

자기공명영상을 이용한 늑막 삼출액과 누출액의 감별¹

김태훈 · 이상윤 · 강호영 · 김수란 · 양상규 · 신소영 · 이신형 · 이창준

목 적 : 늑막유출액(pleural effusion)의 자기공명촬영영상에서 조영증강으로 삼출액(exudate)과 누출액(transudate)이 감별이 되는지 알고자 한다.

대상 및 방법 : 늑막유출액을 보인 환자 18명중 늑막유출액의 분석과 임상적 소견으로 늑막누출액 8명, 삼출액 10명을 대상으로 하여 늑막유출액의 단백질비(늑막유출액의 단백질량/ 혈청의 단백질량)와 T1강조영상에서 늑막유출액의 피하지방에 대한 상대적 신호강도를 비교 분석하였다. 스핀에코 T1강조영상과 조영증강 후 15분과 30분에 T1강조영상을 얻어 누출액과 삼출액의 조영제 주입 전후의 상대적 신호강도를 비교 분석(t-test)하였다.

결 과 : T1강조영상에서 늑막유출액의 단백질비와 늑막유출액의 신호강도는 상관관계가 없었고($r=0.27$, $P=0.381$), 스핀에코 T1강조영상에서 누출액의 신호강도는 평균치가 $0.18(\pm 0.04)$, 삼출액은 $0.24(\pm 0.07)$ 이었으며 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 늑막누출액의 경우 조영전과 비교하여 조영후 15분의 신호강도의 평균치가 $0.20(\pm 0.06)$ ($P>0.05$), 조영후 30분의 신호강도의 평균치가 $0.26(\pm 0.08)$ ($P>0.05$)으로 유의성이 없었다. 늑막삼출액의 경우 조영전과 비교하여 조영후 15분의 평균치가 $0.32(\pm 0.06)$ ($P<0.05$), 조영후 30분의 평균치가 $0.39(\pm 0.06)$ ($P<0.05$)로 유의하게 조영증강이 되었다.

결 론 : 조영증강전 T1강조영상으로는 삼출액과 누출액의 감별이 되지 않았으며 조영증강 후 15분과 30분의 T1강조영상으로 삼출액과 누출액을 감별할 수 있다.

서 론

늑막유출액(pleural effusion)이 있는 환자에 있어서 삼출액(exudate)과 누출액(transudate)의 감별과 그 원인 질환을 밝히는 것이 중요하다. 누출액은 모세혈관의 정수압의 증가 또는 콜로이드 삼투압의 감소에 의하여 발생되며, 치료는 울혈성 심부전 등의 원인질환을 치료한다. 삼출액은 늑막의 염증과 종양 등에 의하여 모세혈관의 투과성이 증가하여 발생되며, 원인 질환을 밝히기 위한 진단적 방법, 즉 세포병리학, 늑막생검 등이 필요하다(1). 자기공명영상을 이용하여 늑막액의 성상을 알아 보기 위하여 늑막액 유사체(2), 늑막천자술로 얻은 검사물(3)을 이용한 체외 실험과 실험동물(4)을 이용한 연구가 있어 왔다. 누출액과 삼출액의 감별에 있어서 스핀에코 T1과 T2 강조영상을 이용한 연구에 의하면 체외에서는 감별이 되었지만 생체내(in vivo)에서는 가능하지 않다고 하였다(5, 6). 저자들은 늑막유출액이 있는 환자에서 Gd-DTPA를 혈관주입

후 15분과 30분에 T1강조영상을 얻고 조영전 T1강조영상에서의 신호강도와 비교하여 누출액과 삼출액을 감별해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 8월부터 1996년 2월까지에 내원한 환자중 단순 흉부촬영상 늑막유출액이 있는 18명을 대상으로 하였으며 환자의 연령은 23-85세(평균 52.5세)였고, 남녀비는 16:2이었다. 자기공명영상을 시행한 시점과 화학적 분석을 위한 늑막천자술을 시행한 시점 사이의 시간 간격은 가능한 가깝게 하여 2.7일 이었다. 늑막천자술을 시행한 13명 모두에서 늑막천자술 후 자기공명영상을 시행하였다. 늑막유출액의 누출액과 삼출액의 감별은 13명에서는 늑막천자술로 얻은 늑막유출액의 화학적 분석으로 하였으며, 울혈성 심부전 환자 4명에서는 임상적 소견으로 누출액으로 간주하였다. 중피종 환자 1명에서는 늑막천자술로 얻은 늑막유출액이 일반화학적 분석이 불가능한 끈적끈적한 점액성 액체이어서 늑막삼출액으로 간주하였다. 늑막액의 화학적 분석은 단백질, 유산탈수소효소(LDH), 포도당, 세포수, 세포

