

위장 CT 검사에서 Ray-sum 기법과 SSD(Shaded Surface Display) 기법의 유용성 분석*

김현주*, 조재환**, 송훈*

요 약

CT검사 후 재구성 영상 처리 기법인 Ray-sum 기법과 Shaded Surface Display(이하 SSD)기법을 분석 및 영상평가를 하여 위암 환자의 입체적인 정보 제공의 유용성 여부를 확인하고자 하였다. 위암환자 20명을 대상으로 64-MDCT를 이용하여 raw data(원시데이터)를 획득한 후 영상 재구성 처리를 하였다. 분석 결과 Ray-sum과 SSD재구성 영상모두 해부학적 구조를 정확히 묘사하는 것으로 평가 받았고, 영상의 정확도 평가에서 Ray-sum, SSD재구성 영상 대부분에서 병변의 위치가 위장 내시경과 일치 하였으며 6cm이상에서 오차가 더 있음을 알 수 있었다. 또한 병변에 대한 영상판독결과와 내시경 및 병리학적 소견의 일치도가 높음을 알 수 있었다.

The usability analysis of the Ray-sum technique and SSD (Shaded Surface display) technique in stomach CT Scan

Hyun-joo, Kim*, Jae-Hwan Cho**, Hoon Song*

ABSTRACT

The analysis and image evaluation the Ray-sum technique and Shaded Surface Display (under SSD) technique which is the reconstruction image processing technique after the CT scan was evaluated and the usability of the three-dimensional information offering was confirmed in the patient with stomach cancer. After obtaining the raw data by using 64-MDCT in 20 patient with stomach cancers, the image reconstruction processing was done. It was evaluated to describe accurately the analyzed result Ray-sum and SSD reconstruction image everyone anatomical structure. In the precision estimation of the image, the lesion location could coincide in the Ray-sum and SSD reconstruction image majority with the gastro fiberscope and we can know that the gastro fiberscope over 6cm that there was the error. In addition, We could know that degree of accordance of the results of the image interpretation about the lesion and endoscope and pathological opinion were high.

Key Words : stomach cancer, Ray-sum, SSD

1. 서론

위장 암의 경우 국내에서는 1980년도 후반부

터 현재에 이르기까지 전체 사망원인 중 암이 제1위를 차지하고 있으며 그 중 위장 암의 경우 구미 선진국에서는 감소되고 있는 추세이나 아직도 한국, 일본 등에서는 가장 높은 빈도를 차지하고 있다. 위장 암의 경우도 가족력에 영향을 많이 받고 있지만 그 다음의 발병인자는 식습관으로 유수의 학회에서 발표된바 있다. 위장 암의 경우 현재 임상에서는 최초의 발견 시기 또는 진행 정도에 따라 조기 위장 암(Early gastric cancer) 과 진행성 위장 암으로 나누고

※ 제일저자(First Author) : 김현주
접수일:2011년 04월 26일, 수정일:2011년 05월 19일
완료일:2011년 05월 25일
* 순천향대학교 부천병원 영상의학과
gidoong75@naver.com
** 교신저자 : 조재환
** 경산1대학 방사선과

