
3D 영상기법을 이용한 volume측정에 관한 연구

전남대학교병원 진단방사선과

한진수, 은성중, 김태성, 김용완, 이종호, 김극중

목 적 : Volume data를 기초로 한 3D 영상기법을 이용하여 보다 빠르고 정확하게 volume을 측정할 수 있는 scan parameter와 postprocessing방법에 관하여 알아보고자 한다.

대상 및 방법 : 생리식염수와 조영제 Omnipaque(300 mgI/ml)를 70 : 1(saline : Omnipaque, 128.2 ± 3.2 HU) 과 100 : 1(saline : Omnipaque, 87 ± 3.7 HU)의 희석 비율로 희석하고, 이 희석 비율로 200 cc를 각각의 풍선에 담아 첫 번째 조건은 인공물의 영향이나 주변에 비슷한 CT값을 갖는 물질들의 영향을 배제한 상태를 만들기 위해 $20 \times 18 \times 20$ cm의 플라스틱통에 물을 가득 채운 후 조영제가 70 : 1과 100 : 1로 희석된 풍선을 따로 넣어 scan 하였다. 두 번째 조건은 실제 인체의 복부와 거의 비슷한 조건으로 만들어진 복부 phantom속에 70 : 1과 100 : 1로 조영제가 희석된 풍선을 넣었다. Scan시 장비는 QX/i light speed, GE medical system의 multi detector CT를 이용하여 2.5 mm scan thickness, 15 mm table feed, 1 mm slice thickness, pitch 6 : 1의 scan mode와 2.5 mm scan thickness, 7.5 mm table feed, 1 mm slice thickness, pitch 3 : 1의 scan mode로 120 kvp, 200 mA와 120 kvp, 250 mA에서 두 팬텀을 각각 scan하였다. 모든 scan에서 FOV는 27.0×27.0 cm로 동일하게 하였다. 얻어진 image들은 GE Workstation AWS 4.0을 이용하여 post-processing하였다. Post-processing 방법은 첫 번째, artifact와 noise를 고려하지 않은 단순방법으로 주변장기와 분리될 수 있는 하한 HU(25~68 HU)와 상한 HU(500~700 HU) 사이에서 얻어진 voxel을 선택하여 volume을 측정하는 thresholding기법을 이용하였다.

두 번째 방법은 목적장기 내의 최소 HU의 값을 미리 확인하고 그 값에 영향이 없는 범위까지만 thresholding 기법을 이용하여 주변 장기와 분리시킨 후 나머지 분리되지 않은 부분은 scalpel tool을 이용하여 SSD(shaded surface display)와 MIP(maximum intensity projection) technique을 번갈아 가며 주변 장기와의 관계를 살펴 잘라내는 cutting기법을 이용하여 volume을 측정하였다.

volume을 측정하는 post-processing 과정은 풍선의 실제 volume을 모르는 상태에서 thresholding기법과 cutting기법에 관해 미리 숙지한 CT실 방사선사 5명이 각 2회씩 volume을 측정하였으며, 얻은 data의 분석은 물 속에서의 복부 팬텀 속에서 측정된 결과들이 70 : 1과 100 : 1의 희석농도에서 서로 다른 post-processing 방법과 선량(mA)의 변화 그리고 pitch의 변화에 따라 volume에 차이가 있는지를 평균값 비교를 통해 알아보았다.

결 과 : 얻어진 모든 data를 2D axial image상에서 5군데씩 ROI를 그려 HU \pm 표준편차를 측정된 결과 복부 팬텀은 물팬텀에 비해 상대적으로 noise와 artifact 그리고 주변장기에 의한 산란선의 영향이 크고, 선량에 따른 영향은 200 mA와 250 mA에서 큰 차이가 없었으나 pitch에 따라서는 3:1 pitch에 비해 6:1 pitch에서 테이블의 빠른 이동으로 인한 noise와 artifact 가 증가하여 HU값이 낮게 측정되었다.

Post-processing과정에서의 3D Volume의 측정결과는 다음과 같다.

표 1. post-processing기법과 scan parameter의 체적의 비교

postprocessing technique / scan parameter			water phantom		abdomen phantom	
			70:1 (cc \pm SD)	100:1 (cc \pm SD)	70:1 (cc \pm SD)	100:1 (cc \pm SD)
3:1 pitch	thresholding 기법	120 kvp, 200 mA	191.5 \pm 3.2	188.1 \pm 4.2	186.1 \pm 2.67	177.4 \pm 5.1
		120 kvp, 250 mA	192.6 \pm 2.3	186.3 \pm 5.5	183.2 \pm 5.1	181.5 \pm 4.3
	cutting 기법	120 kvp, 200 mA	201.9 \pm 3.1	200.2 \pm 2.5	203.6 \pm 4.7	199.4 \pm 6.3
		120 kvp, 250 mA	203.3 \pm 2.9	202.4 \pm 2.1	198.5 \pm 6.1	199.4 \pm 5.3
6:1 pitch	thresholding 기법	120 kvp, 200 mA	186.9 \pm 7.1	182.1 \pm 8.5	184.1 \pm 2.5	178.3 \pm 5.3
		120 kvp, 250 mA	180.3 \pm 4.1	183.2 \pm 7.1	185.5 \pm 6.3	177.3 \pm 9.1
	cutting 기법	120 kvp, 200 mA	201.9 \pm 3.1	203.7 \pm 4.2	203.6 \pm 3.7	200.3 \pm 4.4
		120 kvp, 250 mA	205.1 \pm 3.4	205.1 \pm 2.3	205.1 \pm 4.0	199.3 \pm 6.1

120 kvp, 250 mA의 parameter와 120 kvp, 200 mA의 parameter간에는 volume측정에 있어 차이를 발견할 수 없었고 cutting기법은 실제 volume과 비교해 약 1~2.5% 정도 과대 측정되었고, thresholding기법은 실제 volume보다 약 4~12% 정도 과소 측정되었음을 알 수 있다. 3:1 pitch와 6:1 pitch의 비교에서는 thresholding 기법으로 측정된 경우 3:1 pitch의 경우 약 1.5% 실제 volume에 가까웠고 cutting기법에서는 차이가 없었다. 팬텀에 따라서는 물 팬텀에서 thresholding 기법으로 측정하였을 때가 복부 팬텀에서 보다 약 1~5% 정도 실제 volume에 가까웠고 cutting기법은 팬텀 간에 큰 차이를 보이지는 않았다.

결 론 : 3D영상 기법을 이용한 volume측정에 있어 cutting기법이 thresholding기법에 비해 유용한 방법이라 생각되며 향후 3D 기법 중 fence기능이나 HU의 값을 임의로 치환할 수 있는 기능들을 이용하고, 동물실험 등을 통한 연구가 뒤따른다면 보다 빠르고 정확하게 목적장기의 volume을 측정하는 것도 가능할 것으로 생각된다.