

AAPM Phantom을 이용한 CT 팬텀 영상 평가 시 정량적 분석 방법에 관한 연구

When Evaluated Using CT Imaging Phantoms AAPM Phantom Studies on the Quantitative Analysis Method

김영수*, 예수영**, 김동현**
대우병원 영상의학과*, 부산가톨릭대학교 방사선학과**

Young-Su Kim(muzin11@naver.com)*, Soo-Young Ye(syue@cup.ac.kr)**,
Dong-Hyun Kim(dhkim@cup.ac.kr)**

요약

AAPM CT 성능 평가용 표준 팬텀을 이용한 특수의료장비 품질관리 검사 시, 평가자의 주관적인 평가로 인한 오류를 최소화 하고자 전산화된 평가 프로그램을 이용하여 유용성을 평가하고자 한다. 평가 팬텀으로 AAPM CT Performance Phantom을 사용하였고, 기본 촬영 조건은 품질관리검사와 동일하며, 평가프로그램으로 IMAGE J를 사용하였다. 정량적인 평가로 CT 감약계수와 노이즈측정, 균일도측정, 슬라이스 두께 측정, 대조도 분해능 측정, 공간 분해능 측정의 팬텀 영상을 평가프로그램을 이용하여 영상처리를 한 후 자동추출 된 결과로 평가 하였으며, CT 감약계수, 노이즈, 균일도 측정은 영상처리를 한 영상의 표준편차가 작아 더 균일하다고 평가하였고, 슬라이스 두께 측정은 팬텀영상의 측정값과의 비율 차로 인해 평가에 어려움이 있었다. 대조도 분해능은 원통형의 지름을 6회 측정하여 지름의 평균값과 표준편차를 구해 원의 형태를 평가하였으며, 공간 분해능은 합격기준을 포함하는 원의 그룹을 자동 추출한 결과 원의 개수를 모두 추출한 결과로 나타났다. 정성적인 평가로 원본영상과 영상 처리한 영상을 육안적으로 비교 평가 하였는데 영상처리 된 영상이 우수한 결과를 나타내었다. 위의 결과 등을 바탕으로 평가자의 주관적인 판단의 오류를 최소화하기 위해서는 정량적인 평가와 정성적인 평가가 함께 이루어져야 하고 전산화된 평가프로그램을 활용한다면 보다 더 효율적인 평가가 이루어 질 것이라고 사료된다.

■ 중심어 : | AAPM 팬텀 영상 | 영상 처리 | IMAGE J | 정량적 평가 |

Abstract

AAPM CT performance for special medical equipment quality control checks using a standard phantom for evaluation, using the evaluator's subjective assessment as to minimize errors due computerized assessment program to evaluate their usefulness. Phantom for evaluation AAPM CT Performance Phantom: was used, the default shooting conditions are the same as quality control checks. And, we use IMAGE J to evaluate the program. Quantitative evaluation with CT attenuation coefficient and the noise measurement, the uniformity measurement, the slice thickness measurement, contrast resolution of the measurement, a phantom image of the spatial resolution determined by the evaluation program is evaluated as self-extracting the result after processing the image, CT uniformity measurement for the evaluation that was smaller and the standard deviation of a video image processing more uniform slice thickness measurements it is difficult to evaluate due to the difference of the ratio of the measured value of the phantom image. Contrast resolution was measured cylindrical diameter 6th evaluate the shape of a circle obtained a mean value and a standard deviation of diameters, the spatial resolution of the group of source, including acceptance criteria automatically extracted result as a result of both the number of the extracted circularIt appeared. Evaluate the source image and video processing, and video to qualitative evaluation by gross were processed video image is shown excellent results. If the evaluators in order to minimize the errors of subjective judgment based on the results of the above should be done with a quantitative evaluation and qualitative evaluation utilizes a computerized assessment program is considered that further evaluation be made more efficient.

■ keyword : | AAPM Phantom Image | Image Processing | IMAGE J | Quantitative Assessment |