있다. 보통 조기 위장 암(Early gastric cancer)의 경우 내시경을 이용한 근치적 절제술로서 치료가 시행되고 있고 진행성 위장 암(Advanced gastric cancer)의 경우에는 외과적인 수술로서 치료를 하고 있다. 수술방법으로는 암의 침윤 정도와 발견부위에 따라 위 전체를 절제하는 위 전 절제술과 75%에서 80%를 절제하는 위장 아 전 절제술을 시행하며 이러한 경우는 동시에 림프절 절제술을 함께 시행하고 있다. 수술 전 외과 의사들은 위 절제 범위의 결정에 있어 위장 전체를 파악하고 있으며, 그 방법은 BaSo4(황산 바륨)을 이용하여 흡수차를 주어 질병을 판단하는 고식적 위장관 조영술(Upper Gastric Intestine study)을 영상의학과에 많이 의뢰하여 수술 시 참고하고 있는 실정이다. 고식적 위장관 조영술은 비교적 간단한 준비와 비 침습적인 검사로 위장 질환의 진단에 사용되지만 중복음영을 피해 병소를 진단해야하는 문제, 식도나 위의 협착 등의 환자의 상태나 협조가 이루어지지 않으면 검사의 어려움이 많다는 단점이 있다. 이러한 경우 다른 영상의학 검사로 대처하는 경우가 많으며 그 방법으로는 대부분 Computed Tomography(이하 CT)영상을 활용하고 있다. CT의 경우 정맥으로 조영제를 주입하여야 하는 단점은 있지만 위장의 전체적인 윤곽뿐만 아니라 위장의 점막 병변, 위장 암의 침윤 정도, 위장 암의 원인분석 위장 암의 발생위치 등을 알 수 있으며, 의학기술의 발달과 더불어 3차원 재구성 소프트웨어의 개발을 통하여 보다 사실적인 묘사까지 표현할 수 있기 때문에 현재는 위장 암 수술 전 CT영상을 보다 더 선호하는 추세이다.

CT영상을 처리하는 영상 처리 기술은 전문의들에게 있어 치료나 수술을 위한 계획과 방법 등을 결정하는데 매우 중요한 역할을 하고 있으며 현재의 진단은 의료인들의 전문적 지식과 경험에 의해 시각적으로 이루어지고 있다. 따라서 이를 컴퓨터를 이용한 시스템으로 수행 한다면 시간 단축과 함께 진단의 정확성을 높일 수 있으며 이로써 많은 양의 진료 또한 이루어 질 수 있다^[1].

컴퓨터가 의료 영상을 분석하고 진단 할 수 있는 시스템을 구축하기 위한 첫 단계로 의료 영상을 정확하게 분석 할 수 있는 알고리즘 개발이 선행되어야 한다^[2-7]. 이에 본 연구자는 CT

검사 후 재구성 영상 처리 기법인 ray sum 기법과 Shaded Surface Display(이하 SSD)기법 분석 및 영상평가 방법을 이용하여 외과적 수술이 필요한 위암 환자의 병변에 따른 입체적인 정보 제공의 유용성 여부를 확인하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 연구 대상

2010년 9월부터 2011년 3월까지 위장 내시경을 통하여 위장 암으로 판정 받은 내시경 검사자 63명 중 외과적 수술을 목적으로 전산화 단층촬영을 시행한 20명을 대상으로 각각의 전산화 단층촬영 영상의 volume data를 이용하였다. 또한 실험의 정확성을 위해 체질량지수(BMI: Body Mass Index)를 측정하여 정상 수치의 오차범위 안에 있는 환자들의 영상 데이터를 이용하였다. 영상 데이터는 정확성을 위해 동일한 장비 동일한 검사조건으로 얻은 전산화 단층 촬영 영상 데이터를 이용하였다.

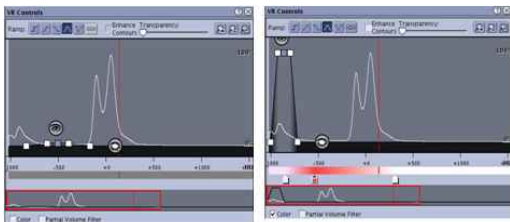
2.2 데이터 획득

본 연구를 위해 64-MDCT(LightSpeed VCT Xte, GE Healthcare, Milwaukee, USA)전산화 단층촬영 장비를 이용하였으며, 위장 암으로 판정 받은 내시경 검사자 63명 중 외과적 수술을 목적으로 전산화 단층촬영을 시행한 20명의 영상 데이터를 이용하였으며 데이터는 위장암 수술 전 CT검사 시 이용되는 프로토콜을 적용하였으며, 다음과 같다 파라미터로는 관전압 120kVp, 선량은 두께에 따른 감약차를 자동으로 인식하여 조절해 주는 자동선량조절(AEC: automatic exposure control)를 채택하였으며 40 mm Detector coverage, 0.625 mm의 helical thickness, scan type은 helical mode, rotation time은 0.6sec로 설정하였다. coverage speed는 65.62mm/sec, pitch/speed는 0.984:1로 설정하였다. 환자 전 8시간 이상 금식을 시행하고 검사 20분 전에 위장관의 연동을 억제시키기 위하여 부스코판(Boehringer Ingelheim, Germany) 1Amp(20mg/ml)을 정맥주사 하였으며, 검사직전 위장의 팽창을 위하여 발포제(탐발포지 과립4g) 2포를 경구투여 하였고 환자의 자세는 엎드린