¹ 국립의료원 진단방사선과

이 논문은 1996년 5월 10일 접수하여 1996년 8월 26일에 채택되었음

진단학, 배양을 하여 분석하였고, 늑막유출액의 단백질과 혈청 단백질의 비율이 0.5이상이거나 늑막유출액과 혈청 유산탈수소효소(LDH)의 비율이 0.6 이상이거나 늑막유출액의 유산탈수소효소가 200IU 이상인 경우에 늑막삼출액으로 하였으며, 이 세가지 조건에 맞지 않을 경우에 늑막누출액으로 하였다(7, 8). 늑막누출액의 원인으로는 울혈성심부전 5명, 저단백혈증을 나타내는 전신질환 1명, 간경화증 1명, 간암 1명이었다. 늑막삼출액의 원인으로는 폐결핵 7명, 폐암 2명 중피종 1명이었다. 자기공명영상 기기는 1.0T 초전도 자석기기(Picker, Cleveland, USA)를 사용하였다. 평상호흡상태에서 스핀에코 횡단 T1영상(TR/TE = 400/16)을 얻었으며, 체중 1Kg당 0.1mmol Gd-DTPA (Magnevist®, Schering, Germany)를 정맥 주입한후, 15분과 30분에 조영증강전과 동일한 면과 위치에서 조영증강후 T1강조영상을 얻었다. 울혈성심부전 1명에서는 심한 호흡곤란과 흉통을 호소하여 조영후 30분에 실시할 T1강조영상을 하지 못했다. Matrix수는 192×256, FOV는 40 cm, 절편두께는 6.5mm, 단면 Gap은 1.5mm, 여기횟수는 3 회로 하였다. 조영전 T1강조영상과 조영후 15분과 30분에 얻은 T1강조영상에서 늑막누출액과 삼출액의 신호강도를 비교 분석하였다. 늑막유출액의 단백질량/혈청단백질량의 비율과 T1강조영상에서 늑막유출액의 신호강도를 비교 분석하였다. 늑막유출액의 신호강도는 피하지방의 신호

강도를 1로 한 상대적 비율로 하였다. 신호강도의 측정은 세번하여 평균치를 구하였다. 피하지방의 신호강도를 측정 할때는 방사주파의 침투의 차이를 최소화하기 위해 좌, 우 측의 앞, 뒤에서 측정한 네군데의 신호강도의 평균치를 계산하였다. 횡단면은 운동인공음영(motion artifact)의 영향을 덜 받는 심장 후부에서 하였고, 늑막유출액이 많은 부위를 선택하였다. 심한 호흡곤란을 호소하는 환자에서는 스캔시간을 줄여야 했기 때문에 본 연구에서는 EKG-gating과 Respiratory-gating을 하지 않았다.

상관분석(correlation analysis)을 이용하여 늑막유출액의 단백질비와 T1강조영상에서 상대적 신호강도 간의 상관계수를 구하였다. 누출액과 삼출액의 조영증강 전후의 상대적 신호강도를 비교 분석하기 위한 통계 방법으로는 t-test를 적용하였고 p값이 0.05미만인 경우에 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

늑막누출액의 스핀에코 T1강조영상에서 피하지방에 대한 상대적 신호강도의 평균치는 0.18이었고, 늑막삼출액은 0.24이었으며 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 늑막누출액의 경우 조영전과 비교하여 조영후 15분의 신호강도의 평균치가 0.20($P>0.05$), 조영후 30분의 신호강

Table 1. Mean Values and Standard Deviation of Signal Intensities of Pleural Effusion(Relative Value Compared to Fat with Intensity of 1).

Diagnosis	Number of Patients	Precontrast T1WI	Postcontrast T1WI	
			After 15minutes	After 30minutes
Transudates	8	0.18(±0.04)	0.20(±0.06)	0.26(±0.08)
Exudates	10	0.24(±0.07)	0.32(±0.06)	0.39(±0.06)

Table 2. Relative Value of Signal Intensities(Effusion/Fat) Ratio by the Effusion/Serum Protein Ratio.