I. 서론

현대의학에서 가장 중요한 진단 도구인 영상의학검사는 환자 진료 및 치료에 매우 유용하게 이용되고 있어 그 역할이 증대 되고 있다. 이러한 의료영상장비의 품질관리는 정확한 진단을 위해서 필수적이며, 특히 방사선 피폭이 문제가 되는 방사선 발생 기기의 관리는 더욱 중요하다[1]. 의료 영상의 품질관리는 의료장비에 대한 정기적인 성능 검사와 평가를 포함한다. 품질관리가 제대로 되지 않은 노후 불량 장비를 사용하는 경우 병변을 놓치거나 거짓병변을 만들어 낼 수 있어 오진율이 증가할 수 있다. 품질관리가 되지 않은 검사 장비에서의 영상은 정확한 진단이 불가능하여 재검사, 중복검사로 인하여 의료의 질이 저하되며 환자의 방사선 피폭을 증가 시킨다[1]. 질환 진단 시 다양한 방사선 장비의 사용으로 인하여 환자의 피폭 기회가 많아지고 있는 시점에서, 정확한 장비 정도 관리를 통하여 최소한의 선량으로 질 높은 영상을 제공하는 것이 중요한 문제로 대두되고 있다[2]. 또한 실제로 병원이나 암 검진기관의 평가 시 장비의 품질관리검사가 주기적으로 시행되고 있는지를 확인하고 있으며, 국내 의료기관 인증평가에도 이러한 정도관리가 제대로 시행되고 있는지 확인하고 있다[3]. 꾸준한 정도 관리가 필요한 의료기기 중 전산화 단층 촬영 (Computed tomography, CT) 은 빠른 영상 획득과 재구성 가능성이 신경제, 호흡기계, 소화기계, 비뇨기계, 근 골격계, 심장 및 혈관 질환 등의 검사에 가장 많이 이용되고 있는 진단 장비 중 하나이다[4]. 이러한 CT의 주기적인 정도 관리는 질환의 진단 및 치료에 있어서, 반드시 필요한 과정으로 인식되어지고 있다. 일반적으로 팬텀 영상평가를 통한 CT 장비 성능 평가는 정량적인 평가로 시행하며, 이러한 정량적 평가는 평가자의 육안에 의해 주관적으로 이루어지고 있다. 정량적 평가 항목으로는 물의 감약계수, 균일도, 노이즈 측정, 대조도 분해능 측정, 공간분해능 측정, 10mm 슬라이스 두께 측정 등이 있다. 검사자의 주관에 의해 평가되는 검사 항목 중 대조도 분해능, 공간 분해능, 슬라이스 두께 등의 평가에 대한 정확하고 객관적인 평가 방법이 절실히 필요하다. 이에 본 연구에서는 특수의료장비 품질관리검사를 미국 의학물리학자 협회

인 AAPM (The American Association of Physicists in Medicine)에서 제시한 CT 성능 평가용 표준 팬텀을 이용하여 물의 감약계수, 균일도, 노이즈를 측정하였다. 또한 주관적인 판단에 의한 오류를 최소화 하고자 대조도 분해능 평가, 공간 분해능 평가, 슬라이스 두께 평가를 정량적이면서 객관적으로 측정할 수 있는 방법을 제시하고 그 유용성을 평가하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. AAPM CT 성능용 표준 팬텀

미국의학물리학자 협회에서 고안된 Nuclear Associates社 AAPM CT 성능 평가용 팬텀 (Model CIRS-610 : Nuclear Associates, Carle Place .NY, USA)을 사용하였다. AAPM 팬텀은 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙에 적합한 CT 장비의 정도관리 표준 팬텀으로 원통형이며 직경이 21.6cm인 아크릴 재질로 되어있다. 구성은 CT number calibration 블록, 슬라이스 두께 측정 블록, 공간 분해능 측정용 블록, 대조도 분해능 측정용 블록 그리고 beam alignment 및 노이즈 측정용 블록 등 5부분으로 구성되어 있다[2]. 물의 CT 감약 계수, 노이즈, 균일도를 측정하기 위하여 물로 채워져 있는 AAPM 팬텀의 블록 중앙부를 정도관리를 위하여 윈도우 폭(window width)을 300~400HU, 윈도우 레벨(window level)은 0~100HU로 하여 촬영 하였다. 촬영된 영상의 중앙에서부터 6시 방향의 1/4 지점에 4 × 4 cm의 정사각형을 설정한 후 장비 자체의 관심 영역 (Region of Interest, ROI) 분석 기능을 이용하여 평균과 표준 편차를 측정 하였다[5]. 노이즈 분석은 물의 CT 감약 계수에서 측정된 표준편차 값으로 알 수 있다 [1], CT의 균일도는 X 선 고유의 특성으로 피사체 내에서 발생하는 X 선의 감쇠 정도의 균일성으로 정의되며, 이를 측정하기 위해 AAPM 팬텀 내 물을 촬영한 영상에서 6시 방향으로 4×4 cm의 정사각형을 설정하고 이를 기준으로 동일한 크기의 영역을 9시, 12시, 15시 방향에 설정하여 관심 영역내의 HU 평균을 구한 후 그 차이를 나타내었다[5]. 대조도 분해능 측정용 AAPM 팬텀 블록에는 깊이가 2.25인치이고, 직경이 25.4mm,

