

# 핵의학 일반영상 검사업무 오류개선 활동에 따른 환자 만족도

김호성\*, 임인철\*\*, 박철우\*\*\*, 임종덕\*\*\*\*, 김순근\*\*\*\*\*, 이재승\*\*\*\*\*

서울아산병원 핵의학과\*, 동의대학교 방사학과\*\*, 동의과학대학 방사학과\*\*\*,  
모닝정형외과의원 영상의학과\*\*\*\*, 우석대학교병원 영상의학과\*\*\*\*\*, 선린의료원 방사선종양학과\*\*\*\*\*

## Reducing error rates in general nuclear medicine imaging to increase patient satisfaction

Hosung Kim\*, Inchul Im\*\*, Cheolwoo Park\*\*\*, Jongduek Lim\*\*\*\*, Sungeun Kim\*\*\*\*\*, Jaeseung Lee\*\*\*\*\*

*Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center\*,  
Department of Radiological Science, Dongeui University\*\*,  
Department of Radiological Technology, Dongeui Institute of Technology\*\*\*,  
Department of Radiology, Morning Orthopedic Surgery doctor's office\*\*\*\*,  
Department of Radiology, Woosuk University Oriental Medical Hospital\*\*\*\*\*,  
Department of Radiation Oncology, Good Samaritan Hospital\*\*\*\*\**

### 요 약

핵의학과에서 시행되는 일반 영상 검사는 수검자의 검사 접수로부터 의사의 판독까지의 과정 동안 오류가 발생된다. 이러한 오류는 최종단계인 의사 판독 시에 확인되어 재검사나 추가촬영, 결과의 재분석, 그리고 PACS 영상의 수정 등의 내용을 영상실 검사 담당자에게 지시한다. 이러한 과정을 거쳐 얻어진 결과는 검사에서부터 판독까지의 시간 지연을 초래하고 또한 추가검사가 발생할 경우 환자 만족도와 병원의 신뢰도가 하락하게 된다. 따라서 영상 검사의 접수부터 결과 확정까지 발생하는 오류를 개선하여 수검자들의 불만 감소에 따른 환자 만족도 증가와 근무자들의 업무 효율 증가를 목적으로 한다. 2008년 3월부터 12월까지 9개월간 서울아산병원 핵의학과 일반 영상 검사를 하는 수검자의 검사 오류를 분석하여 2009년 1월부터 12월까지 12개월간 1차 개선 활동으로 검사 절차서의 재 확립 및 검사 업무 기술서 작성, 2010년 1월부터 6월까지 6개월간 2차 개선 활동으로 Pre-filtering & Post-filtering, 2010년 7월부터 10월까지 3개월간 3차 개선 활동 Cross-Check와 스티커 제작 및 부착 실시 이후 검사 오류 건수를 수집하여 비교하였다. 연도별 오류 건 수는 92건에서 1차, 2차 개선 후 32건, 3차 개선 후 46건으로 나타났고, 검사자에 의한 오류는 전체 오류원인의 94.6%이던 것이 74.3%로 감소되었다. 핵의학 일반 영상 검사는 다양한 검사의 종류와 서로 다른 전처치 및 결과산출, 영상의 구성, PACS 전송 영상의 차이로 인하여 검사자의 실수가 발생할 가능성이 높기 때문에 이를 줄이기 위한 개선 활동이 지속되어야 하며 각 영상실 담당자들의 지속적인 Cross-Check와 판독실의 Confirm 과정을 통하여 개인별 편차를 줄여나가야 할 것이다.

중심어: 핵의학, 필터링, 교차비교

## Abstract

In the field of nuclear medicine, with regard to checking regular patients, from the moment they register up to the doctor's diagnosis, the person in charge of the checks can find errors in the diagnosis, reexamine, reanalyze the results or save images to PACS. Through this process, the results obtained from the readings are delayed due to checks and additional tests which occur in hospitals, causing patient satisfaction and affected reliability. Accordingly, the purpose is to include visual inspection of the results to minimize error, improve efficiency and increase patient satisfaction. Nuclear medicine and imaging tests from examines at Asan Medical Center, Seoul, from March 2008 to December 2008, were analyzed for errors. The first stage, from January 2009 to December 2009, established procedures and know-how. The second stage from January 2010 until June 2010 conducted Pre-and Post-filtering assessment, and the third stage from July 2010 until October 2010 consisted of cross-checks and attaching stickers and comparing error cases. Of 92 errors, the 1st, 2nd and 3rd stage had 32 cases, and there were 46 cases after the 4th stage, with the overall errors reduced by 74.3% from 94.6%. In the field of general nuclear medicine, where various kinds of checks are performed according to the patient's needs, analysis, image composition, differing images in PACS, etc, all have the potential for mistakes to be made. In order to decrease error rates, the image can continuously Cross-Check and Confirm diagnosis.

