
국내 CT장치의 성능평가

삼성서울병원 영상의학과

김문찬, 김완역, 한동균, 안동준

목 적 : 장치 제조사에서 제공되는 성능평가 조건과 프로토콜에서 탈피하여 국내 가동중인 여러 모델의 CT 장치에 공통적이며 환자 검사에 실제로 사용되고 있는 조건을 사용하여 장치 사용자가 직접 시행이 가능한 측정항목을 선택하여 국내 CT장치의 성능현황을 객관적으로 평가하고자 하였다.

대상 및 방법 : 서울과 주변도시의 의원, 병원, 종합 및 대학병원을 포함하여 90개 의료기관에서 사용중인 105대의 CT장치를 대상으로 하였다. 성능측정 항목으로는 물의 CT number, 노이즈 및 균일도, contrast scale 및 직선성, 공간분해능, 대조도 분해능, 슬라이스 두께의 정확성, 그리고 중심선 정렬 및 artifact유무 등이었다.

결 과 :

1. 물의 평균 CT number는 -24.0 HU와 $+88.0$ HU의 범위에 속했으며, 전체 장치의 평균은 $2,913.8$ HU였다. 물의 평균 CT number의 권장수준을 0 ± 6 HU 이하로 하였을 경우 이에 적합한 장치는 67대(63.8%)였다.
2. 노이즈는 $3.0(0.3\%)$ 에서 $18.7(1.87\%)$ 의 분포를 보였으며 평균은 5.4 ± 2.3 이었다. 노이즈의 권장수준을 6.0 HU(0.6%) 이하로 하였을 경우 이에 적합한 장치는 82대(78.1%)였다.
3. 물 팬텀의 중앙부와 주변부 상호간의 CT number 차이가 적어 균일도가 가장 좋게 나타난 장치에서의 CT number 최대 차이는 0.3 HU이었으며, 균일도가 가장 좋지 않게 나타난 장치에서는 22.1 HU였으며 평균은 2.9 ± 3.3 HU였다.
CT number의 균일도는 측정 대상장치의 48.6%가 2.0 HU 이하였으며, 권장수준을 4.0 HU 이하로 하였을 경우 측정대상 장치의 88.6%가 적합하였다.
4. 피사체의 크기변화에 따른 CT number의 변화는 장치별로 $0.1 \sim 17.7$ HU의 범위에서 차이를 나타내었으며 이중 50%의 장치가 $1.0 \sim 5.0$ HU 미만의 차이를 나타내었다. 그리고 80 kVp와 140 kVp사이에서 노출조건을 변화하였을 경우 물 부위의 CT number의 변화는 $0.5 \sim 31.8$ HU의 범위에서 차이를 나타내었으며 이 중 50%의 장치가 3.0 HU 미만의 차이를 나타내었다.
5. Contrast scale은 $1,693 \times 10^{-4}$ 에서 $4,147 \times 10^{-4}$ 의 분포를 보였으며, 장치의 종류 및 특성에 따라 많은 차이를 나타내었다. 평균은 $2,087 \times 10^{-4}$ $2,69 \times 10^{-5}$ 이었으며, 권장수준을 팬텀 제조사에서 제공된 기준치인 $2,25 \times 10^{-4}$ 에서 10% 이내($2,03 \times 10^{-4}$ 를 초과 $2,47 \times 10^{-4}$ 이하)로 하였을 경우 측정장치의 58.1%가 적합하였다. 그리고 직선성을 나타내는 상관계수는 0.932 에서 0.993 의 분포를 나타내었으며 평균은 $0.989 \pm$

0.007이었다. 직선성 상관계수의 권장수준을 98% 이상(기준치에서 2.0% 이내)로 하였을 경우 측정장치 중 97.1%가 적합하였다.

6. 공간분해능은 0.50 mm에서 1.25 mm의 분포를 나타내었으며 평균은 0.87 ± 0.20 mm이었다. 전체 장치의 49.5%가 0.75 mm의 공간분해능을 나타내었으며, 권장수준을 1.0 mm 이하로 하였을 경우 85.7%가 적합하였다. 그리고 대조도 분해능은 3.2 mm(1/8인치)에서 19.1 mm(3/4인치)의 분포를 나타내었으며, 평균은 4.8 ± 3.0 mm였다. 대조도 분해능의 권장수준을 6.4 mm 이하로 하였을 경우 측정장치 중 88.6%가 적합하였다.
7. 슬라이스 두께의 설정치가 5 mm인 경우 측정치의 분포는 4.0 mm에서 7.0 mm였으며, 평균은 5.3 ± 0.6 mm였다. 그리고 10 mm의 설정치에서는 측정치는 9.0 mm에서 11.8 mm의 분포를 보였으며, 평균은 9.9 ± 0.7 mm를 나타내었다. 권장수준을 설정치 ± 1.0 mm이내로 하였을 경우 5 mm와 10 mm의 슬라이스 두께에서 모두 권장수준에 적합한 장치는 91.3%였다.
8. 105대의 측정대상 장치 중 86대(89.1%)에서는 팬텀의 중앙부에 위치한 원형의 알루미늄핀의 모양이 CT영상에서 원형으로 나타났으며, 15대에서는 육각형, 그리고 4대에서는 팔각형으로 나타났다.
9. 99대의 장치를 대상으로 측정한 위치잡이용 중심선의 좌우 방향의 편차는 -11.7 mm에서 +41.7 mm의 범위를 보였으며, 평균은 $+1.96 \pm 1$ mm였다. 상하 방향의 편차는 -11.0 mm에서 +16.0 mm의 범위를 보였으며 평균은 $+0.73 \pm 5$ mm였다. 중심선 정렬의 좌우 및 상하 방향의 권장수준을 ± 3.0 mm과 ± 3.0 mm 이하로 하였을 경우 좌우 방향과 상하 방향 모두 권장수준 내에 든 장치는 68대(70.1%)였다.
10. 측정대상 장치 105대 중 80대(76.2%)에서 artifact가 발생하지 않았으며, 18대에서는 선형 그리고 7대에서는 원형의 artifact가 발생하였다.

결 론 : 권장기준이 마련되어 있지 않은 피사체 크기와 관전압 변화에 따른 CT number를 제외한 11가지 항목(물의 CT number, 노이즈, 균일도, contrast scale, 직선성, 공간 분해능, 대조도 분해능, 슬라이스 두께, 알루미늄 핀의 모양, 중심선 정렬, 아티팩트)에 대하여 본 연구에서 설정한 최소한의 권장기준을 모두 만족시킨 장치는 105대 중 13대(12.4%)였다. 10항목을 만족시킨 장치는 23대(21.9%), 9항목을 만족시킨 장치는 25대(23.8%), 8항목을 만족시킨 장치는 20대(19.0%), 7항목을 만족시킨 장치는 9대(8.6%), 그리고 6개 이하의 항목만 만족시킨 장치는 105대 중 15대(14.3%)이었다.