19.1mm, 12.7mm, 9.5mm, 6.4mm, 3.2mm (1인치, 0.75인치, 0.5인치, 0.375인치, 0.25인치, 0.125인치)의 원통형 흡이 중심선 양쪽에 각각 2개씩 1쌍으로 구성되어 있다 [5]. 대조도 분해능은 팬텀의 원통형 흡에 생리식염수와 CT 조영제 (300~370 mg I/ml)를 100:1 내외로 혼합하여 만든 용액을 채운다. 실제 측정 전에 원통형 흡을 스캔하여 흡 속에서 측정된 용액의 감약 계수가 낮으면 소량의 조영제를 추가하고 감약 계수가 높으면 식염수를 추가하여 보정하며, 공기는 없어야 한다[6]. 공간 분해능 측정용 AAPM 팬텀 블록에는 직경이 1.75mm, 1.50mm, 1.25mm, 1.00mm, 0.75mm, 0.60mm, 0.50mm, 0.40mm의 원이 4.3mm 간격으로 5개씩 그룹화 되어 있으며, 총 8 그룹의 원들로 구성되어 있다. 슬라이스 두께 측정용 AAPM 팬텀 블록은 10mm 슬라이스 두께로 스캔을 하며, 모니터에서 중앙에 위치한 알루미늄 격자 두께를 장비의 프로그램을 이용하여 직접 측정한다. 슬라이스 두께 측정값의 합격 기준은 $\pm 1\text{mm}$ 이하여야 한다 [표 1]은 앞에서 제시한 물의 CT 감약계수, 노이즈, 균일도, 대조도 분해능, 공간 분해능, 슬라이스 두께에 대한 CT 팬텀 영상의 검사 항목 및 기준을 나타내었다.

표 1. CT 팬텀 영상 기준

항 목	합격 기준
물 CT 감약계수	0±7 HU
노이즈	7 HU 이내
균일도	5 HU 이내
대조도 분해능	≤ 6.4 mm
공간분해능	≤ 1.0 mm
슬라이스 두께 10mm	≤ ± 1 mm

2. 촬영 조건 및 방법

기본 촬영 조건은 120kVp와 250mAs, 10mm collimation 과 25cm 이상의 SFOV (scan field of view), 25cm의 DFOV (display field of view)를 사용하고, 영상 재구성은 standard reconstruction algorithm을 사용하였다.

APPM CT 성능용 표준 팬텀을 이용하여 특수의료장비 품질관리 검사에서 항목별로 적합 판정을 받은 물의 CT 감약계수, 노이즈, 균일도, 대조도 분해능, 공간 분

해능 등 6개 항목을 측정할 수 있는 7개의 영상과 슬라이스 두께를 측정할 수 있는 5개의 영상을 획득하였다. 획득된 영상은 장비 내의 평가프로그램을 이용하여 6개 항목들에 대한 값을 측정 하였고, 이 값들과 비교하기 위하여 필터 및 다양한 영상처리 기법을 적용하여 항목 별 값들을 산정 하였다.

3. 영상 평가 방법

AAPM CT 성능용 표준 팬텀에서 획득한 원본 영상을 IMAGE J (Version 1.80) 영상처리 프로그램을 이용하여, 감약 계수, 노이즈, 균일도, 대조도 분해능, 공간 분해능, 슬라이스 두께 등 6개 항목에 대한 정량적 평가를 위한 영상처리 기법을 제시하였다. 그리고 원본 영상과 영상처리 후의 영상을 비교하는 정성적 평가를 실시하였고, 특수의료장비 품질관리 검사에서 항목별로 적합 판정을 받은 영상을 이용하여 정량 및 정성 평가를 실시하였다.

3.1 정량적 평가

1) CT 감약 계수, 노이즈, 균일도 측정 평가

CT 감약 계수, 노이즈, 균일도를 측정하기 위하여 7개의 팬텀영상을 [그림 1]과 같이 관심영역 100*100 픽셀 사이즈로 설정한 후 관심영역내의 픽셀들의 평균값과 표준편차를 구하였다. 특수의료 장비의 CT 감약 계수, 노이즈, 균일도 측정 평가와 동일한 방법으로 6시 방향의 정사각형을 기준으로 하여 9시, 12시, 15시 방향의 관심영역내의 픽셀의 평균(mean)값과 표준편차 (standard deviation, SD)값을 구하였으며, 표준 팬텀 영상의 관심영역 내의 HU 평균값과 표준편차 값을 비교하여 평가하였다. 먼저 CT 감약 계수를 평가하기 위해 영상처리 영상의 6시 방향의 관심 영역 내 픽셀의 평균값과 표준편차를 구하여 원본 영상의 6시 방향의 관심 영역을 측정된 HU의 평균값과 표준편차를 비교하여 평가 하였다.