Key words: Nuclear medicine, filtering, cross check

## I. 서론

핵의학에서 시행되는 일반 영상 검사는 수검자의 검사 접수로부터 시작된다. 접수가 되면 환자의 병력 확인, 검사의 적합성 그리고 전 처치 확인 후, 각 영상실에서 절차서에 따라 담당자가 검사를 한다. 검사가 종료되면, 담당자는 결과를 분석하여 PACS로 영상을 보내고 담당 의사가 판독을 하게 된다<sup>[1-2]</sup>. 이러한 과정을 거치며 발생하는 오류는 최종단계인 의사 판독시에 확인되어 재검사나 추가촬영, 결과의 재분석, 그리고 PACS 영상의 수정 등의 내용을 영상실 검사 담당자에게 지시한다. 이러한 과정을 거쳐 얻어진 결과는 검사에서부터 판독까지의 시간 지연을 초래한다 [3-4]. 또한 추가검사가 발생될 경우 방사성의약품의 특성에 따라 병동환자와는 다르게 외래환자는 재방문하여 검사를 시행해야 하는 번거로움으로 환자 만족도와 병원의 신뢰도가 하락하게 된다. 따라서 영상 검사의 접수부터 결과 확정까지 발생하는 오류를 개선 활동 전의 자료를 근거로 오류의 근본 원인을 찾아 개선 활동을 하고 오류를 감소하여 수검자들의 불만 감소에 따른 환자 만족도 증가와 근무자들의 업무 효율 증가를 목적으로 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 자료 수집

핵의학 일반 영상 검사를 하는 수검자를 대상으로, 2008년 3월부터 12월까지(개선활동 전) 9개월간 검사 오류로 인한 건수(97건)를 기준으로 2009년 1월부터 12월까지 12개월간 1차 개선 활동 실시 이후의 검사 오류 건수를 수집하였고, 2010년 1월부터 6월까지 6개월간 2차 개선 활동 실시 이후 검사 오류 건수 및 2010년 7월부터 10월까지 3개월간 3차 개선 활동 실시 이후 검사 오류 건수를 수집하였다.

### 2. 자료 분석 및 해석

#### 2.1 검사 접수부터 결과 확정까지의 Process map

검사 접수부터 결과 확정까지는 3단계로 구성된다. 1단계는 검사 접수에서 병력 청취까지 해당되며 전처치(금식, 수분섭취, 타 검사의 유무)의 여부에 따라 검사의 진행 및 지연이 결정된다. 병력청취 단계에서는 환자의 확인, 과거 검사의 유무, 병력과 검사 방법이

일치하는지 적합성 여부를 검토한다. 이과정의 오류는 담당의와 상의하여 재 처방이 이루어지게 된다. 2단계에서는 검사부터 PACS verify까지로 1단계가 적절하게 진행되어 검사실에서 환자를 검사하는 단계이다. 검사 후 검사 자료를 이용하여 결과를 분석하고 PACS로 전송하여 확인하는 단계로 오류가 가장 많이 발생하는 단계이다. 다음은 3단계로 판독에서 결과 확정까지의 단계로 판독 시에 발생하는 2단계에서의 검사 관련 오류가 최종적으로 결정되는 단계이다(Fig. 1).

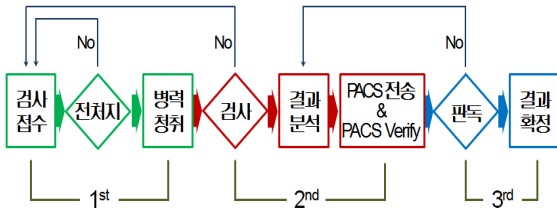


Figure 1. Process map from application for scanning to determination of results

2.2 원인분석

2008년 1월부터 1년 동안의 자료를 이용하여 1차 오류 분석을 하였다.

2.2.1 일반 영상 검사 오류가 발생한 검사 빈도 분석

일반 영상 검사 오류가 발생한 검사 건수는 Bone Scan이 74건(86%), 131I-WBS가 5건(6%), Renal Scan이 2건(2%), 그 밖의 기타검사가 5건(6%)이었다(Fig. 2).

