)와 같은 fundamental imaging metrics의 측정을 시행하기 어려움을 고려하여 임상에서 보다 용이하게 사용할 수 있도록 고안된 것이다.

1) 팬텀영상검사의 기준

파노라마방사선장비의 발달로 인하여 보다 적은 방사선 노출로 보다 높은 진단능을 보이는 영상을 획득하기 위하여 2009년 독일의 국가표준규격원(the Deutsches Institut für Normung)은 line pair의 기준값을 그 이전보다 상향 조정된 2.5 lp/mm로 제시하였다⁸⁾. 이러한 기준값은 지속적으로 상향 조정되고 있다.

우리나라에서는 2013년 악골의 형태를 재현한 말굽 모양의 body에 line pair test 팬텀을 위치시킬 slit이 전치부, 소구치부, 대구치부, 악관절부 네 부위에 형성된 팬텀 거치대를 디자인하여 적절한 임상화질을 얻을 수 있는 reference line pair 값을 제시하였다⁹⁾. 구체적으로 얻어진 결과를 소개하면 영상의 화질을 좋은 영상, 보통 영상, 나쁘지만 판독 가능한 영상, 판독 불가능한 영상으로 나누고 보통영상 이상의 화질을 얻기 위한 reference line pair 값은 위치별로, 전치부, 3.19 lp/mm; 소구치부, 2.32 lp/mm; 대구치부와 TMJ부는 1.88 lp/mm 이었다.

2) 팬텀영상검사의 예

가. 파노라마방사선검사의 팬텀영상검사용 팬텀거치대를 Fig 1과 같이 파노라마방사선장비에 장착하고 Fig 2의 해상도팬텀을 슬릿에 끼운다.

나. International Standard(IEC)의 권고에 따라 Fig 3과 같이 X선 소스에는 0.8mm의 구리판을 부착하여 두개골에 의한 감쇄를 재현하고, 팬텀 전방에는 6mm의 알루미늄판을 부착하여 연조직에 의한 감쇄

를 재현한다²⁰⁾.

다. 파노라마방사선영상을 촬영하여 Fig 4와 같이 획득된 영상에서 line pair값을 읽는다.

2. 임상영상검사

1) 임상화질평가의 기준

1999년 British Dental Journal에 실린 Rush



Fig 1. Phantom holder and phantom stand. (Left) The holder positions test phantom that is sliced in 6 mm in width. (Center) Phantom stand. Slits are formed in order to align the center of incisor, right premolar, left molar and right condylar region with the center of the test phantom in the holder. (Right) The image that the phantom stand is positioned for image taking by digital panoramic radiography unit. A test phantom was inserted into left molar slit of the phantom stand by using the holder, and then the phantom stand was connected to tripod.(cited from Choi DH, The image quality assurance in digital panoramic radiographs by using the evaluation table and the phantom stand PhD. thesis, Seoul National University 2012.24)

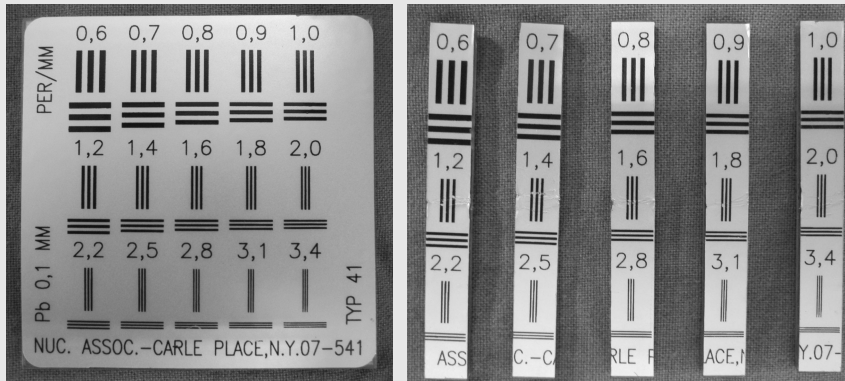


Fig 2. Chosen spatial resolution test phantom. (Left) Nuclear Associates model high precision X-ray test pattern 07-541 (Carle Place, N.Y.) (Right) The test phantom that is laser cut into 5 pieces to make width of each piece to be 6 mm. Laser Cutting was chosen for minimize the possible damage by Mechanical cutting at the 0.1 mm thickness Pb foil which is inside of test phantom.(cited from Choi DH, The image quality assurance in digital panoramic radiographs by using the evaluation table and the phantom stand PhD. thesis, Seoul National University 2012.24)



