

□ 원 저 □

흉수 및 농흉에서의 영상유도하 도관배액술의 유용성 평가

이화여자대 내과학교실

장 중 현

= Abstract =

The evaluation of image-guided catheter drainage in pleural effusion and empyema

Jung Hyun Chang, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Background : Pleural fluid collections may pose a difficult therapeutic problem. Complete drainage of complicated effusions or empyemas and reexpansion of atelectatic lung are important in obtaining a satisfactory clinical outcome. The usual approach to the diagnosis and treatment of patients with pleural effusion and empyema has been with needle thoracentesis and chest tube drainage. With chest tube drainage, technical difficulties and failures may occur as a result of improper tube drainage, particularly when there is a loculation or multiple and inaccessible collections. Fluoroscopic or sonographic guidance facilitates the proper tube insertion and drainage.

Method : Twenty eight patients were required for tube drainage due to pleural fluid collections between January 1994 to February 1996. The author compared the results of drainage under applying each different method between blind chest tube insertion and image guided catheter insertion.

Results : The conventional blind chest tube group comprised 14 patients; 6 empyema, 6 tuberculous effusion, and 2 parapneumonic effusion. The image guided catheter group of smaller french were composed of 14 patients; 2 empyema, 6 tuberculous effusion, 5 parapneumonic effusion, and 1 effusion of undetermined origin. Radiologic improvement with successful drainage was noticed in 79% with the blind chest tube group, whereas in 93% with the image guided catheter group. The complication with the latter method was unremarkable.

Conclusion : Image guided catheter drainage was safe and highly successful in treating patients, not only with complicated effusion also with loculated empyema. Image guided catheter drainage offers an alternative in patients in whom closed drainage is required as the initial treatment.

Key Word : Pleural effusion, Empyema, Chest tube, Image guided catheter

서 론

흉수질환에 있어 흉막천자는 진단 및 치료에 있어 유용한 수단으로 이용되어 왔다. 그러나 때로는 흉수액이 국소적으로 저류되어 흉막천자에서 실패하여 초음파 영상으로 그 부위를 확인하고 재천자하거나 흉수가 다수의 소방화되었을 경우에는 단순 흉부X선에서 대략 위치를 정하고 영상의 도움없이 흉관을 삽입하거나 여러번 흉막천자를 반복하였던 경우가 많았다. 또한 농흉은 특히 다른 기저질환이 있는 환자에서는 높은 사망율이 보고되어 있는 질환으로서, 흉관삽입을 통한 초기의 빠른 배농 및 광범위 항생제의 투약이 필수적인 것으로 간주되어 왔으나 일부 환자에서 맹검적 흉강삽관후 배농에 실패하거나 부분배농에 그쳐 또 하나의 흉관을 삽관하거나 농흉 제거를 위한 흉막박피술 등의 수술을 고려해야 할 때가 있음을 간혹 경험한다. 상기의 경우와 같은 농흉 및 복잡흉수에 있어 최근에는 돼지꼬리모양의 가는 도관을 초음파나 X선 투시하에 흉수액 저류부위에 정확히 삽입함으로써 성공적인 결과를 보고하고 있다¹⁻³⁾.

이에 저자는 복잡 흉수 및 농흉을 가진 환자들을 대상으로 영상유도하의 도관삽입의 성적을 전통적인 맹검적 흉강삽관시의 결과와 비교함으로써 전자의 방법이 갖는 임상적 유용성에 대해 비교·평가하고자 본 연구를 계획하였다.

방법 및 대상

연구대상으로는 1994년 1월부터 1996년 2월까지 흉수질환으로 이화외대 부속 목동병원에 내원하여 기흉, 암성흉수, 또는 외상성 원인등을 제외한 조건으로 흉관 삽입을 요했던 28명을 대상으로 후향적으로 의무기록을 조사하였다. 농흉의 정의는 Light⁴⁾가 정의한 육안상의 농이거나 그람염색이나 배양상 세

균을 증명한 경우로 정하였고 복잡흉수는 pH 7.2 이하, glucose 40mg/ml 이하이거나 또는 초음파상 다수의 소방이 형성된 경우로 정하였다⁵⁾. 대상환자들은 주치의사의 판단 및 시술가능한 당시의 조건에 따라 맹검적인 흉강삽관의 방법 또는 영상유도하의 도관삽입이 결정되었다. 흉수가 소방화되어 배농이 어려웠던 경우에 선별적으로 유로키나제를 1일 5만 내지 10만 단위의 용량으로 2일 내지 3일간 흉관을 통해 삽입하였다. 맹검적인 흉강삽관은 단순흉부촬영에서 전후상하의 위치만을 확인한 후 국소마취하에 맹검적으로 28-F에서 32-F 굵기의 흉관을 삽입하였다.