Case	Age/Sex	Diagnosis	Effusion/serum protein ratio	Relative signal intensity		
				Precontrast	15min	30min
1	60/F	hypoalbuminemia	0.25	0.14	0.16	0.18
2	57/M	liver cirrhosis	0.4	0.22	0.19	0.22
3	67/M	hepatoma	0.43	0.26	0.27	0.33
4	78/M	congestive heart failure	0.5	0.14	0.16	0.18
5	58/M	pulmonary Tbc	0.56	0.26	0.33	0.36
6	30/M	pulmonary Tbc	0.61	0.18	0.26	0.35
7	23/M	pulmonary Tbc	0.69	0.41	0.33	0.41
8	85/M	lung cancer	0.71	0.21	0.32	0.35
9	58/M	lung cancer	0.765	0.19	0.39	0.44
10	29/M	pulmonary Tbc	0.77	0.17	0.27	0.34
11	25/M	pulmonary Tbc	0.80	0.17	0.24	0.38
12	32/M	Pulmonary Tbc	0.81	0.21	0.32	0.34
13	44/M	pulmonary Tbc	0.98	0.30	0.30	0.52

Abbreviation : 15min : postcontrast T1WI after 15 minutes, 30min : postcontrast T1WI after 30minutes

도의 평균치가 0.26($P>0.05$)으로 유의성이 없었다. 늑막삼출액의 경우 조영전과 비교하여 조영후 15분의 평균치가 0.32($P<0.05$), 조영후 30분의 평균치가 0.39($P<0.05$)로 유의하게 조영증강이 되었다. 늑막유출액의 조영전, 조영후

T1강조영상에서의 상대적 신호강도는 Table 1에 요약하였다. 늑막삼출액에서 늑막유출액의 단백질량/혈청 단백질량의 비율과 T1강조영상에서 신호강도 간의 관계는 유의한 상관관계가 없었다($r=0.27$, $p=0.381$) (Table 2).