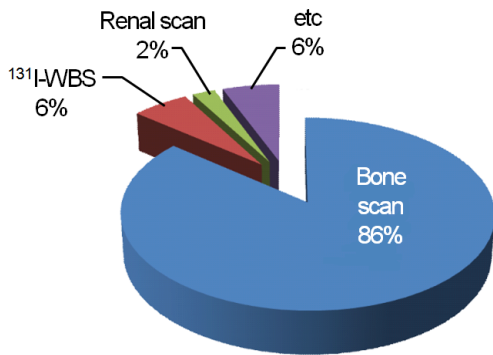


Figure 2. Errors by scanning type in image scanning for general parts

2.2.2 오류원인에 대한 분석

일반영상검사 오류 원인을 분석한 결과 검사자의 실수에 의한 건수가 전체 97건 중 검사자에 의한 부주의가 92건, 장비에 의한 오류가 5건으로 전체의 95%가 검사자의 부주의에 의한 발생이었다(Fig. 3). 검사자의 부주의에 의한 발생 오류 빈도는 추가 검사 오류가 47건(51%)으로 가장 많았고, 자세오류가 16건(17%), 추적 관찰(follow-up, F/U) 비교 오류가 8건(9%), PACS verify error가 6건(7%), Text 입력오류가 5건(5%), 영상 오류가 4건(4%), 기타 오류가 6건(7%)이었다(Fig. 4). 검사자의 부주의에 의한 발생 오류 중 추가 검사 오류는 판독 및 진단에 필요한 추가 촬영을 하지 않아 발생하는 오류이고, 자세 오류는 검사 시 발생하는 수검자의 움직임과 부정확한 자세의 오류이다. F/U 비교 오류는 반복되는 검사에서 같은 자세의 추가 검사와 관심영역 설정의 달라서 발생하는 오류이며, PACS Verify error는 PACS 전송 후 영상의 자료의 확인과 영상의 위치 확인이 잘못되어 발생하는 오류이다.

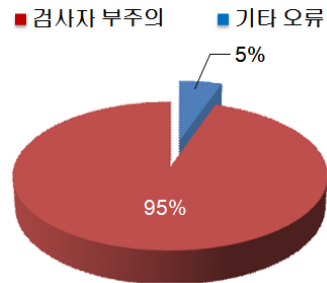


Figure 3. Analysis of causes of errors

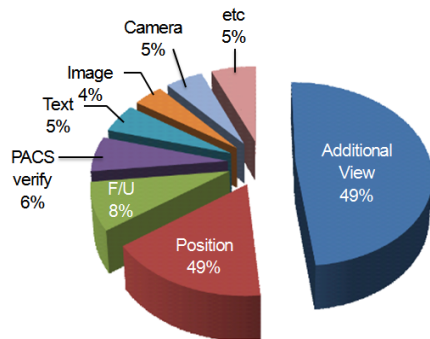


Figure 4. Analysis of incidence due to carelessness by examiner

Text 입력오류는 영상에 나타나는 검사 명이나 검사 자세, 결과 산출 값의 입력 오류가 있는 경우이고, 영상 오류는 결과 분석 후 영상의 Scale과 관련이 있는 오류다. 기타 오류에는 방사성의약품 표지효율, 소아의 검사 시 동위원소 사용량, 수검자의 요인, 검사장비의 오류 등이 있다.

오류 원인에서 두드러진 현상은 검사자의 부주의로 인한 실수가 대부분을 차지하기 때문에 이를 개선하기 위하여 접수부터 결과 확정까지의 Fish bone diagram(Fig. 5)을 작성하였다. 그리고 주로 많이 발생하는 영상실 검사 단계인 Fig. 5의 검사에서 PACS Verify 까지 4단계에서의 원인 분석을 하였고, 그에 따라 검사 절차를 재확립하고 검사 업무 절차를 만들어 교육함으로써 검사자의 측면에서 접근하여 개선활동을 시작하였다.