그리고 노이즈의 평가를 위해 영상처리 영상의 관심 영역 내 측정된 표준편차 값의 평균값과 표준 편차를 구하여 원본 영상의 관심 영역 내 측정된 HU의 표준편차의 평균값과 표준편차를 비교하여 평가 하였으며, 균

일도의 평가를 위해 영상처리 영상의 6시, 9시, 12시, 15시 방향의 관심 영역 내 픽셀의 평균값과 표준편차를 구하여 원본 영상의 6시, 9시, 12시, 15시 방향의 HU 평균값과 표준편차를 비교 평가하였다.

2) 대조도 분해능 평가

[그림 2]는 대조도 분해능을 평가하기 위하여 원본영상 내에 있는 원통형의 외곽선 경계를 검출한 영상을 나타내었다. 정확한 원통형의 외곽선을 검출하기 위하여 배경의 픽셀 값을 100으로 설정한 후, 직경이 25.4mm 인 원통형이 영상의 좌측으로 위치시킨 다음 수평 정렬하고 대조도 분해능 구멍의 외곽선 경계를 100이상의 threshold 값과 Canny edge detection[7]을 이용하여 자동으로 추출하였다.

검출된 경계선과 가장 유사한 원의 형태를 설정한 후, [그림 3]과 같이 원통형의 수평 지름을 기준으로 0도, 45도, 90도, 135도의 지름과 단 지름, 장 지름을 각각 측정하여 각 원통형 당 총 6개의 대조도 분해능원통형의 지름의 길이(Length)값을 구하였고, 이심률지수를 원의 평가기준으로 하여 원의 형태를 분석하였으며, 0.125 인치의 대조도 구멍은 측정대상에서 제외 하였다.

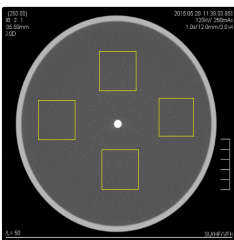


그림 1. 물 감약 계수
노이즈 균일도 평가

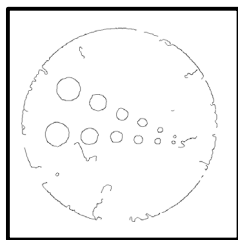


그림 2. 대조도 분해능
외곽선 경계 분할

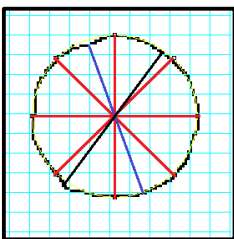


그림 3. 대조도 분해능
원 평가

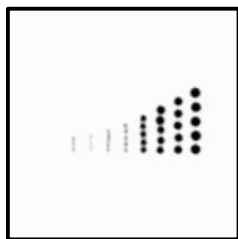


그림 4. 공간 분해능
원 그룹 수평 정렬 영상

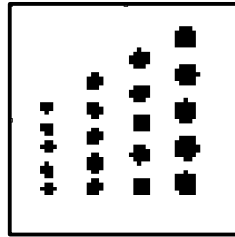


그림 5. 공간 분해능
원 그룹 자동 추출

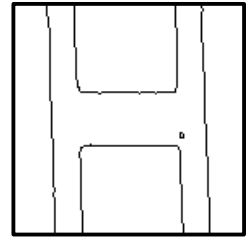


그림 6. 슬라이스 두께
외곽선 경계 분할

3) 공간 분해능 평가

[그림 4]는 공간 분해능을 평가하기 위하여 원본영상 내에 있는 공간분해능 원의 그룹을 수평 정렬한 영상이다. 공간 분해능 팬텀영상을 [그림 5]와 같이 55*55 픽셀 사이즈의 관심영역 내에 공간 분해능 원의 그룹 중 직경이 1.75mm, 1.50mm, 1.25mm, 1.00mm의 원의 그룹이 포함되게 설정 한 후, 직경이 1.00mm인 원을 좌측으로 위치시킨 다음 수평 정렬 하였다. 공간분해능 특수 의료장비 평가 합격 기준인 1.00mm 이상의 원의 그룹을 threshold와 자동추출기능을 이용하여 원의 그룹을 자동으로 추출 하였으며, 자동 추출된 결과 값으로 평가 하였다.

4) 슬라이스 두께 측정 평가

[그림 6]는 슬라이스 두께 측정 영상으로 140*140 픽셀 사이즈로 관심영역을 설정 한 후 격자가 수직이 되도록 정렬하였다. 그리고 난 다음 Low threshold 값 2, High threshold 값 15, Canny Edge Detection을 이용하여 슬라이스 두께 측정 영상의 외곽선 경계를 자동으로 추출하였으며, 팬텀 영상의 격자 기준자의 픽셀수를 기준으로 영상 처리한 격자의 길이를 평가프로그램을 이용하여 자동으로 측정하였으며, 실제 격자의 두께는 측정 CT 장비의 성능과 관련하여 12mm를 측정 하였다. 측정 격자의 격자두께를 기준으로 팬텀 영상의 측정값과 영상처리를 한 영상의 측정값을 비교 평가 하였다.