영상유도하의 도관 삽입술

경피적 도관 삽입은 환자의 후측부로 접근하게 되는데 X선투시나 초음파 영상하에 천자 부위를 표시하고 국소마취한 후 바늘을 흉막강내로 삽입해 흉수의 존재를 확인하고 이어 바늘내로 J-tip의 유도철사를 늑막강내로 밀어 넣고, 피부를 약간 절개한 후 Seldinger 방법으로 가는 굵기의 확장기부터 점차 굵은 것을 이용하여 흉벽에 터널을 조성한 후에 유도철사를 통해 7-F부터 12-F 굵기의 돼지꼬리형의 도관(Angiomed, Karlsruher, Ger.)을 병변부위에 삽입시켜 흉액이 배출됨을 확인하고 underwater-seal bottle (Chest bottle, HS-100; Hyupsung-Co, Kr.)에 연결하여 중력차나 음압 흡인기를 이용하여 흉수를 배출시켰다. 도관은 막히지 않도록 매일 3회 내지 4회 20cc 분량의 무균 식염수로 세척하였고 1일 흉수 배출량이 10cc 이하로 3일 이상 경과시 도관을 제거하였다.

결 과

대상환자 28명의 평균연령은 47세이었으며 남자 19예 및 여자 9예이었다. 대상환자 전부에서 흉수는 삼출성이거나 농흉의 범주에 포

Table 1 Underlying diagnosis in pleural fluid collection

	Blind chest tube group*(n=14)	Image-guided cath group**(n=14)
Empyema	6	2
Tuberculous effusion	6	6
Parapneumonic effusion	2	5
Undetermined origin	-	1

* means surgical thoracostomy drainage.

** means image-guided catheter drainage.

함되었다. 14명은 영상유도하의 도관삽입(도관군)을 하였고 다른 14명은 맹검적 흉강삽관술(흉관군)을 시행하였다. 상기 두군간에는 평균연령 및 성별에는 큰 차이가 없었다. 원인질환에 있어 흉관군은 농흉 6예, 결핵성흉막염 6예와 부폐렴흉막염이 2예 있었으며, 도관군은 농흉이 2예, 결핵성 흉막염 6예, 부폐렴흉막염 5예와 원인불명의 흉막삼출이 1예 있었다(Table 1).

도관군중 흉수가 소방화되어 배출이 어려웠던 2예에서 유로키나제 주입 및 흡인기를 이용한 음압배액을 시킨 경우가 있었으나 대부분은 중력차이를 이용해 자연 배액하였다. 치료기간중 선행원인에 따른 약물치료로서 광범위항생제 혹은 항결핵제가 투약되었는데 치료방법에 따른 두군 사이의 통계학적인 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 일부에서는 관삽입에 앞서 흉수천자를 시도하였으나 점도가 높은 성격의 흉수때문에 천자에 실패하였으나 여러 검사소견상 농흉이나 복잡흉수를 시사하여 배농 목적으로 관삽입한 경우가 있었으며 이는 도관군에서는 3예인 반면 흉관군에서는 10예로 많았다. 흉액 배출량은 도관군에 비해 흉관군에서 더 많았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었고 관 보유일수는 흉관군이 13.4일로 도관군의 8일에 비해 통계학적으로 유의하게 길게 유지되었다. 삼출액의 생화학검사상에서 양군간에 pH, specific gravity와 total protein의 차이는 없었고, LDH는 흉관군에서 다소 높았으나 통계학적 의의는 없었

Table 3 Reason for tube drainage

	Blind chest tube group	Image-guided cath group
Loculated effusion	7	8
Empyema itself	6	1
Posture-related condition	-	3
Massive effusion	1	1