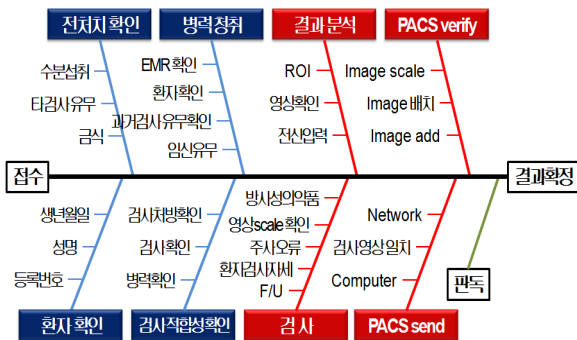


Figure 5. Fish bone diagram for incidence of rescanning

### 2.3 개선활동

검사 오류의 원인 분석에 따라 검사자의 측면에서 접근하기 위한 방법을 아래와 같이 적용하였다.

#### 2.3.1 검사 절차서의 재확립 및 검사 업무 기술서 작성

2009년 1월 검사 절차를 재확립하고 모든 검사자가 각각의 검사 업무 기술서를 작성하여, 검사 업무 기술서(Fig. 6)를 표준화 시키고 그에 따른 교육을 시행하였다.

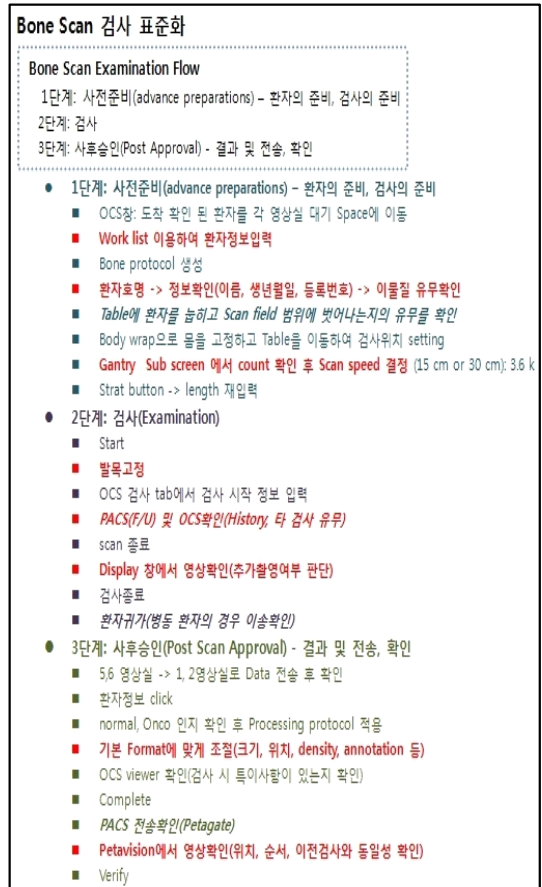


Figure 6. Description for scanning standardization (bone scan)

#### 2.3.2 Pre-filtering & Post-filtering

기존의 오류 확인 방법은 판독 시에 확인하는 Post-filtering의 수동적인 방법이었지만, 판독 이전 단계에서 오류를 확인하는 Pre-filtering의 방법을 적용하여 병행하였다(Fig. 7).

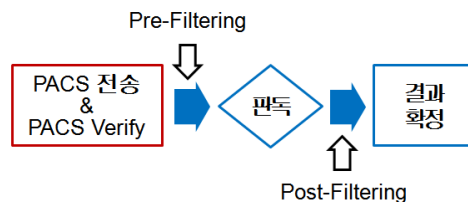


Figure 7. Pre-filtering & Post-filtering

<b>환자 검사 확인 사항</b>
<b>손소독</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 환자 접촉 전, 후</li> <li>■ 청결 및 무균적 처리 전</li> <li>■ 체액 및 분비물에 노출될 위험에 있는 행위를 하고 난 후</li> </ul>
<b>환자 확인</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 등록번호, 생년월일, 성명</li> </ul>
<b>검사 확인</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ History                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 감염관리, 과거활영여부, 키, 체중 등</li> <li>▪ 영상실 전달사항 (EMR, Comment)</li> <li>▪ 임신유무 확인</li> <li>▪ 환자 준비상태 확인 (전처치, 이물질 등)</li> </ul> </li> <li>■ 검사명, 검사방법 및 방사성의약품 확인</li> <li>■ 낙상 확인                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 낙상 고 위험 스티커를 부착한 입원환자</li> <li>▪ 보행기구를 사용하거나 거동이 불편한 환자</li> <li>▪ 진정제나 마약성 진통제를 투여한 환자</li> <li>▪ 검사대 또는 진찰대에 오르내리는 허약 환자</li> </ul> </li> </ul>
<b>검사 시작</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 전체 노출 보호 준수</li> <li>■ 환자 상태 파악</li> <li>■ 주사 (5R)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 정확한 환자, 약물, 용량, 시간, 투여경로</li> <li>▪ 손 세정제 이용하여 손 소독 실시</li> <li>▪ IV line 확보 및 확인</li> </ul> </li> </ul>
<b>검사 종료</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 환자 상태 확인</li> <li>■ 진료 및 타 검사 유무 확인</li> <li>■ 낙상 확인</li> </ul>
<b>손세정</b>
<b>검사결과</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 응급실, 병동 : 익일 이내 (주말 시행 : 월요일)</li> <li>■ 외래 : 일주일 또는 외래진료일 이전</li> </ul>