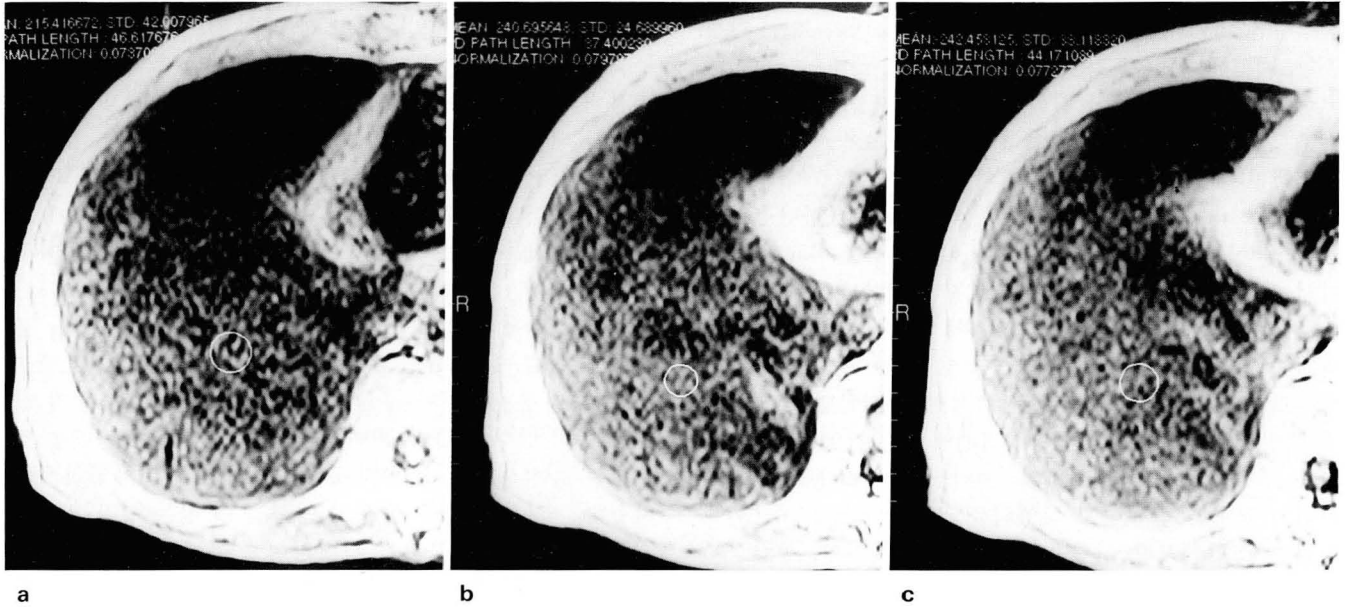


Fig. 1. 57-year-old man with transudative pleural effusion due to liver cirrhosis.
a. On axial T1-weighted images(TR 400, TE 16), measured signal intensity of pleural effusion is 215.
b. On postcontrast 15 minutes axial T1-weighted images(TR 400, TE 16), measured signal intensity of the pleural effusion is 240.
c. On postcontrast 30 minutes axial T1-weighted images(TR 400, TE 16), measured signal intensity of the pleural effusion is 242.
Note that there is no significant enhancement of the pleural effusion.

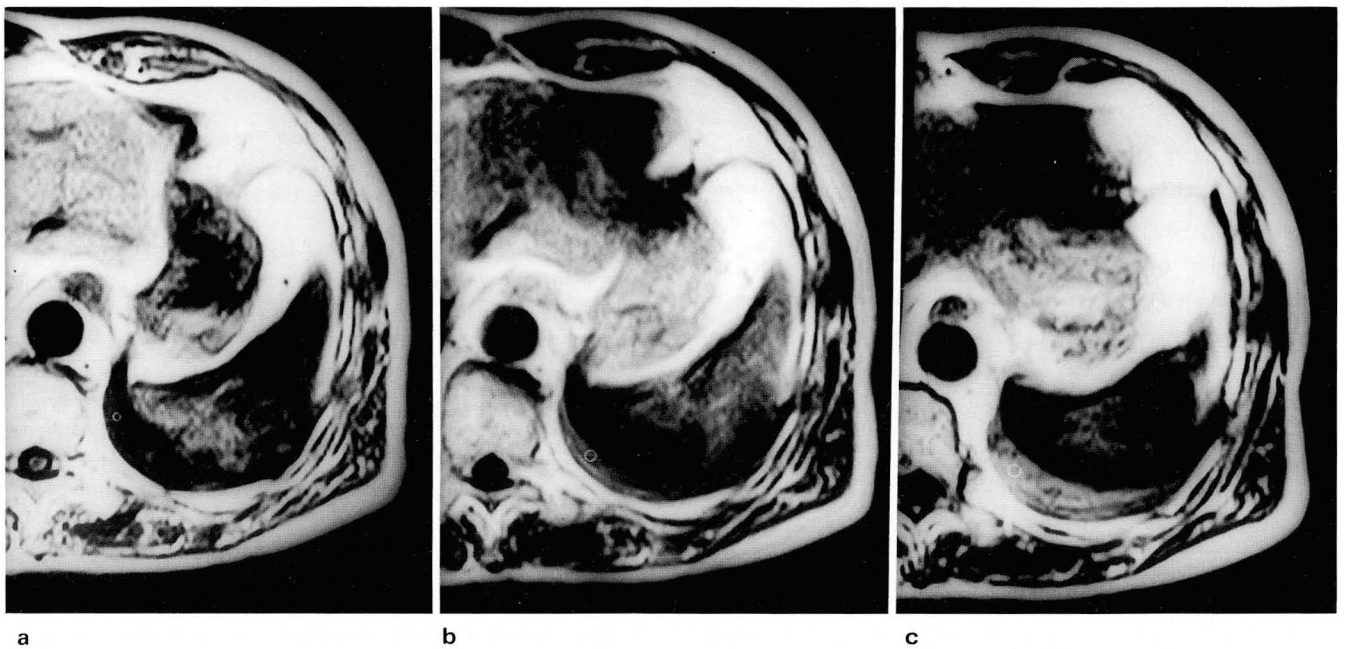


Fig. 2. 58-year-old man with exudative pleural effusion due to lung cancer.
a. On axial T1-weighted image(TR 400, TE 16), measured signal intensity of the pleural effusion is 245.
b. On postcontrast 15 minutes axial T1-weighted image(TR 400, TE 16), measured signal intensity of the pleural effusion is 488.
c. On postcontrast 30 minutes axial T1-weighted image(TR 400, TE 16), measured signal intensity of the pleural effusion is 564.
Note that there is significant enhancement of the pleural effusion.