으며 glucose만이 흉관군에서 52.3mg/ml로 도관군의 95.0mg/ml에 비해 유의하게 낮았다(Table 2). 관삽입을 시행한 근거로 첫째, 흉수천자상 복잡흉수의 성격을 가지면서 초음파검사상 국소저류가 있어 더 이상의 천자가 어려울 때 후에 발생하는 유착을 막기 위해 실시한 경우가 도관군에서 9예 및 흉관군 7예로 가장 많았고, 둘째, 원칙적으로 흉수천자가 될 수 있으나 환자가 기계호흡중이거나, 뇌경색증, 또는 전신상태의 불량으로 흉수천자가 불가하여 관삽입을 하였던 경우가 도관군에서만 3예 있었고 셋째, 대량 흉수로 다수천자를 피할 목적으로 도관 및 흉관삽입을 하였던 경우가 각각 1예 있었으며 넷째, 1예는 농흉으로 흉강삽관하였다가 배농에 실패하여 도관삽입을 하였고 6예는 농흉 의심하에 곧바로 흉강삽관을 하였다(Table 3).

관삽입후 제거하기까지 기간중 임상소견의 호전과 함께 단순 흉부X선상 50% 이상의 삼출성 영상의 소실을 가져온 경우를 치료성공으로 판정하였을 때 도관군에서 13예인 93%로서 흉관군의 11예, 79%에 비해 더 높은 치료성적을 보여 주었으나 두군사이의 유의한 차이는 없었다(Table 2).

고 찰

농흉의 원인에는 부폐렴흉막염이 복잡흉수화되어 발생하는 경우가 전체 농흉의 약 반수에서 있으며 이런 경우 원인균주로는 대부분 호기성 및 혐기성 균주의 혼재감염에 의해

Table 2 Clinical data and results of drainage between two group

	Blind chest tube group	Image-guided cath group	p value*
Age**	44 ± 18	50 ± 16	ns ⁺
Male**	9(64%)	10(71%)	ns
Total drained amounts(cc)	1245 ± 1329	876 ± 558	ns
Tube maintainance days	13.4 ± 4.6	8.0 ± 5.7	<0.05
Prior thoracentesis	4(29%)	11(79%)	<0.05
Antibiotic therapy	11(79%)	8(57%)	ns
Antituberculous therapy	7(50%)	9(64%)	ns
Biochemical results			
pH	7.0 ± 0.5	7.1 ± 0.4	ns
Specific gravity	1.04 ± 0.01	1.04 ± 0.01	ns
Total protein(g/dL)	4.9 ± 0.7	4.7 ± 0.9	ns
LDH(U/mL)	8910 ± 15693	1386 ± 1128	ns
Glucose(mg/dL)	52.3 ± 43.3	95.0 ± 46.4	<0.05
Success in drainage	11(79%)	13(93%)	ns

* calculated, parametrically and nonparametrically.

** mean ± S.D.

+ 'not significant' statistically.

++ number of cases(percentage within group)

발생하며 10% 내지 20%에서는 원인균주를 발견하지 못하는 것으로 되어 있다³⁾. 흉막염이 발생하는 기전으로는 부근의 폐렴이나 늑막주위의 림프선의 염증에 의한 과민반응, 흉막의 투과성 변화 혹은 균의 과급에 따른 결과들로 발생한다. 흉막염의 치료는 선행 원인 조건 및 흉막염의 단계에 따라 달라질 수 있다^{4b)}. 흉막염은 시기별로 삼출성 시기, 섬유소농성 시기, 조직화 시기 등으로 나눌 수 있는데 삼출기에는 폐장측 흉막의 투과성 증가로 무균성 흉수가 생기며 좌위 X선에서 수액의 이동을 확인할 수 있고 초음파에서는 흉막의 격벽이 보이지 않는다. 다음단계인 섬유소농성 시기는 부폐렴흉막염후 수일내에 시작되며 장측 및 벽측 흉막에 섬유소가 축적되며 흉수의 다형백혈구가 증가된다. 이 시기는 세균이 늑막강내로 침투할 수도 있고 세균과 백혈구의 대사과정에 의해 pH와 glucose가 감소하고 LDH가 점차 증가할 수 있는데 보통 pH가 7.0 이하이거나 glucose가 40mg/dL 이하인 경우는 자연 흡수가 어려우