1차 Filtering은 2008년에 발생된 검사자의 오류를 줄이기 위하여 2009년 4월 1일부터 2주간 실시하였고, 2차 Filtering은 2009년 9월 7일부터 2주간 실시하였다. 그리고 3차 Filtering은 2010년 5월 10일부터 2주간 실시하였다. 2주간 1명의 담당자가 일일 검사 종료 후 각 영상실의 검사를 확인하고 오류가 있는 검사에 대한 보고서를 작성하였다. 작성된 보고서를 각각의 개인별로 전달하여 담당자에게 원인 분석을 통한 의견과 조치사항을 확인하여 재 실수를 방지하도록 하였다.

### 2.3.3 cross-check

2010년 6월부터 2명이 한 조를 이루어 서로의 검사에 대한 오류를 확인 하는 것으로 그룹별 오류 감소 활동을 실시하였다. Pre-filtering과 마찬가지로 일일 검사 종료 후 서로의 영상실 검사를 확인하여 재 실수를 방지하도록 하였다.

### 2.3.4 스티커 제작 및 부착

검사 업무 기술서를 바탕으로 near miss를 줄이기 위하여 검사업무 표준 업무 flow를 제작하여 검사용 PC 및 PACS Verify 용 컴퓨터의 모니터에 부착하였다 (Fig. 8). 일련의 작은 실수도 반복되는 표준 업무 기술서를 보고 자연스럽게 생각과 행동이 일치하도록 유도하였다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 일반 영상 검사 연도별 오류 건 수의 비교

2008년 활동 전 자료의 오류 건수는 92건이었고, 1차, 2차 개선 후의 2009년 오류 건수는 32건, 3차 개선 후의 2010 오류 건수는 46건 이었다. 개선 전과 1차 개선, 2차 개선 이후를 비교한 결과 2009년 65.2 % 감소하였고, 2010년은 50 %감소하였다. 1, 2차 개선 후와 3차 개선을 비교해보면 30.4 %가 증가하였다(Fig. 9).



Figure 8. Production and attachment of sticker

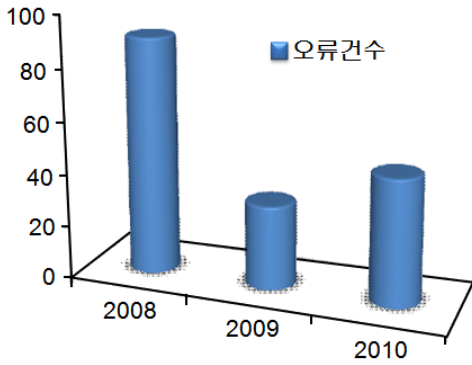


Figure 9. Number of errors by year in general image scanning

## 2. 일반 영상 검사 월 별 오류 건 수

활동 전과 후의 월 별 오류 건 수는 전체적으로 낮게 나타났다(Fig. 10). 2009년에 실시한 검사 표준화 작업과 Pre-filtering으로 인한 오류의 개선이 두드러지게 나타났다. 하지만 Pre-filtering을 실시한 시기에 효과가 크게 나타나 지속적으로 이루어 질 수 있도록 2010년 6월부터 Cross-Check를 함으로서 오류의 감소 추세를 볼 수 있었다.