3.2 정성적 평가

AAPM CT 성능용 표준 원본 팬텀 영상과 평가 프로그램을 이용하여 영상처리를 한 팬텀 영상을 특수 의료 장비 평가 항목별 평가 기준을 준수하여, 영상의학과

전문의 2명, 특수의료장비를 담당하며 15년차 이상의 방사선사로 CT 및 MRI 국제 면허를 취득한 방사선사 3명의 육안적인 평가로 비교 평가하여 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 정량적 평가

AAPM CT 성능용 표준 팬텀 원본 영상과 IMAGE J (Version 1.80) 프로그램을 이용하여 팬텀 영상을 영상처리 후 분석하여 정량적으로 평가하였다.

1.1 CT 감약 계수 및 노이즈 측정 균일도 측정 평가

특수의료 장비의 CT 감약 계수 및 노이즈 측정 균일도 측정 평가 방법에 따라 AAPM CT 성능용 표준 팬텀 CT 감약 계수 및 노이즈 측정 균일도 측정의 원본 팬텀 영상 HU 평균값과 표준편차 값을 구하였고 평가 프로그램을 이용하여 영상처리를 한 영상을 특수의료 장비의 CT 감약 계수 및 노이즈 측정 균일도 측정 평가와 동일한 방법으로 6시 방향의 정사각형을 기준으로 하여 9시, 12시, 15시 방향의 픽셀의 평균값 과 표준편차 값을 구하였다.

1.1.1 CT 감약 계수 측정 평가

CT 감약 계수를 평가하기 위해 6시 방향의 원본 영상 HU의 평균값과 표준 편차, 영상처리 영상 픽셀의 평균값과 표준편차의 결과 값을 비교하여 평가 하였다. [그림 7]는 원본 영상 HU의 평균값과 표준편차를 나타낸 그래프이고, [그림 8]은 영상처리 영상 픽셀의 평균값과 표준편차를 나타낸 그래프이다. 위의 결과를 바탕으로 영상처리 영상의 감약계수에 대한 평균값의 표준 편차가 3번 영상을 제외하고는 더 작다는 것을 알 수 있으며, 이를 통하여 영상처리 영상의 감약계수가 더 균일한 영상이라고 평가 하였다.

1.1.2 CT 노이즈 평가

노이즈의 평가를 위해 6시 방향의 원본 영상의 관심영역 내 측정된 HU의 표준 편차와 영상처리 영상의 관심영역 내 측정된 픽셀의 표준 편차의 결과 값을 비교

평가 하였다.

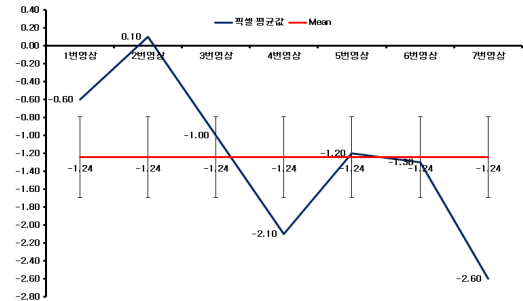


그림 7. 원본 영상 감약 계수 HU의 평균값과 표준편차

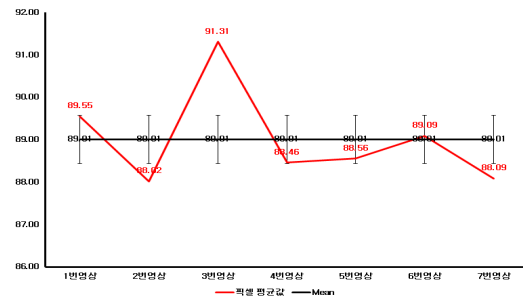


그림 8. 영상처리 영상 감약 계수 픽셀의 평균값과 표준편차

[그림 9]는 노이즈의 평가를 위해 원본 영상의 표준 편차와 영상처리 영상의 표준편차를 그래프로 나타낸 것이며, 원본 영상의 HU 표준편차의 최대값이 5.40, 최소값이 4.30, 영상처리 영상의 픽셀 값 표준 편차의 최대값은 3.44, 최소값은 2.79로 원본영상에 비하여 영상처리 영상의 표준편차가 작아 노이즈 측정에 대한 평가가 더 우수한 영상이라고 평가하였다.

