

외과적으로 치료한 폐국균종증의 임상분석

김 종 인, 조 성 래

고신대학교 의과대학 흉부외과학교실

Clinical Analysis of Surgically Treated Pulmonary Aspergilloma

Jong In Kim, M.D., Sung Rae Cho, M.D.

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery Kosin University College of Medicine

Abstract

Background: Pulmonary aspergillosis usually results from the colonization in the existing lung lesions by chronic pulmonary diseases, such as tuberculosis. Most cases of pulmonary aspergilloma have been treated surgically for many years because it is a potentially life threatening disease causing massive hemoptysis. Here we reviewed our surgical results for 45 cases of pulmonary aspergillomas. **Methods:** We reviewed 45 cases which were surgically treated from 1986 to 2003 retrospectively. This investigation were designed to illustrate distribution of age and sex, symptom and sign, underlying disease, anatomic location of lesion, roentgenographic findings of aspergilloma, surgical indication and operative procedures, postoperative complications. **Results:** Peak incidence of age lies 4th and 5th decades. Most common presenting symptom was hemoptysis (77.3%), and pulmonary tuberculosis (24 cases) was the most common underlying disease. The anatomic location of lesions were 23 cases in right side, 21 cases in left side, and 1 case in both side and more in upper lobes(32 cases) than in lower lobe (14 cases). The most common chest roentgenographic finding was cavity with fungal ball in 30 cases and simple aspergilloma in 29 cases, complex aspergilloma in 17 cases according to roentgenographic classification by Belcher and Plummer. The performed operative procedures were lobectomy (conventional and video assisted thoracic surgery) in 33 cases, segmentectomy in 3 cases, pneumonectomy in 3 cases, wedge resection in 3 cases, cavernostomy with myoplasty in 3 cases, and bilobectomy in 1 case. There were 20 complications, empyema with bronchopleural fistula in 7 cases, wound infection in 7 cases, prolonged air-leakage in 2 cases, reoperation due to massive hemorrhage in 2 cases, recurred aspergilloma during follow-up in one case and postoperative death due to acute respiratory distress syndrome in 1 case. **Conclusion:** Surgical resection is the treatment of choice for symptomatic aspergilloma with acceptable complications, even though it has only minimal hemoptysis.

Key words : Pulmonary aspergilloma, Hemoptysis, Lung surgery

서 론

폐국균종(pulmonary aspergilloma)은 인체에 감염을 일으켜 지속적인 객혈과 기침 등의 호흡기 증상을 일으키는 진균감염의 하나로 우리나라에서는 폐결핵 환자가 많기 때문에 이차적으로 발생하는 경우가 많으며, 외인성 진균증 감염 중 가장 많은 것으로 알려져 있다¹⁻³⁾. 폐

국균종증은 보통 폐결핵이나 기관지확장증, 폐농양 등 만성 폐질환으로 인하여 파괴된 폐 실질내에 이차적으로 기생함으로써 발병된다¹⁻³⁾. 최근 항생제나 호르몬제의 남용과 증가된 장기이식과 관련된 면역억제제의 사용, 그리고 항암제의 사용 등으로 증가 추세에 있다⁴⁾. 폐국균종의 분류는 1952년 Hinson 등⁵⁾이 제안한 allergic, invasive 그리고 saprophytic 감염이 널리 이용되고 있다. Allergic 이나 invasive 형태의 감염은 흔하지 않을 뿐더러 외과적 절제의 대상이 되지 않으나 기존 폐의 공동에서 집락균을 형성하여 진균사, 섬유소 염증세포 등이 모여 구형 덩어리인 saprophytic 형, 즉 국균종(mycetoma)

교신저자 : 조 성 래
주소: 602-703, 부산광역시 서구 암남동 34번지
고신대학교 의과대학 흉부외과학교실
TEL. 051-990-6237 FAX. 051-254-5446
E-mail: srcho@kosinmed.or.kr

본 연구는 고신대학교 의과대학 연구비 일부 지원에 의해 이루어짐

이 외과적 절제의 대상이 된다. 폐국균종은 심한 객혈등 이 흔한 증상으로 외과적 절제술이 효과적인 것으로 알려져 있으나 무증상인 경우에는 술 후 발생하는 심각한 합병증 등으로 외과적 절제술에 대한 논란이 되고 있다⁶⁾. 비교적 장기간인 1986년부터 2003년까지 17년 동안 고신대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 수술치험한 폐국균종 45례를 후향적으로 분석함으로써 폐국균종의 치료방침을 정하고자 연구를 하였다.