자세로 검사하였다. 영상은 조영제 주입 전 영상, 동맥상, 정맥상으로 총 3phase영상으로 검사하였다. 검사 범위는 위장을 포함 한 복부 전체로 정하고 검사하였으며, 획득한 전산화 단층 촬영 영상 데이터를 실험에 이용하였다.

2.3 데이터 후처리

획득된 원시데이터를 이용하여 영상 재구성 처리를 하였다. 재구성 영상 처리는 Ray-sum 영상과 SSD영상으로 후처리를 하였으며 SSD재구성 영상의 경우 위장 부위의 CT number 값과 일치하는 범위를 역치값으로 지정해서 일치하는 범위의 복셀만을 선택하였고 선택된 복셀들의 원래 number값을 버리고, 일정 수준 이상의 값으로 높여 재구성하였고 밝기를 조절하여 명암을 만들어 대조도를 나타내는 방법으로 실험시 다음과 같이 설정을 하였다. 조절인자로는 역치값 -700에서 -1000의 범위, 불투과도 100%, 밝기 100%로 선택 하여 재구성 처리를 하였다. Ray sum 영상을 만들기 위한 조절인자로는 역치값 -200에서 -900의 범위, 불투과도 0%, 밝기 100%로 선택하였고 이 값을 시각적 진단 영역 범위 내의 평균치를 적용하여 Ray-sum 영상을 재구성 처리 하였다(그림1). 모든 데이터의 재구성 처리는 Advantage workstation(Version 4.4, GE, USA)프로그램을 이용하였다. 통계적 분석 방법은 spss ver16 이용하였으며, P값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

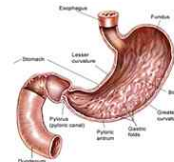


(그림1) Ray-sum(left)기법과 SSD기법(right)의 재구성 파라미터 조절창

2.4 해부학적 구조의 묘사 평가

위장 CT영상의 원시데이터를 이용하여 Ray-sum과 SSD로 재구성한 후 위장 질환 판별시 기본적으로 묘사되어야 할 해부학적 구조인

위저부(fundus), 위 체부(body), 대만곡(greater curvature), 소만곡(lesser curvature), 유문부(pylorus)에 대하여 정확히 묘사가 되었는지를 확인하기 위해 복부판독 전문의3명에게 의뢰하여 Unacceptable(부적합;1점), Suboptimal(차선의;2점), Adequate(충분한;3점), Good(좋음;4점), Excellent diagnostic quality(진단하기 좋은 질의 영상;5점)의 5단계인 5점 척도로 평가하였다(그림2).



A) 위장의 해부학적 사진



B) Ray-sum 영상

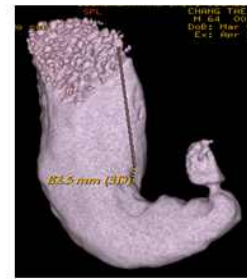
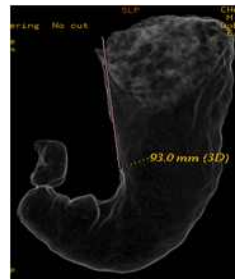


C) SSD 영상

(그림2) 위장의 해부학적 사진 및 Ray-sum, SSD기법의 재구성 영상

2.5 영상의 정확도 평가

위장 CT영상의 원시데이터를 이용하여 Ray-sum과 SSD로 재구성한 후 소화기 내과에서 시행하는 위장 내시경(gastro fiberscope) 영상과 비교하여 병변의 위치의 일치도 정도를 측정하였다. 일치도 측정방법은 재구성 영상에서 위 식도 접합부(gastroesophageal junction)또는 유문부(pylorus) 종양까지의 거리를 측정하였다(그림3).