므로 흉관삽입이 요구된다. 물론 이런 소견은 부폐렴흉수 이외에도 종양, 폐결핵, 또는 류마티성 질환의 경우에도 볼 수 있으므로 감별진단을 해야 한다. 흉수액의 pH가 7.2 이상, glucose 40mg/dL 이상이면 LDH가 1,000U/L 이하일 때는 대부분 자연흡수가 될 수 있으므로 흉수배출은 필요치 않게 되나 양이 많은 경우는 흉수천자가 필요하다. 앞서 언급된 흉수의 생화학적 검사수치중 한두가지가 상기 수치들의 중간에 걸쳐 있는 조건에서 환자를 처음 접하여 경과중 pH가 점차 저하되고 흉수는 증가하며 흉수가 섬유화되어 소방형성의 징후를 보일 때는 복잡흉수화되는 과정을 의미하는 것이므로 곧 흉관삽입을 동원해야 하며 흉수가 섬유화된 격벽으로 소방화되면 흉관을 통한 유로키나제 주입이 요구된다. 마지막 시기인 농흉은 흉막이 비후되어 피(peel)를 형성하고 그 내부로 모세혈관이 자라 들어가고 섬유아세포의 침윤이 시작되므로 이 시기의 배농을 위해서는 반드시 빨리 폐쇄성 흉강삽관을 하고 필요시 늑막박

피술과 같은 외과적 치료를 동원해야 한다.

복잡흉수나 농흉 치료의 원칙은 빨리 완전히 배농시키고 무기폐를 확장시킴이다. 농흉에서는 전통적인 흉강삽관술이 시도되는데 그 이유로는 응급한 상황에 바로 시행할 수 있는 장점과 굵은 관을 사용하기 때문에 배농이 잘 되는 장점 때문이지만 때로는 농흉이 국소화되어 흉강삽관에서 배농에 실패하기도 하며 이런 때는 맹검적 흉강삽관을 재시도하는 것보다 영상유도하의 경피적 도관술이 효과적일 수 있다¹⁾. Ulmer 등³⁾은 여러 연구자들의 보고를 종합하여 흉수천자와 맹검하의 흉강삽관시 성공률이 평균 47%인 것에 반해 영상유도하의 도관배액술은 81%로 영상유도하 도관배액의 성공적인 결과를 보고한 바 있다. 후자의 결과등에는 표준적인 흉관으로 배농에 실패한 경우가 포함되었으며 전자의 방법에 비해 성적이 호전된 근거로서 영상의 도움하에 가는 굵기의 관으로 원하는 부위에 정확히 삽입할 수 있었음을 강조하였다. 흉강삽관하여 배농에 실패하는 요인으로 크게 2가지를 꼽으면, 첫째는 흉수액이 국소저류됨으로 인해 흉관이 잘못된 위치에 삽입되는 경우이고⁶⁾ 둘째는 흉수액의 점성이 높아 잘 배농되지 않는 경우를 들 수 있는데, 전자의 원인은 영상유도하의 관삽입으로 향상된 성적을 거둘 수 있고 후자의 경우를 예방하기 위해서는 측면에 구멍을 많이 가지며 보다 굵은 도관을 이용하고 자주 식염수 등으로 세척하여 관폐쇄가 되지 않도록 노력해야 한다^{2,3)}.

영상유도하의 도관배액술이 세침을 이용한 흉강천자와 비교하여 갖는 장점은 다량의 흉수환자에서 흉막천자시 자꾸 생기는 흉수로 수회 반복천자하거나 때로는 흉수의 국소저류로 천자에서 실패할 수도 있는 데 반해, 영상유도하 도관배액은 대개 한번 시술로 필요한 천자 효과를 달성하므로 환자에게 더 편한 시술이 될 수 있다. 전통적인 흉강삽관술은 주로 농흉에서 시도하게 되는데 응급한

상황에 바로 시행할 수 있는 장점과 굵은 관을 사용하므로 배농이 쉬운 장점을 가진 반면 삽입시 흉벽주위 장기에 손상을 초래하거나 시술후 흉통, 농의 피하유출, 출혈등의 합병증이 생기는 등 침습적인 시술이 될 수 있고^{7,8)} 흉관이 부적절히 위치하여 배농에 실패하기도 한다^{1,9)}. 이와 비교해 도관삽입은 시술과정 전후에 불편감 호소나 상기 합병증의 병발을 적으면서 농흉이나 복잡흉수의 치료에 높은 성공율을 보고되고 있으나^{2,3)} 방사선과 의사의 도움을 필요로 하므로 주치의가 원하는 때에 곧 실시하기 어려운 점과 점도가 높은 흉수액인 경우에 배출되는 부스러기 등에 의해 도관이 막힐 수 있는 등의 단점을 안고 있다. 흉수액이 배출되는 기간중에는 날마다 총 배출량 및 백혈구수와 ph, glucose와 LDH 등의 생화학적 지표들을 측정하여 임상적 호전의 지표로 삼게 되는데 도관삽입의 경우 상기 지표들이 호전되고 1일 배액량이 10cc 미만으로 감소시 도관을 제거한다.