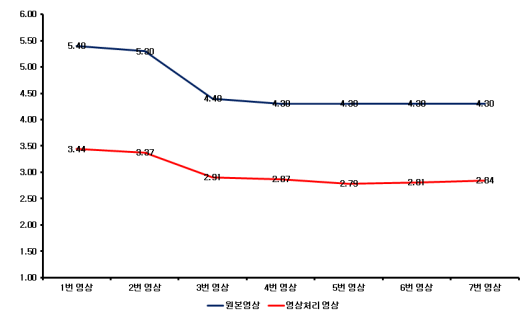


그림 9. 원본 영상 및 영상처리 영상 노이즈

1.1.3 균일도 측정 평가

특수의료 장비의 균일도 측정 평가 방법에 따라 6시 방향의 정사각형을 기준으로 하여 9시, 12시, 15시 방향의 원본 영상 HU 평균값의 표준편차와 영상처리 영상 픽셀 평균값의 표준편차를 비교하여 평가 하였다. [그림 10]은 원본영상과 영상처리 영상의 균일도 표준편차를 나타낸 그래프로, 원본 영상 HU 평균값의 표준편차 최소값이 1.21, 최대값이 1.39인데 비하여, 평가 프로그램을 이용하여 영상 처리 영상의 픽셀 평균값의 표준편차 최소값이 0.85, 최대값이 1.03으로 원본영상에 비하여 영상처리 영상이 더 균일한 영상이라고 평가하였다.

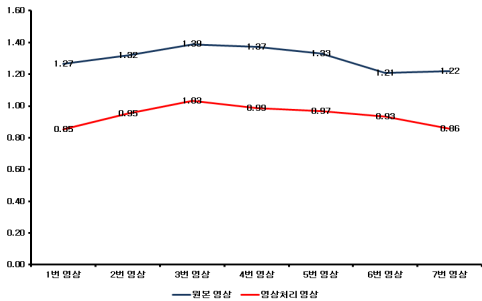


그림 10. 원본영상과 영상처리 영상의 균일도 표준편차

1.2 대조도 분해능 평가

1) 대조도 분해능 팬텀 원통형 원의 형태 평가

[그림 11]은 대조도 분해능 원통형 원형 지름의 평균값 그래프이며, 각 원통형 당 총 6개의 대조도 분해능 원통형의 지름의 길이 값과 전체 지름의 평균값을 구하여, 측정된 모든 지름의 평균값이 평균값의 95% 이내에 포함하면 원형, 95% 미만90% 이상이면 원형에 가까운 타원형, 측정된 지름의 평균값이 단 하나라도 90% 미만인 경우 타원형이라고 평가하였다.

대조도 분해능 원통형 원 지름의 평균값을 기준으로 평균값의 95%의 범위 내에 모두 포함하는 원통형은 Upper 1 원통형과 Lower 1 원통형, Upper 2 원통형, Lower 2 원통형, Lower 3 원통형, Lower 4 원통형이며 원의 형태에 따른 분류를 통해 원형이라고 분석하였고, Upper 3 원통형, Upper 4 원통형, Upper 5 원통형, Lower 5 원통형은 평균값의 95% 미만90% 이상의 범

위에 포함되어, 원형에 가까운 타원형이라고 평가하였다.

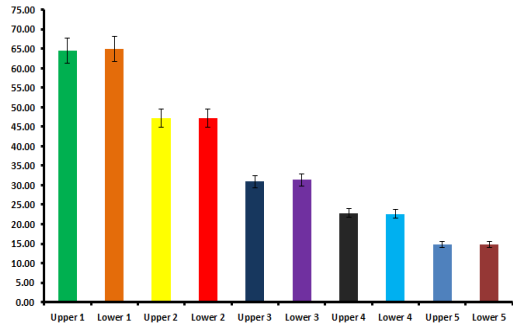


그림 11. 대조도 분해능 원형 지름 측정 평균값 (unit : cm)

1.3 공간 분해능 평가

공간분해능 특수의료장비 평가 합격 기준인 1.00mm 이상의 원의 그룹을 평가 프로그램을 이용하여 영상처리 후 공간분해능 각각의 원을 자동으로 추출 하였으며 자동 추출된 결과 값으로 평가 하였으며, [표 2]는 공간 분해능 그룹 구멍 자동추출 COUNT 수와 추출률을 나타낸 것이다.

표 2. 공간 분해능 그룹 구멍 자동 추출 수와 자동추출률

영상	1번	2번	3번	4번	5번	6번	7번
추출(수)	20	20	20	20	20	20	20
추출률(%)	100	100	100	100	100	100	100

평가프로그램을 이용하여 영상 처리한 7개의 모든 영상에서 공간분해능직경이 1.75mm, 1.50mm, 1.25mm, 1.00mm인 원의 그룹 총 원의 수 20개를 기준으로 COUNT수는 20, 자동 추출률은 100%의 결과를 나타내었다. 이러한 결과를 바탕으로 평가프로그램의 자동추출 기능을 이용하면, 공간 분해능 팬텀의 정량적인 평가가 이루어질 수 있다고 평가하였다.