고 찰

늑막유출액이 있는 환자에서 늑막유출액이 누출액인지 삼출액인지 감별하는 것이 중요하다. 늑막유출액의 원인으로서는 누출액의 경우 울혈성 심부전, 간경화, 신부전, 저단백증을 나타내는 전신질환이 있고, 삼출액의 경우 악성 종양, 폐렴에 동반된 늑막유출액, 폐결핵, 췌장염, 폐경색, 전신성홍반성낭창 등이 있다(8). 늑막천자를 못하거나 어려운 경우인 항응고제를 투여하는 경우나 소방형성된 늑막유출액의 경우 누출액과 삼출액의 감별이 비침습적인 방법이 필요하다(2). Vock 등(9)에 의하면 전산화단층촬영(CT)을 이용하여 늑막액 유사체의 CT 번호를 비교한 연구에서 체외에서는 감별이 가능하였지만 생체내에서는 운동에 의한 인공음영 때문에 누출액과 삼출액의 감별이 가능하지 않았다고 한다.

자기공명촬영상에서 저류된 액체를 분석하면 구성성분에 대한 정보를 알 수 있는데, 생체액의 자기공명 이완 시간은 구성세포, 단백질, 지질, 여러종류의 거대분자 등에 의하여 영향을 받는다고 하였다(2, 3). Brown JJ 등(3)에 의하면 스핀-격자 이완률($1/T_1$)은 단백질량, 몰랄삼투압농도, 비중과 중등도의 상관관계가 있으며 자기이완율이 단백질량이 증가함에 따라 짧아지는 이유는 거대분자인 단백질의 전체표면적이 증가함에 따라 수화된 물분자가 많아지기 때문이라고 한다. 또한 자기공명 이완 시간은 거대분자와 물분자와의 상호관계에 의하여 영향을 받으며, 작은 분자로 이루어진 수화된 분자와 상자성 이온에 의해서도 영향을 받는다고 한다(10-13). Davis SD 등(5)에 의하면 늑막삼출액에서 단백질량, 늑막유출액의 LDH/혈청 LDH 비율이 높아짐에 따라 스핀-격자 이완 시간이 짧아진다고 하였다. LDH는 매우 적은 양으로 존재하는 효소이므로 LDH가 증가함에 따라 T1강조영상에서 신호강도가 증가하는 것은 LDH 그 자체로 설명할 수 없다. 삼출액에서 LDH가 증가한다는 것은 늑막의 손상과 염증을 반영하기 때문이며 이와 달리 늑막누출액은 늑막의 손상이 없고 모세혈관의 정수압 또는 혈청 교질삼투압의 변화에 기인한다고 하였다(5, 8). 저자들의 경우 LDH비율과 T1강조영상에서 늑막유출액의 신호강도와와의 상관관계는 대상 환자가 적어서 비교 분석을 하지 못하였다. Terrier 등(14)에 의하면 T1강조영상에서의 신호강도가 다양한 종류의 액체를 감별하는데 도움을 준다고 하였고, 비출혈성 늑막유출액에서 신호강도의 차이는 주로 단백질 양의 차이에 의한다고 한다. 저자들의 경우 늑막유출액의 단백질량/혈청 단백질량의 비율과 T1강조영상에서 상대적 신호강도간의 관계는 유의한 상관관계가 없었다($r=0.27$, $p=0.381$). Tscholakoff D 등(6)에 의하면 자기공명 영상방법을 이용하여 얻는 늑막누출액과 삼출액의 T1강조영상에서의 신호 강도는 실험동물에서는 누출액이 삼출액보다 유의하게 낮은 신호강도를 보였지만 인체내에서는 호흡과 심장운