대상 및 방법

1986년 2월부터 2003년 3월까지 17년 동안 고신대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 수술 치험한 폐국균종 45례를 대상으로 나이와 성별 분포, 임상 증상, 기저질환, 해부학적 위치, 수술한 이유, 적용된 수술방법과 수술후 합병증 등에 대해서 의무기록지, 수술기록지, 방사선필름 등을 통해 후향적으로 분석하였다.

결 과

1. 연령과 성별의 분포

폐국균종증을 가진 45명 중 남자가 20명, 여자가 25명으로 여자에 호발하였으며, 연령은 남자는 5-60대, 여자는 4-50대가 많았으나 40대에서 50대에 호발하였다 (Table 1).

Table 1. Age and sex distribution in 45 patients with aspergillomas

Age(yrs)	Male	Female	No (%)
< 20	1	1	2 (4.4)
21 ~ 30	0	3	3 (6.7)
31 ~ 40	1	3	4 (8.9)
41 ~ 50	5	8	13 (28.9)
51 ~ 60	6	7	13 (28.9)
61≤	7	3	10 (22.2)
Total	20	25	45 (100.0)

2. 임상증상과 징후

입원 시 호소하였던 증상은 객혈이 33례로 73.3%를 차지하여 가장 많았고 다음으로 객담을 동반한 해소가 32

례(71.1%)였으며, 그 외 흉통이 9례(20%), 체중감소가 5례(11.1%), 발열이 3례(6.7%)였으며, 무증상인 경우도 2례(4.4%) 있었다(Table 2).

Table 2. Symptoms and signs in 45 patients with aspergillomas

Symptoms and signs	No. (%)
Hemoptysis	33 (73.3)
Productive cough	32 (71.1)
Chest pain	9 (20.0)
Weight loss	5 (11.1)
Fever	3 (6.7)
Asymptomatic	2 (4.4)

3. 동반된 기존 질환

동반된 기존 질환으로 폐결핵이 가장 많아 24례로 53.3%를 차지하였으며, 그 외 만성 폐쇄성 폐질환이 7례 (15.6%), 기관지확장증이 1례(4.3%)있었으며, 폐질환 외에 당뇨가 9례(20%) 있었다(Table 3).

Table 3. Underlying diseases in 45 patients with aspergillomas

Underlying diseases	No. (%)
Pulmonary tuberculosis	24 (53.5)
Bronchiectasis	1 (4.3)
COPD*	7 (15.6)
Diabetes mellitus	9 (20.0)
Total	41(100.0)

* chronic obstructive pulmonaey disease

4. 병변의 위치

병변의 위치는 우측이 23례(51.1%), 좌측이 21례 (46.7%)로 좌 우 비슷한 분포를 보였으며,양측 폐에 발생한 경우도 1례(2.2%) 있었다. 그리고 상엽이 32례로 71.1%를 차지해 하엽 14례 28.9%보다 높은 발생빈도를 보였다(Table 4).

Table 4. Anatomic location in 45 patients with aspergillomas

Anatomic location	No.(%)
Right	23 (51.1)
Left	21 (46.7)
Both	1 (2.2)
Upper	32 (71.1)
Lower	14 (28.9)

5. 수술전 방사선 소견

술 전 단순 흉부 X-선과 전산화 단층촬영 소견에서 공동내 국균종의 전형적인 소견을 나타내는 경우가 30례로 66.7%를 차지하였으며, 공동의 소견만을 보인 경우가 12례(26.7%), 확진되지 않은 종괴로 수술을 시행한 경우도 4례(8.9%)가 있었다(Table 5, Fig. 1).