1.4 슬라이스 두께 측정 평가

[그림 12]는 슬라이스 두께를 평가한 그래프이며, 원본 영상의 슬라이스 두께 측정값과 평가프로그램의 자동추출 슬라이스 두께 측정값을 비교하여 평가하였다.

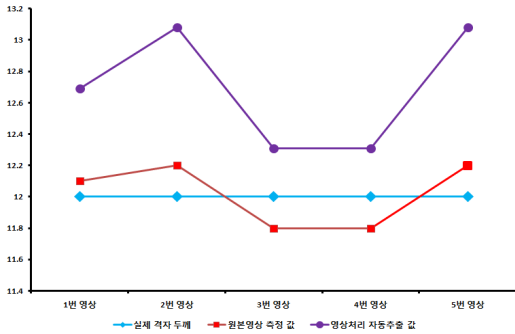


그림 12. 슬라이스 두께 평가 그래프 (unit : cm)

위의 그래프의 결과를 통해 알 수 있듯이 12mm 슬라이스 두께측정의 결과값에 대한 오차가 원본영상의 측정값이 영상처리 영상의 슬라이스 자동추출 값에 비하여 적다는 것을 알 수 있으나, 정량적인 측정 결과에 평가자의 주관적인 두께 측정이 함께 이루어져 신뢰할 만한 평가 결과가 나타나지 않았다고 평가하였다. 그러므로 향후 슬라이스 두께 측정의 보다 더 객관적이고 정량적인 평가에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

2. 정성적 평가

대조도 분해능, 공간 분해능, 슬라이스 두께 평가의 정성적 평가는 특수의료 장비의 평가 방법에 따라 평가자의 육안적인 판단에 의거하여 평가하였으며, 원본 영상에 비하여 영상 처리한 영상이 육안적인 평가로 우수할 경우, 양호 1점, 우수 2점, 매우 우수 3점으로 평가하며, 부족할 경우 저조 -1점, 부족 -2점, 매우 부족 -3점으로 평가하고 동일한 경우는 0점으로 평가하였다.

표 3. 대조도 분해능, 슬라이스 두께, 공간 분해능 정성 평가

정성 평가	대조도 분해능	슬라이스 두께	공간 분해능
전문의 1	3	3	2
전문의 2	3	3	1
방사선사 1	3	3	1
방사선사 2	3	3	2
방사선사 3	3	3	1

위의 결과를 바탕으로 대조도 분해능, 슬라이스 두께의 정성적 평가는 평가자 전원이 3점의 평가로 원본영

상에 비하여 영상 처리를 한 영상이 육안적 평가에 있어 매우 우수하다고 평가 하였으며, 공간 분해능의 정성적 평가는 원본영상에 비하여 영상 처리를 한 영상이 육안적 평가에 있어 평가자 2명은 2점의 평가로 우수, 3명이 1점의 평가로 양호하다고 평가 하였다. 이러한 정성적 평가를 바탕으로 평가 프로그램을 이용한 영상 처리 영상은 정성적 평가의 객관성을 신뢰할 수 있는 유용성이 있다고 판단하였다.

IV. 고찰 및 결론

CT 팬텀 영상 검사 중 대조도 분해능, 공간 분해능, 인공물 유무의 평가 항목은 평가자의 육안적 평가에 의해 이루어지고 있다. 이는 팬텀 영상을 획득하는 의료 기관에서도 마찬가지이므로 영상 획득 시 적합하지 아닌지를 육안으로 평가 한 후 검사기관에 영상을 제출하여 검사를 받음에 따라 부적합판정을 받는 사례가 많다 [2].

본 연구에서는 노성순 등[2]의 연구에서와 같이 특수 의료장비 품질관리 검사 항목인 CT 감약계수 및 노이즈 측정, 균일도 측정 팬텀 영상과 대조도 분해능 팬텀 영상, 공간 분해능 팬텀 영상, 슬라이스 두께 팬텀 영상을 대상으로 평가 프로그램을 이용하여 정량적·정성적으로 평가하였으며, AAPM CT 성능용 표준 팬텀을 이용하여 특수의료장비 품질관리 검사의 항목인 CT 감약 계수 및 노이즈 측정, 균일도 측정 영상, 대조도 분해능 영상과 공간 분해능 영상, 슬라이스 두께 측정 영상을 평가 시 평가 프로그램을 이용하여 각 항목별로 기준에 적합하게 평가한 결과, 정량적이고 정성적인 평가를 할 수 있었다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

CT 감약계수, 노이즈, 균일도의 정량적 평가는 원본 영상에 비하여 영상처리 영상의 표준편차가 작아서 우수한 영상이라고 평가하였다.