이 시술법은 1984년 vanSonnenberg¹⁾에 의해 처음 소개된 후 이제는 국내에도 보편화되어 있는 시술법으로 김등¹⁰⁾이 늑막삼출액 환자에서의 경피적 도관배액술로서 86%의 치료효과를 보고한 바 있고 정등¹¹⁾은 소방화된 흉수액 환자에서의 경피적 도관을 통한 유로키나제 주입의 효과를 평가하였다. 본 연구에서는 도관군의 치료효과가 93%로 흉관군의 79%에 비해 높은 치료성적을 보여 주었으나 양군간 복잡흉수와 농흉의 환자 구성비가 다르므로 결과 판정시 이 인자에 의한 영향을 고려해야 할 것으로 생각된다. Silvermann 등²⁾은 도관삽입시 약 23%에서 2개 이상의 도관을 요하였고 그 근거로 흉수가 소방화되어 처음부터 동시에 2개 이상의 흉관이 필요했던 경우와 병의 경과상 치료에 불응하여 완전히 배농되지 않거나 재발하여 또 다른 흉관삽입을 필요로 했던 경우로 구분하였다. 본 조사에서도 한개의 삽관만을 요하는 경우가 대부분이었으나 3예에서 2개의

도관삽입을 필요로 하였는데 이중 2예는 양측성 흉수로, 1예는 먼저 삽입된 도관이 소독하는 과정에서 빠져 재삽입을 요하였다.

도관삽입은 초음파, 투시X선이나 흉부 전산화단층촬영(CT) 등 영상의 도움을 받아 시술하게 되는데 이들간 적용기준으로서 초음파나 투시X선은 자유롭게 유도되는 흉수가 중력하부위(gravity-dependent position)에 위치할 때 선호되는 반면, CT는 흉액이 다수 소방을 만들고 너무 작거나 초음파의 해상력이 약한 심부이거나 중요기관에 근접해 있을 때 적용된다¹⁻³⁾. 농흉환자에 있어 O'Moore등¹²⁾은 초음파영상 유도하에 도관을 삽입하여 79%의 배농 성공을 보고하였고 Merriam등¹³⁾은 주로 투시X선과 CT를 이용하여 80%에서 성공적인 결과를 보고하였다. 도관삽입시의 합병증으로는 국소통증, 기흉, 출혈등이 발생할 수 있는데¹⁴⁾ 본 예에서는 한예에서 국소적인 기흉이 생겼으나 자연흡수되었다.

본 연구에서는 총 8예의 농흉중 6예에서 외과적 흉강삽관을 하였는데 이는 방사선과 의사의 도움없이 바로 시행할 수 있으며 점도가 높을 때 굵은 관이 농배출에 유리하기 때문에 선호되었던 경향이 있었고 도관삽입을 한 2예중 1예는 흉관삽입에 실패해서, 다른 한예는 여러 부위에 국소화된 양상을 보여 맹검적 방법의 굵은 흉관의 삽입이 어려워 영상유도하 도관삽입으로 성공적인 배농을 하였던 경우가 있었다. 반면, 부폐렴흉막염은 흉수천자상 복잡흉수화되는 조짐을 보인 예에서 영상유도하의 도관배액이 일차적으로 추천되었다. 결핵성흉막염의 경우는 반반에서 양방법이 각기 적용되었다. 향후에는 농흉인 경우는 원칙적으로 맹검적 흉관삽입이 일차적으로 추천하되 이에 실패하거나 소방화, 국소화된 경우는 영상유도하에 비교적 굵은 도관삽입을 고려함이 바람직하며, 흉막염에서 복잡흉수화되면 일차적으로 영상유도하에 도관삽입을 고려함이 바람직하다고 생각되나 이를 더 명확히 뒷받침하기 위해서는

향후 더 많은 환자를 대상으로 비교평가되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

연구배경 : 흉수질환은 특히 복잡흉수나 농흉의 경우 치료상의 난제로 등장한다. 이들 경우의 치료의 근간은 빠른 완전한 배액과 무기폐의 재확장에 있다. 과거에는 통상 상기 질환에서 흉수천자와 외과적 흉강삽관을 통해 진단 및 치료에 임하였으나 맹검적 흉강삽관시 때로는 잘못된 부위에 위치하거나 기술적으로 삽입하기 어려운 조건등으로 실패하는 경우를 경험하였다. 최근에는 영상유도하에 도관을 정확히 삽관하고 배액하여 높은 치료성적을 보고하고 있다.