동에 의한 신호강도의 영향 때문에 감별이 가능하지 않다고 한다. 저자들의 경우 인체에서 T1강조영상을 이용할 때 얻는 평균신호강도가 누출액이 삼출액보다 낮았지만 통계적으로 유의하지 않았다($P>0.05$). Black LF(15)등에 의하면 늑막삼출액이 있을시 모세혈관의 투과력이 증가하며, 모세혈관에서 단백질이 빠져나오는데, 림프관에 의한 단백질의 흡수가 장애를 받는다고 하였다. 저자들의 경우 늑막누출액은 조영증강이 되지 않는 반면에 삼출액은 조영후 15분과 30분에 실시한 T1강조영상에서 누출액보다 조영증강이 되었으며(Figure 1, 2), 조영증강후 30분에 실시한 T1강조영상에서 조영증강은 15분후 늑막삼출액의 조영증강보다는 더 조영증강이 되었다. 조영후 15분과 30분에 조영증강이 되는 이유는 늑막의 모세혈관의 투과력이 증가하여 Gd-DTPA가 늑막강으로 유출되어서 조영증강이 되는 것으로 생각된다. 본 연구에서 운동에 의한 인공음영이 문제가 되었다. Ehman RL 등(16)은 호흡운동이 신호강도의 변화를 유발하지만 평균 신호 강도에는 영향을 주지 않는 경향이 있다고 한다. 저자들의 경우 심한 호흡곤란을 호소하는 울혈성 심부전 환자에서는 스캔시간을 제한하여야 하였다. 저자들의 경우 운동에 영향을 덜 받는 심장 후부에서 유출액이 많은 부위를 선택하여 운동에 의한 신호강도의 변화를 최소화하였다. 결론적으로 조영후 15분과 30분에 실시한 T1강조영상에서 늑막유출액의 신호강도를 비교 분석함으로써 늑막누출액과 삼출액을 감별할 수 있으므로 자기공명 영상방법을 이용하여 얻는 신호 강도는 늑막누출액과 삼출액을 감별하는데 있어서 도움을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Light RW. Diseases of the pleura, mediastinum, chest wall, and diaphragm. In: George RB, Light RW, Matthay MA, Mathacy RA, eds. *Chest medicine*. Baltimore: William & Wilkins, 1990; 381-412
2. Vock P, Hedlund LW, Herfkens RJ, Effmann EL, Brown MA, Putman CE. Work in progress: in vitro analysis of pleural fluid analogs by proton magnetic resonance. Preliminary studies at 1.5T. *Invest Radiol* 1987; 22: 382-387
3. Brown JJ, vanSonnenberg E, Gerber KH, Strick G, Wittich GR, Slutsky RA. Magnetic resonance relaxation times of percutaneously obtained normal and abnormal body fluid. *Radiology* 1985; 154: 727-731
4. Revel D, Terrier F, Hricak H, Higgins CB. Determination of the nature of pleural effusion with MR imaging (Abstract). 70th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America. Washington, DC: November 28, 1984
5. Davis SD, Henschke CI, Yankelevitz DF, et al. MR imaging of pleural effusion. *J Comput Assist Tomog* 1990; 14: 192-198
6. Tscholakoff D, Sech U, de Greer G, et al. Evaluation of pleural and pericardial effusions by magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol* 1987; 7: 169-174
7. Light RW. Clinical manifestations and useful test. In: pleural

- diseases. Philadelphia: Lea and Febiger, 1983:33-60
8. Light RW, MacGregor MI, Luchsinger PC, et al. Pleural effusion: the diagnostic separation of transudates and exudates. *Ann Intern Med* 1972;77:507-513
 9. Voch P, Effman EL, Hedlund LW, Lischko MM, Putman CE. Analysis of the density of pleural fluid analogs by computed tomography. *Invest Radiol* 1984;19:10-15
 10. Koenig SH, Brown RD III, Adams D, Emerson D, Harrison CG. Magnetic field dependence of $1/T_1$ of protons in tissue. *Invest Radiol* 1984;19:76-81
 11. Koenig SH, Schillinger WE. Nuclear magnetic relaxation dispersion in protein solutions. I. Apotransferrin. *J Biol Chem* 1969;244:3283-3289
 12. Shah SS, Ranade SS, Phadke RS, Kasturi SR. Significance of water proton spin-lattice relaxation times in normal and malignant tissues and their subcellular fractions-I. *Magn Reson Imaging* 1982;1:91-104
 13. Floyd RA, Leigh JS Jr, Chance B, Mido M. Time course of tissue water proton spin-lattice relaxation in mice developing ascites tumors. *Cancer Res* 1974;34:89-91
 14. Terrier F, Revel D, Pajannen H, Richardson M, Hricak H, Higgins CB. MR imaging of body fluid collections. *J Comput Assist Tomogr* 1986;10:953-962
 15. Black LF. The pleural space and pleural fluid. *Mayo Clin Proc* 1972;47:493-506
 16. Ehman RL, McNamara MT, Brasch RC, Felmlee JP, Gray JE, Higgins CB. Influence of physiologic motion on the appearance of tissue in MR images. *Radiology* 1986;159:777-782

Journal of the Korean Radiological Society 1996; 35(5): 715~719

Differentiation of Exudative and Transudative Pleural Effusion : MR Appearances¹

Tae Hoon Kim, M.D., Sang Yoon Lee, M.D., Ho Yeong Kang, M.D.,
Soo Rhan Kim, M.D., Sang Kyu Yang, M.D., So Young Shin, M.D.,
Shin Hyung Lee, M.D., Chang Joon Lee, M.D.