Fig 3. Reproduction of the attenuation of by skull and soft tissue. (Left) 0.8mm copper plate used for reproduction of the attenuation by skull. (Center) 6mm Aluminium plate used for reproduction of attenuation by soft tissue. (Right) The image of attached 0.8mm copper plate to the X-ray source and 6mm aluminium plate in front of test phantom for image taking. (cited from Choi DH, The image quality assurance in digital panoramic radiographs by using the evaluation table and the phantom stand PhD. thesis, Seoul National University 2012.24

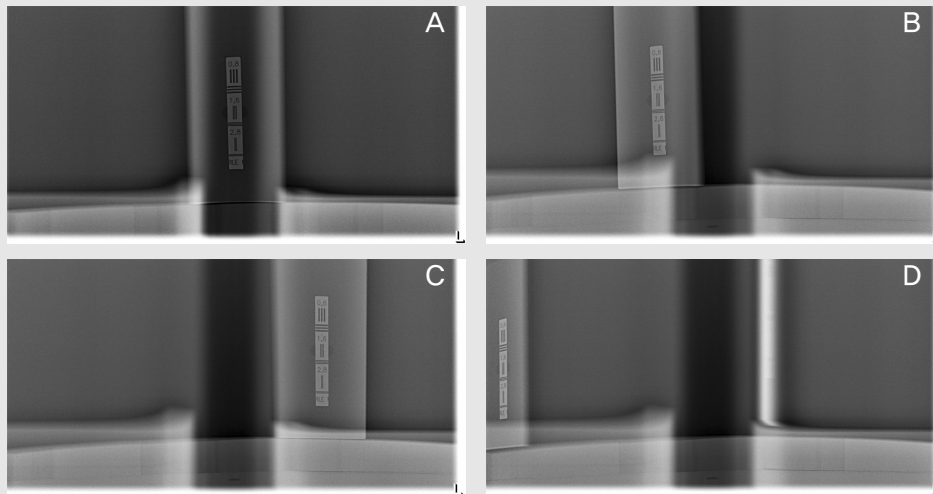


Fig 4. Line pair test phantom images. The digital panoramic images that was taken at the position of incisor(A), right premolar(B), left molar(C) and right condylar regions(D) after moving line pair test phantom by using the holder. (cited from Choi DH, The image quality assurance in digital panoramic radiographs by using the evaluation table and the phantom stand PhD. thesis, Seoul National University 2012.24)

ton 등²¹⁾의 연구에서는 일반 치과의원 41곳에서 총 1,813장의 파노라마영상을 수집하여 화질을 평가하는 연구를 시행하였다. 기술적 결함과 processing 결함에 관한 세부항목을 정하여 오류를 평가하였고 최종적으로 'excellent', 'diagnostically acceptable', 또는 'unacceptable' 영상으로 구분하여 전

문가가 평가하였다. 그 결과 'excellent' 영상으로 평가된 것은 전체의 0.8% 이었으며, 'diagnostically acceptable' 영상으로 평가된 것은 전체의 66.2%였고 'unacceptable' 영상이 전체의 33%였다.

2012년 최 등의²²⁾ 발표에 의하면 우리나라 임상영상검사의 수준은 영상평가표에 의한 점수가 100점 만

점에서 35점에서 98점 사이였으며 평균 79.7 점이었다. 전공자 3인에 의해 평가된 영상의 전반적 화질등급 분류에서는 ‘optimal for obtaining diagnosis information’ (좋은)영상이 17개, ‘adequate for diagnosis’ (보통)영상이 153개, ‘poor, but diagnosable’ (나쁘지만 진단 가능한)영상이 107개, ‘unrecognizable, too poor for diagnosis’ (진단 불가능한)영상이 9개 이었다. 전체 영상의 약 57.2%(170개)가 ‘optimal for obtaining diagnosis information’ 이거나 ‘adequate for diagnosis’ (좋은 영상이거나 보통의 영상)의 질을 나타냈다.