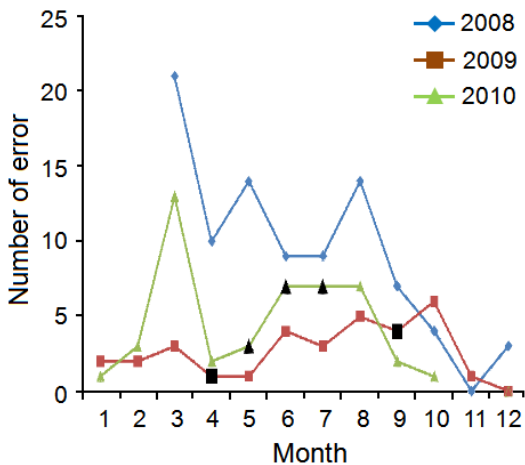


Figure 10. Number of errors by month before and after activities

## 3. 개선 후 검사 오류 분석

개선 후 전체 검사 오류 건수 중에서 검사자의 실수에 의한 검사 오류는 2008년 94.6%에서 2009년 96.8%

로 다소 증가하였지만 2010년 74.3%로 감소하였다(Fig. 11).

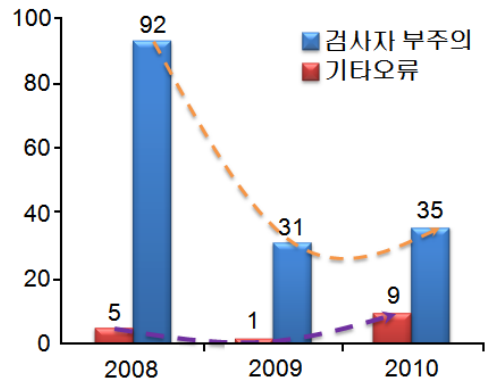


Figure 11. Analysis and comparison of scanning errors after the improvement

## 4. 개선 후 검사자 부주의에 의한 오류 원인 분석 비교

개선 후 검사자 부주의에 의한 발생 원인은 전체적으로 감소가 되었으나 PACS verify와 영상 오류는 약간의 다소 증가되었지만 추가 촬영이나 재검사로 연결이 되는 추가 검사 오류 및 환자 검사 자세의 오류가 많이 줄어들었다(Fig. 12).

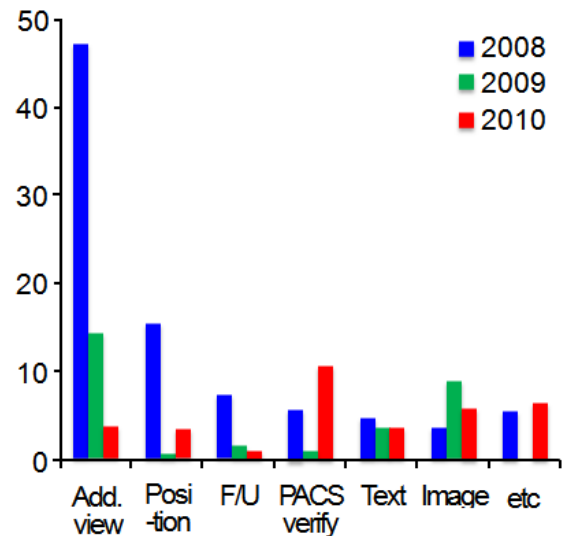


Figure 12. Comparison of incidence due to carelessness by examiner after the improvement

## V. 고찰 및 결론

핵의학에서 일반파트 영상 검사의 오류 발생은 추가 검사 및 재검사와 관련하여 관독의 지연과 밀접한 관계가 있으며<sup>[5-7]</sup>, 추가 검사나 재검사의 발생에 따른 고객 만족도의 저하와 검사자의 업무 스트레스의 원인으로 작용한다. 이를 최소화하기 위해서 검사 업무 오류 중 가장 높은 비율을 차지하는 검사자에 의한 실수를 감소시키기 위하여 개선 활동을 시작하였다<sup>[8-10]</sup>.

우선적으로 모든 검사의 기본이 되는 검사 절차를 재확인하였고, 검사 업무 기술서를 작성하여 검사 표준화 작업을 시행하였다. 다음으로 Post-Filtering으로만 진행되었던 오류 확인을 Pre-filtering과 병행하였다. 그리고 그룹별 Cross-Check를 적용하여 수시로 검사자 각각의 오류를 즉시 처리 할 수 있도록 하였다<sup>[11-13]</sup>. 또한 부가적으로 검사 시에 확인사항을 스티커로 제작, 모니터에 부착하여 오류 발생을 최소화 할 수 있도록 유도하였다. 그 결과 일반 영상의 연간 전체 검사 건수에 대비한 오류율은 2008년 0.3%에서 2010년 0.13%로 감소하였다. 따라서 개선 활동 결과로 환자 만족도 증가와 근무자들의 업무 효율성 증가에 도움을 주었다. 또한 간접적으로는 이러한 개선활동을 통하여 직원 요인의 오류건수와 추가 검사 건수를 감소할 수 있었다(Table 1).