(그림3) 위장 재구성 영상에서 위 식도 접합부(gastroesophageal junction) 또는 유문부(pylorus) 종양까지의 거리를 측정하였다

(그림3) Ray-sum(left)영상과 SSD(right)영상의 병변거리 측정

2.6 질환에 대한 판독결과의 동일성 평가

위장 CT영상의 원시데이터를 이용하여 Ray-sum과 SSD로 재구성한 후 내시경 및 병리학적 소견과 CT 재구성 영상을 각각 무기명 영상으로 영상저장 및 전송체계(PACS; Piview STAR version 5.0, INFINITT)에 전송하였고 복부판독 전문의 3명에게 영상 판독을 의뢰하였다(그림4) (그림5). 일치율을 검정하기 위하여 교차분석을 이용하였고 Cohen's Kappa test를 이용하여 검정하였으며, Cohen's Kappa value가 0.6이상일 경우 일치율이 높다고 본다.



(그림4) 동일한 병변의 Ray-sum(left)영상과 위장 내시경(gastro fiberscope)(right)



(그림5) 동일한 병변의 SSD(left)영상과 위장 내시경(gastro fiberscope)(right)

3. 결과

1. 해부학적 구조의 묘사 평가

위장 CT영상의 원시데이터를 이용하여 Ray-sum과 SSD로 재구성한 후 위장 질환 판별시 기본적으로 묘사되어야할 해부학적 구조의 묘사 정도에 대한 통계결과 Ray-sum으로 재구성한 영상의 경우 Good(4점)이 26예, Adequate(3

점)가 15예로 평가 되었으며 ANOVA검정을 이용 통계처리 결과 0.001(p<0.05)로 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

SSD재구성 영상의 경우는 Adequate(3점)가 30예, Suboptimal(2점)이 17예, Good(4점)이 12예로 평가되었으며 ANOVA검정을 이용 통계처리 결과 0.002(p<0.05)로 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다<표 1>.

<표 1> Ray-sum과 SSD로 재구성 영상의 해부학적 구조의 묘사 평가표

		Unacceptable(1점)	Sub optimal (2점)	Adequate (3점)	Good(4점)	Excellent (5점)	p-value
Ray-sum	A*	0	1	7	10	2	0.001
	B*	0	4	8	7	1	
	C*	0	1	10	9	0	
SSD	A*	1	9	8	2	0	0.002
	B*	0	7	10	3	0	
	C*	0	1	12	7	0	

A*,B*,C*= observer for image evaluation

2. 영상의 정확도 평가

위장 내시경(gastro fiberscope) 영상을 기준으로 Ray-sum과 SSD의 재구성 영상을 대상으로 병변의 위치의 일치도 정도를 측정한 결과 위장 내시경과 대부분의 병변이 일치하였으나 Ray-sum재구성 영상의 경우 병변의 크기가 6~8cm일때 위 식도 접합부에서 1예, 8~10cm에서 유문부에서 1예, ≥10cm일때 유문부에서 1예에 대하여 일치하지 않게 측정되었다. 또한 SSD재구성 영상의 경우 6~8cm일때 위 식도 접합부에서 1예, 8~10cm에서는 위 식도 접합부에서 1예로 일치하지 않게 측정되었다<표 2>.