대조도 분해능의 정량적 평가는 원통형 원 지름의 평균값을 기준으로 평균값의 95% 범위 내에 모두 포함하는 원통형은 Upper 1 원통형, Lower 1 원통형, Upper 2 원통형, Lower 2 원통형, Lower 3 원통형, Lower 4

원통형이며 원의 형태에 따른 분류를 통해 원형이라고 분석하였고, Upper 3 원통형, Upper 4 원통형, Upper 5 원통형, Lower 5 원통형은 평균값의 95%미만 90% 이상의 범위에 포함되어, 원형에 가까운 타원형이라고 평가하였다.

공간 분해능 원의 그룹은 평가프로그램의 자동추출 기능을 이용하면, 정량적 평가가 이루어질 수 있다고 평가하였다.

슬라이스 두께의 정량적 평가는 정량적인 측정 결과에 평가자의 주관적인 두께 측정이 함께 이루어져 신뢰할 만한 평가 결과가 나타나지 않았다고 평가하였다. 그러므로 향후 슬라이스 두께 측정의 보다 더 객관적이고 정량적인 평가에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

정성적 평가를 요약하면 대조도 분해능과 슬라이스 두께의 정성적 평가는 평가 프로그램으로 영상 처리한 영상이 매우 우수하다고 평가 하였으며, 이러한 결과를 바탕으로 대조도 분해능 영상과 슬라이스 두께 측정 영상과 같이 평가하고자 하는 영상의 ROI의 사이즈가 크고, 대조도 잡음비의 차이가 큰 영상인 경우 평가 프로그램을 이용하여 영상처리를 한 영상이 평가자의 육안적인 판단에 매우 유용하다고 평가하였다.

공간 분해능의 정성적 평가는 평가 프로그램으로 영상 처리한 영상이 우수와 양호로 평가 하였다. 이러한 결과를 바탕으로 공간 분해능 팬텀 영상과 같이 평가하고자 하는 ROI의 사이즈가 작은 경우, 육안적 평가의 제한점이 있다고 평가하였다.

결론적으로 AAPM CT 성능용 표준 팬텀을 이용한 특수의료장비 항목별 검사 시 판독자의 육안적 평가를 최소화하기 위해 정성적 평가와 정량적 평가가 함께 이루어져야 할 것으로 판단되고, 전산화된 평가 프로그램을 이용한다면 보다 더 효율적인 평가가 이루어 질 것이라고 사료된다.

[2] 노성순, 엄효식, 김호철 “AAPM Phantom을 이용한 CT 영상 평가 시 자동화된 정량적 분석 방법 개발,” Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol.51, No.12, 2014(12).

[3] 보건복지부, “특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙,” 보건복지부령, 제146호, 2012.

[4] S. M. Pomerantz, B. Daly, T. L. Krebs, M. Severson, and C. Siegier, “Quality assurance for abdominal CT: a rapid, computer-assisted technique,” AJR AM J Roentgenol, Vol.167, No.5, pp.1141-1145, 1996.

[5] 장근조, 권대철, “AAPM CT 성능 평가용 팬텀을 이용한 전산화 단층촬영의 영상 평가를 위한 정도관리 사례연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제7호, pp.114-123, 2007.

[6] 한국의료영상품질관리원, “CT팬텀영상검사 안내서”. 2012.

[7] H. Liu and K. C. Jezek, “Automated extraction of coastline from satellite imagery by integrating Canny edge detection and locally adaptive thresholding methods,” Journal of Remote Sensing, Vol.25, Issue 5, 2004.

저 자 소 개

김 영 수(Young-Su Kim)

정회원



- 2005년 2월 : 부산가톨릭대학교 방사선학과(보건학사)
- 2005년 9월 ~ 현재 : 대우병원 영상의학과 제직

<관심분야> : 의료영상신호처리, CAD, 영상평가

참 고 문 헌

[1] 대한영상의학회, “2013년 특수의료장비 품질관리 길라잡이,” p.1, p.16, p.19, 2013.

예 수 영(Soo-Young Ye)

정회원



- 1998년 2월 : 부산대학교 전자공학
학과(공학석사)
- 2004년 2월 : 부산대학교 의공학
협동과정(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭
대학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 신호처리, 영상처리, 의공학, 방사선과학

김 동 현(Dong-Hyun Kim)

정회원



- 2009년 2월 : 부산대학교 대학원
의공학과 졸업(공학박사)
- 1994년 ~ 2011년 2월 : 부산대
학교병원 영상의학과
- 2011년 ~ 현재 : 부산가톨릭대
학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 자기공명영상학, 방사선 관리학