Rushton 등²¹⁾의 연구에서는 파노라마방사선영상의 화질 수준을 ‘diagnostically acceptable’한 영상이 90% 이상이 되게끔 목표를 설정하는 것으로 결론짓고 있었으며 우리나라 연구에서는 보통 이상의 영상의 질을 갖도록 하고 진단 불가능한 영상의 오류를 파악하는 것이 권고의 목적이다.

2) 파노라마방사선상 오류의 원인

최 등의 연구에서²²⁾ ‘나쁘지만 진단 가능한’으로 평가받은 영상들의 원인을 살펴보면 자세불량으로 좌우측 대조도가 달랐던 경우, 구치부는 상이 명확하게 나타났으나 전치부가 아예 판독이 불가능 했던 경우, 너무 까맣거나 너무 하얀 영상, 심한 대조도로 치아 부위는 판독이 가능하나 하악골 하연이나 연조직 상의 burn out이 매우 심했던 경우들이 있었다. 전체 영상에서 오류의 원인을 추정하여 분석한 결과는 환자 자세잡기나 환자의 움직임, 경추 각도의 오류 등의 positioning 오류가 139개, 비정상적인 흑화도와 대조도 및 해상도 등 영상처리 (processing) 오류가 각각 135개이었으며, 방사선 촬영기 및 기계적 오류는 50개이었다. 해부학적 이상으로 발생한 오류는 13개이었다. ‘보통’의 화질로 평가된 그룹에서는 촬영 시 오류가 가장 많았고, 그 다음이 processing error, 방사선 촬영기 기계적

오류, 해부학적 이상으로 인한 오류 순서였다. 반면 ‘나쁘지만 진단 가능한’ 영상 그룹에선 pre-processing error가 positioning error 보다 더 많았다. 이 중 ‘진단 불가능한’ 영상으로 평가된 9개의 영상의 오류의 원인을 따로 분석해 보면 환자 positioning 오류만 단독으로 있었던 경우가 4건, 나머지 다섯 건은 방사선촬영기의 기계적 오류 및 processing 오류가 함께 나타났다. 촬영 시 오류인 경우는 환자의 자세잡기가 정상에서 심하게 벗어난 경우가 대부분이었으며, 기계적 오류와 processing 오류가 함께 나타난 경우는 불규칙한 롤러속도로 인한 영상의 불균질성과 노출정도 이상과, 영상이 너무 까맣거나 너무 하얀 흑화도 이상이 함께 나타난 경우였다.

3) 임상영상평가표

우리나라에서 그동안 연구되었던 임상영상의 화질 평가표는 2012년 최 등²²⁾의 보고서에 의한 임상영상 화질평가표와 2009년 식약청 보고서¹⁵⁾에 의한 파노라마영상 화질 평가표가 있었으며 이 두가지 평가표를 기반으로 각각의 평가항목과 전문가의 화질평가 등급 간의 상관성을 분석하여 객관적이며 정확하게 평가할 수 있도록 개발 발전된 평가표가 있다²³⁾. 이 평가표의 항목은 검사표지 6항목(12점), 인공음영 2항목(4점), 포함범위 1항목(6점), 환자위치 및 움직임 5항목(22점), 방사선영상의 흑화도, 해상도, 선예도 및 대조도 10항목(46점), 전문가의 전반적 화질평가(10점)로 구성된다(Table 1, 한글번역본).