<표 2> 영상의 정확도 평가를 위한 위치 측정표

		0~2cm	2~4cm	4~6cm	6~8cm	8~10cm	≥10cm	Total
내시경	GS*	2	4	6	2	0	0	14
	P**	1	0	1	1	1	2	6

Ray-sum	GS*	2	4	6	1	1	0	14
	P**	1	0	1	1	2	1	6
SSD	GS*	2	4	6	1	1	0	14
	P**	1	0	1	1	1	2	6

GS=distance from gastroesophageal junction, P=distance from pylorus

3. 질환에 대한 판독결과의 동일성 평가

Ray-sum과 SSD로 재구성한 영상의 판독결과와 내시경 및 병리학적 소견의 일치성 여부를 확인한 결과 Ray-sum재구성 영상의 경우 조기 및 진행성 위암에서 민감도가 높았으며 일치도를 검정하기 위하여 교차분석을 이용하여 Cohen's Kappa test를 검정한 결과 Cohen's Kappa Value값이 0.794로 79.4%가 통계학적으로 일치하는 것으로 분석되어 일치도가 높았으며, SSD재구성 영상의 경우 진행성 위암에서 민감도가 높았으며 Cohen's Kappa test를 검정한 결과 Cohen's Kappa Value값이 0.636으로 63.6%가 통계학적으로 일치하는 것으로 분석되어 일치도가 높게 평가되었음을 알 수 있었다 <표 3>.

<표 3> 질환에 대한 판독결과의 동일성 비교평가

	조기 위암										진행성 위암										Total				
내시경 및 병리학적 소견																					9	1	1	20	
Ray-sum 판독결과																									20
일치도(%)	79.4%																								
SSD 판독결과																									20
일치도(%)	63.6%																								

4. 고찰 및 결론

과거 수술이 필요한 진행성 위암의 경우 수술 시 절제 부위나 수술이 필요한 병변부위의 2차원적인 영상을 머릿속에서 상상을 통하여 3차원적인 해부학적 구조로 연관시켜 이해하거나 고

식적 위장관 조영술에 의존해왔다. 고식적 위장관 조영술은 수술 전 위 절제 범위의 결정에 있어 위 전체를 파악할 수 있기 때문에 외과의사에게는 중요한 검사 방법이었다. 그러나 고식적 위장관 조영술은 중복음영을 피해야 하는 등의 여러 가지 단점이 있고 내시경의 기기 및 기술의 발달, 직접생검을 통한 확진하는 경우가 증가하였고, 방사선학적 검사기술의 급속한 발전으로 대체할 수 있는 검사가 늘어남에 따라 검사빈도가 현저하게 감소하는 추세이다^[8].

Kim^[9]은 기존의 위장 내시경이 점막 병변의 발견에는 유용하지만 전체적인 위장의 구조를 볼 수 없어 고식적 위장과 조영술이나 CT검사 등의 추가 검사가 필요한 반면 Ray-sum 또는 SSD기법의 경우 한번의 검사를 통하여 위의 국소 병변 및 위의 전체 구조를 동시에 보여주는 장점으로 말하고 있다. 또한 이를 바탕으로 수술 전 계획을 세우는데 유용하게 쓰일 수 있음을 강조하였다. Kim^[10]등은 Ray-sum 또는 SSD기법이 특히 위장의 발육형 병변의 성상과 악에 유리하며, 내시경이 특정 각도에서만 병변을 파악할 수 있고 일부 맹점이 있을 수 있음에 비해 Ray-sum 또는 SSD기법의 재구성 영상은 모든 방향으로 재구성 할 수 있기 때문에 이러한 내시경의 단점을 극복할 수 있다고 하였다.

실험결과에 따르면 위장의 해부학적 구조의 묘사 정도에 대한 통계결과 Ray-sum으로 재구성한 영상의 경우 Good(4점)이 16예, Adequate(3점)가 15예로 평가 되었으며, SSD재구성 영상의 경우는 Adequate(3점)가 20예, Suboptimal(2점)이 17예, Good(4점)이 12예로 평가되어 통계처리 결과 0.001(p<0.05), 0.002(p<0.05)로 통계적으로 유의한 차이가 있어 Ray-sum과 SSD재구성 영상이 해부학적 구조를 정확히 묘사하는 것으로 평가 되었다. 또한 영상의 정확도 평가에서 Ray-sum, SSD재구성 영상 모두 6cm이상에서 오차가 나타났으며 유문부(pylorus)보다 위 식도 접합부(gastroesophageal junction)에서 오차가 더 많았음을 알 수 있었다.