Table 1. Comparison of number of rescanning cases by year for general image

Rescanning case	2008	2009	2010
Factor by examinee	10	10	3
Factor by personnel	26	11	7
Factor by other department	4	4	
Additional scanning	3	1	1
Error in equipment			2
Others		1	1
Total	43	27	14

Fig. 10의 활동 전과 후 월 별 오류 건수에서 3월의 오류 건수가 많았는데, 이는 업무 로테이션에 따른 업

무 미숙에 의한 발생이고, 8월은 휴가철에 따른 대리근무가 원인인 것으로 조사되었다. 따라서 이러한 요인을 극복하기 위해서는 검사 업무에 집중할 수 있도록 업무 중에 발생하는 검사 이외의 작업을 감소시켜야 한다.

일반 영상 검사는 다양한 검사의 종류와 서로 다른 전 처치 및 결과산출, 영상의 구성, PACS 전송 영전 처치 및 결과산출, 영상의 구성, PACS 전송 영상의 차이로 인하여 검사자의 실수가 발생할 가능성이 높기 때문에 이를 줄이기 위한 개선 활동이 지속되어야 하며 각 영상실 담당자들의 지속적인 Cross-Check와 판독실의 Confirm과정을 통하여 개인별 편차를 줄여나가야 할 것이다. 본 개선활동은 Human오류를 최소화하는데 큰 의의가 있다.

## 참고문헌

- [1] B. A. Power, "Social Network Social Support and Elderly Institutionalized People", *Advances in Nursing Science*, Vol.10, No.2, PP.40-57, 1988.
- [2] J. H. Song, "The estimation of patient's waiting time using parking time", *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health care*, Vol.2, No.2, PP.20-30, 1995.
- [3] Y. I. Yoon, M. L. Lee, "The Influencing Factor forming the Atmosphere of Ward", *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol.25, No.4, PP.641-652, 1995.
- [4] G. M. Leung, S. Castan-Cameo, S. M. McGhee, I. O. Wong, J. M. Johnston, "Waiting time, doctor shopping, and nonattendance at specialist outpatient clinics", *Medical Care*, Vol.41, No.11, PP.1293-1300, 2003.
- [5] I. Gourdji, J. McVey, C. Loiselle, "Patients' satisfaction and importance ratings of quality in an outpatient oncology center", *Journal of Nursing Care Quality*, Vol.18, No.1, PP.43-55, 2003.
- [6] L. Aharonson-Daniel, R. J. Paul, A. J. Hedley, "Management of queues in out-patient departments the use of computer simulation", *Journal of Management in Medicine*, Vol.10, No.6, PP.50-58, 1996.
- [7] K. R. Dong, W. K.Chung, C. B. Kim, Y. S. Park, H. S. Kim, I. C. Im, C. L. Lee, G. S. Shin, "The causes analysis for the number of patients waiting in general X-ray room - Focus on utilization of Quality Improvement(QI)", *Journal of Korean Society of radiological technology*, Vol.31, No.4, PP.1-10, 2008.
- [8] S. R. Shackford, "Impact of trauma system on severely injured

- patients", Arch. Surg., Vol.122, No.5, PP.523-527, 1987.
- [9] D. Russel, "Preventive Maintenance Quality Assurance", Journal of Clinical Engineering, Vol.17, No.4, PP.321-325, 1992.
- [10] S. H. Park, "Analysis of factors delaying on waiting time for medical examination of outpatient on a hospital", Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health care, Vol.8, No.1, PP.56-72, 2001.
- [11] S. G. Chang, H. Y. Ha, Y. J. Shin, J. G. Lee, "General characteristics and satisfaction of out-patients of university hospitals in Seoul Korea", Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health care, Vol.2, No.2, PP.130-145, 1995.
- [12] D. F. Gorman, "Preventable deaths among major trauma patients in Mersey Region", North Wales and Isle of Man Injury, Vol.27, No.3, PP.189-192, 1996.
- [13] F. T. McDermott, S. M. Cordner, A. B. Tremavne, "Evaluation of the medical management and preventability of death in 137 road traffic fatalities in Victoria an overview", J. Trauma, Vol.40, No.4, PP.520-33, 1996.