방법 : 1994년 1월부터 1996년 2월까지 흉수질환으로 관삽입을 요했던 환자 28명을 대상으로 후향적인 조사를 하였다. 맹검적 흉강삽관을 요했던 환자와 영상유도하 도관삽관을 시행받았던 환자로 구분하여 배액성공율을 비교하였다.

결과 : 전통적 방법의 흉강삽관 환자는 14명으로 원인별로 농흉 6명, 결핵성흉막염 6명, 부폐렴흉막염 2명인데 반해, 영상유도하 도관삽입 역시 14명이었으나 원인별로는 농흉 2명, 결핵성흉막염 6명, 부폐렴흉막염 5명, 원인미상이 1명 있었다. 임상적 및 방사선학적으로 성공적인 배액을 보인 경우가 전자의 방법에서는 79%인데 반해 후자는 93%로서 영상유도하 도관배액에서 높은 치료성적을 보여주었으며 합병증은 한예에서 미미하게 발생하였다.

결론 : 영상유도하의 도관배액술은 복잡흉수나 국소화된 농흉환자에서 안전하며 높은 성공율을 가진 치료법으로 적용할 수 있을 것으로 판단되나 향후 좀 더 많은 환자를 대

상으로 한 비교연구가 뒷따라야 하겠다.

감사의 글

본 논문작성에 조언을 주신 이화의대 진단 방사선과학 교실 최두환, 김혜영 선생님께 감사의 뜻을 전합니다.

참고 문헌

- 1) vanSonnenberg E, Nakamoto SK, Mueller PR, Casola G, Neff CC, Friedman PJ, Ferrucci Jr JT, Simeone JF: CT- and ultrasound-guided catheter drainage of empyemas after chest-tube failure. *Radiology* **151**: 349-353, 1984
- 2) Silverman SG, Mueller PR, Saini S, Hahn PF, Simeone JF, Forman BH, Steiner E, Ferrucci JT: Thoracic empyema: management with image-guided catheter drainage. *Radiology* **169**: 5-9, 1988
- 3) Ulmer JL, Choplin RH, Reed JC: Image-guided catheter drainage of the infected pleural space. *J Thorac Imaging* **6**: 65-73, 1991
- 4) Light RW: Parapneumonic effusions and empyema. *Clin Chest Med* **6**: 55-61, 1985
- 5) Light RW: A new classification of parapneumonic effusions and empyema. *Chest* **108**: 299-301, 1995
- 6) Stark DD, Federle MP, Goodman PC: CT and t-radiologic assessment of tube thoracostomy. *AJR* **141**: 253-58, 1983
- 7) Maurer JR, Friedman PJ, Wing VW: Thoracostomy tube in an interlobar fissure: radiologic recognition of a potential problem. *AJR* **139**: 1155-61, 1982
- 8) Miller KS, Sahn SA: Chest tubes: indications, technique, management and complications. *Chest* **91**: 258-64, 1987
- 9) Webb WR, LaBerge JM: Radiographic recognition of chest tube malposition in the major fissure. *Chest* **85**: 81-3, 1984
- 10) 김영주, 성기준, 박중화, 홍인수, 김명순: 늑막 삼출액과 농흉증의 영상유도하 경피도관배액술. *원주의대논문집* **6(1)**: 244-49, 1993
- 11) 정원모, 박찬섭, 조철호, 서창해, 정원근: 소방이 형성된 흉막삼출액의 유로키나제 주입효과: 치료효과분석. *대한방사선의학회지* **33(2)**: 221-26, 1995
- 12) O'Moore PV, Mueller PR, Simeone JF, Saini S, Butch RJ, Hahn PF, Steiner E, Stark DD, Ferrucci Jr JT: Sonographic guidance in diagnostic and therapeutic interventions in the pleural space. *AJR* **149**: 1-5, 1987
- 13) Merriam MA, Cronan JJ, Dorfman GS, Lambiase RE, Haas RA: Radiological guided percutaneous catheter drainage of pleural fluid collections. *AJR* **151**: 1113-16, 1988.
- 14) Wesscott JL: Percutaneous catheter drainage of pleural effusion and empyema. *AJR* **144**: 1189-93, 1995