임상영상평가는 모든 정도관리 과정을 반영하는 결과물이기 때문에 실제적이고 종합적인 평가가 가능한 가장 중요한 검사이다. 이는 영상 하나로 다른 장치나 촬영 시의 문제점들을 역으로 유추해 낼 수 있다는 의미이기도 하며, 현재 정도관리 항목에는 없지만 영상에는 중요한 영향을 미칠 수 있는 부분들을 발견해 낼 수 있다는 의미이기도 하다. 그만큼 영상의 정확한 임상평가는 다른 평가법에 비해 그 가치가 큰데 궁극적

Table 1. 임상영상평가표²³⁾

평가항목		yes	no	
1. 일반 검사표지	좌우 방향표시	2	0	
	촬영일시	2	0	
	환자 성명	2	0	
	환자 성별	2	0	
	환자 나이	2	0	
	등록번호	2	0	
2. 인공음영	내부 또는 원인불명의 공음영 (얼룩, 흡집, 정전기, 검출기 이상등)이 없다.	2	0	
	외부에 의한 인공음영 (환자의 귀걸이, 가철성 보철물 등)이 없다.	2	0	
3. 포함범위	1. 측두하악관절	6	3/0	
	2. 하악각과 하악 하연			
	3. 안와 하연 : 1,2,3을 모두 만족/ 1,2,3 중 둘을 만족/1,2,3 중 하나 이하 만족			
4. 환자 자세 및 움직임	상층 내 악골의 위치 적정성	4	2/0	
	:악골이 상층에 적절히 위치/상층에서 벗어났으나 진단 가능함/상층에서 벗어나 진단 불가능			
	교합평면: 적절/평편/역V 또는 V	6	3/0	
	좌우 대칭성: 대칭/좌우 차이가 하악 제1대구치의 근원심 폭경의 1/2 미만/좌우 차이가 하악 제1대구치의 근원심 폭경의 1/2 이상	4	2/0	
	경추의 중첩으로 인한 전치부 영상의 흐림: 흐림이 없다/흐림이 있으나 진단 가능/진단 불가능	4	2/0	
	환자 움직임-해부학적 구조물의 연속성: 연속성이 있다/연속성 결여 부위가 2mm 미만이다/연속성 결여 부위가 2mm 이상이다.	4	2/0	
	5. 영상의 흑화도, 대조도, 선예도	상아법랑경계의 구분 가능성: 대부분 구분 가능하다/전체의 2/6부위에서 구분 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구분 가능하지 않다	6	3/0
		치조정 부위의 치조골의 관찰 정도: 선명하게 보인다/ 전체의 2/6 정도에서 선명하지 않다/전체의 4/6 부위에서 선명하지 않다	4	2/0
		치주인대강과 치조백선의 구분 가능성: 대부분 구분 가능하다/전체의 2/6부위에서 구분 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구분 가능하지 않다	4	2/0
		치근 형태의 정확성: 선명하게 보인다/전체의 2/6 정도에서 선명하지 않다/전체의 4/6 부위에서 선명하지 않다	4	2/0
금속 주위 음영: 이차 우식과 구별 가능/전체의 2/6부위에서 구별 가능하지 않다/전체의 4/6 부위에서 구별 가능하지 않다		4	2/0	
해면골 골소주의 관찰: 전체 골소주가 잘 보인다/전체의 2/6부위에서 잘 관찰되지 않는다/전체의 4/6 부위에서 잘 관찰되지 않는다		4	2/0	
영상의 전반적 대조도: 적절/일부 부적절/전체적으로 부적절		6	3/0	
영상의 전반적 흑화도: 균일/일부 불균일/전체적으로 불균일		6	3/0	
영상의 전반적 선예도 또는 해상도: 선명/일부 흐림/대부분 선명하지 않음		6	3/0	
노이즈: 존재하지 않음/존재함		2	0	
6.전반적 영상 화질 등급	좋은/보통/나쁘지만 진단 가능/진단 불가능	10	8/6/0	
총점		100		

으로 그 영상이 병소를 진단하기에 얼마나 적절한 영상인가를 판단하는 것이기 때문이다.