¹Department of Diagnostic Radiology, National Medical Center

Purpose : The purpose of this study is to determine whether MR images after intravenous administration of Gd-DTPA can differentiate exudative and transudative pleural effusion.

Materials and Methods : We studied 18 patients with ten exudative and eight transudative pleural effusions diagnosed clinically and by thoracentesis. We analysed the relationship between T1 value(normalized to fat) and the ratio of effusion/serum protein of pleural effusion. We also assessed the contrast enhancement of exudative and transudative pleural effusion on T1 weighted SE images taken at 15 and 30 minutes after administration of Gd-DTPA.

Results : The relationship between the effusion/serum protein ratio and T1 value(normalized to fat) was statistically not significant($r=0.27$, $P=0.381$). On precontrast spin-echo T1W1, mean signal intensity of the transudate was $0.18(\pm 0.04)$ and that of the exudate was $0.24(\pm 0.07)$, values which were not significant differences($P>0.05$).

Postcontrast mean signal intensities of transudates at 15 and 30 were 0.20 ± 0.06 and 0.26 ± 0.08 , respectively, values which were not significantly higher than that of precontrast mean signal intensity($P < 0.05$). Postcontrast mean signal intensity values of exudative pleural effusions at 15 and 30 minutes(0.32 ± 0.06 and 0.39 ± 0.06 , respectively) were, on the other hand, significantly higher than that of precontrast mean signal intensity($P < 0.05$).

Conclusion : Postcontrast T1-weighted SE images at 15 and 30 minutes can be helpful in the differentiation of transudative and exudative pleural effusion.

Index Words : Pleura, fluid
Pleura, MR

Address reprint requests to : Tae Hoon Kim, M.D., Department of Radiology, National Medical Center, # 18-79, 6 Ga, Ulchi-Ro, Chung-Gu, Seoul 100-196, Korea. Tel. 82-2-260-7324 Fax. 82-2-265-3502

《저작권에 관한 동의서》

라는 제목의 논문이 대한방사선의학회지에 출간될 경우 그 저작권을 대한방사선의학회에 이전한다.

저자는 저작권이외의 모든 권한 즉, 특허신청이나 향후 논문을 작성하는데 있어서 본논문의 일부 혹은 전부를 사용하는 등의 권한을 소유한다. 저자는 대한방사선의학회지로부터 서면허가를 받으면 타논문에 본논문의 자료를 사용할 수 있으며 이 경우 자료가 발표된 원논문을 밝힌다. 본논문의 모든 저자는 본논문에 실제적이고 지적인 공헌을 하였으며 논문의 내용에 대하여 공적인 책임을 공유한다.

본논문은 과거에 출판된 적이 없으며 현재 타학술지에 제출되었거나 제출할 계획이 없다.

제 1저자/ 년 월 일

제 2저자

제 3저자

제 4저자

제 5저자

제 6저자

[분 야 : _____]

본 동의서는 원고에 기술된 순서대로 전 저자의 서명이 있어야 함.

대한방사선의학회 원고 최종 점검표

- ☐ 원고 1부, 사진 1부를 동봉한다.
- ☐ 행간 여백 1행 (double space)에 21×30cm (A4) 용지에 작성한다.
- ☐ 원고배열은 한글과 영문으로 기재된 표지, 내표지, 초록(한글과 영문), 서론, 대상 및 방법, 결과, 고찰, 참고문헌, 표, 사진설명의 순으로 한다.
- ☐ 초록은 목적, 대상 및 방법, 결과, 결론으로 나누어 기술한다.
- ☐ 영문초록 하단에 색인단어 (Index Words) 를 기입한다.
- ☐ 저작권에 관한 동의서에 전 저자가 서명한다.
- ☐ 투고규정내의 저자 점검사항을 점검하였다.