Ray-sum과 SSD로 재구성한 영상의 판독결과와 내시경 및 병리학적 소견의 일치성 여부를 확인하기 위해 질환에 대한 판독결과의 동일성 여부를 평가한 결과 Ray-sum재구성 영상의 경우 Cohen's Kappa Value값이 0.794로 79.4%가

통계학적으로 일치하는 것으로 분석되어 일치도가 높았으며, SSD재구성 영상은 Cohen's Kappa Value값이 0.636으로 63.6%가 통계학적으로 일치하는 것으로 분석되어 일치도가 높게 평가되었음을 알 수 있었다.

결론적으로 조기 또는 진행성 위암 등의 진단이나 치료를 위해 시행되는 CT 검사에서 미세 병변의 발견율에 대한 정도는 관독자의 주관 및 검사 시작단계의 준비 상태에 따라 상이한 결과를 나타낼 수 있으므로 선택적 검사가 필요 하지만 고식적 위장관 조영술이 갖는 입체적 정보 제공 뿐만 아니라 병변의 위치 파악을 하는 자료로서의 역할을 간편하게 대체 수행할 수 있으며 기존의 위내시경 검사가 가지는 한계를 보완할 수 있었으며, Ray-sum과 SSD로 재구성한 영상을 상황에 맞게 취사선택하여 이용한다면 수술적 치료 방침의 결정에 있어서 수술자에게 정확한 3차원적 정보를 제공함으로써 외과적 수술이 필요한 위암환자의 수술 계획이나 절제범위 등의 결정에 참고할 수 있는 정보 제공의 방법으로 유용할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] J. K. Udupa and G. T. Hermen, "3D Imaging in Medicine," CRC Press, 1991.
 [2] H. E. Burdick, "Digital Imaging theory and application," McGraw_Hill, inc. 1997.
 [3] S. E. Umbaugh, "Computer Vision and Image processing : A Practical Approach Using CVPITools," Prentice Hall PTR, 1998.
 [4] D. H. BALLARD and C. M. BROWN "Computer Vision," Prentice Hall, 1982.
 [5] J. R. Parker, "Algorithm for image processing and Computer Vision," John Wiley and Sons, inc. 1997.
 [6] M. J. CARLOTTO, "Histogram Analysis Using a Scale Space Approach," IEEE Transaction on PAMI, Vol. 30, No. 1, pp 121-129, 1987.
 [7] S. H. Yoo, J. S. Cho, S. M. Noh, K. S. Shin, J. W. Park, "Advanced Liver Segmentation by Using Pixel Ratio in Abdominal CT Image" 2000 International Technical Conference on Circuits/ Systems, Computers and Communications, Vol. 1, No. 1, pp. 39-42, 2000.
 [8] Kurtz RC, Sherlock P. The diagnosis of gastric cancer. Semin Oncol. Vol. 12, No. 1 pp. 11-18. 1985.

[9] Kim SH, Han JK, Lee KH, Chung JW, Yang HK, Choi BI. Computed tomography gastrography with volume-rendering technique: correction with double contrast barium study and conventional gatrography. J Computed Assist Tomography Vol. 27, No. 1, pp. 140-149, 2003.
 [10] Kim JH, Park SH, Hong HS, Auh YH. CT gastrography. Abdomen Imaging Vol. 30, No. 1, pp. 509-517, 2005.

김 현 주



2010년 : 순천향대학교 대학원 (의료정보학석사)

2001년~현재 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
 관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보, 의료영상처리(medical image processing)

조 재 환



2010년 : 순천향대학교 대학원 (의료정보학석사)

2010년 : 순천향대학교 대학원 (컴퓨터공학과 의료영상처리 박사 과정중)

2002년~2010년 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과
 2010년~현재 : 경산1대학 방사선과 교수
 관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보

송 훈



2010년 : 순천향대학교 대학원 (의료정보학석사)

2001년~현재 : 순천향대학교 부천병원 영상의학과

관심분야 : 정보보호(Personal Information), 의료정보, 의료영상처리(medical image processing)