Ⅲ. 결론

파노라마방사선영상의 화질관리를 위해서 팬텀영상 평가와 임상화질평가를 위한 구체적인 방법과 참고치

가 마련되었다. 저자는 파노라마방사선영상의 화질 수준을 보통 영상 이상의 화질을 보이는 line pair와 임상영상평가점수를 권고하여 파노라마방사선영상의 정도관리 체계 마련을 위한 기초를 제시하고자 하였다. 권고치는 꾸준한 연구를 통해 지속적으로 수정 보완되어야 할 것이다. 이러한 노력은 궁극적으로 영상 검사의 질 확보, 의료 수준의 향상, 방사선 피폭 감소 등의 긍정적 결과를 가져올 것이다.

참 고 문 헌

1. 최준일. 영상의학검사의 정도관리. 대한영상의학회지 2004;50:317-31.
2. 대한방사선의학회. 방사선과 진료표준집. 대한방사선의학회 1999.
3. 박석희. 단순촬영의 정도관리. 대한방사선의학회 2001.
4. 정수영. 유방촬영술 화질관리 지침. 대한방사선의학회 2001.
5. 김동익. MRI 부문 화질 관리. 대한방사선의학회 2001.
6. 성동욱. 단순촬영 검사의 정도관리. 대한방사선의학회 2002.
7. 정태섭. 자기공명전산화단층촬영장치(MRI)의 성능평가 기준개발. 식품의약품안전청 2002.
8. 최연현. 유방촬영용 X-선 장치의 성능평가 기준개발. 식품의약품안전청 2002.
9. 이경수. 전산화단층 X-선 촬영장치의 성능평가 기준개발. 식품의약품안전청 2002.
10. 도영수. 혈관조영 X선장치의 안전관리기준 개발. 식품의약품안전청 2003.
11. 양승오. X선 골밀도 측정기의 성능평가기준 개발. 식품의약품안전청 2003.
12. 손은주, 김은경, 고경희, 김영아, 오기근, 정선양 등. 유방촬영술 팬텀 영상의 실태분석. 대한방사선의학회지 2003;49:421-25.
13. 하현권. X-선 투시촬영술의 정도관리 지침서. 한국보건산업진흥원 2003.
14. 이성훈. 유방촬영술 정도관리를 위한 현장조사, 팬텀검사 및 임상영상 평가. 대한영상의학회지 2005;53:117-27.
15. 강신정. 소아일반영상의학검사의 표준촬영 가이드라인. 식품의약품 안전청 2013
16. 강희두. 치과 진단용 방사선 영상평가 검사기준에 관한 연구. 과제번호 09142방사선511 식품의약품안전평가원 2009.
17. Choi BR, Choi DH, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Choi SC, Bae KH, Lee SS. Clinical image quality evaluation for panoramic radiography in Korean dental clinics. Imaging Sci Dent. 2012 Sep;42(3):183-90.

참 고 문 헌

18. DIN German Institute for Standardization. DIN 6868-151. Image quality assurance in diagnostic X-ray departments - Part 151: acceptance testing of dental radiographic equipment accordance to R?V - Rules for the inspection of image quality after installation, maintenance and modification. Berlin: DIN Deutsches Institut f?r Normung e. V.; 2010.
19. Choi DH, Choi BR, Choi JW, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Choi SC, Lee SS. Reference line-pair values of panoramic radiographs using an arch-form phantom stand to assess clinical image quality. *Imaging Sci Dent.* 2013 Mar;43(1):7-15.
20. IEC(International Standard). Evaluation and routine testing in medical imaging departments. 2000; 61223-3-4.
21. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *Br Dent J* 1999; 186: 630-3.
22. Choi BR, Choi DH, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Choi SC, Bae KH, Lee SS. Clinical image quality evaluation for panoramic radiography in Korean dental clinics. *Imaging Sci Dent.* 2012 Sep;42(3)
23. Choi BR. Development of a new clinical image quality evaluation chart for panoramic radiography. PhD. thesis, Seoul National University 2013.
24. Choi DH, The image quality assurance in digital panoramic radiographs by using the evaluation table and the phantom stand PhD. thesis, Seoul National University 2012.