Table 5. Preoperative chest roentgenographic findings in 45 patients with aspergillomas(N=46)

Findings	No(%)
Cavity with fungal ball	30 (65.2)
Cavity only	12 (26.1)
Indeterminate mass	4 (8.7)

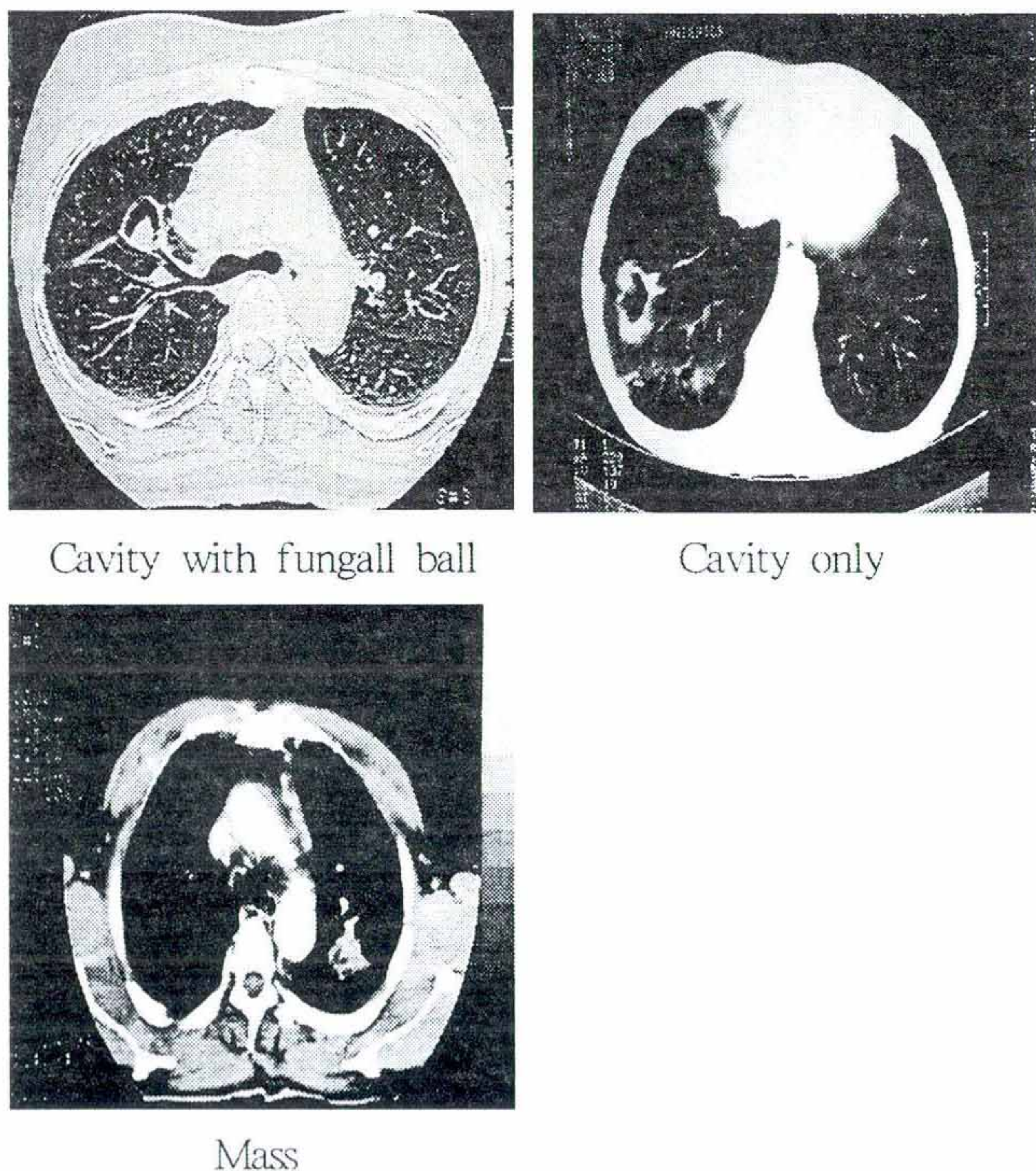
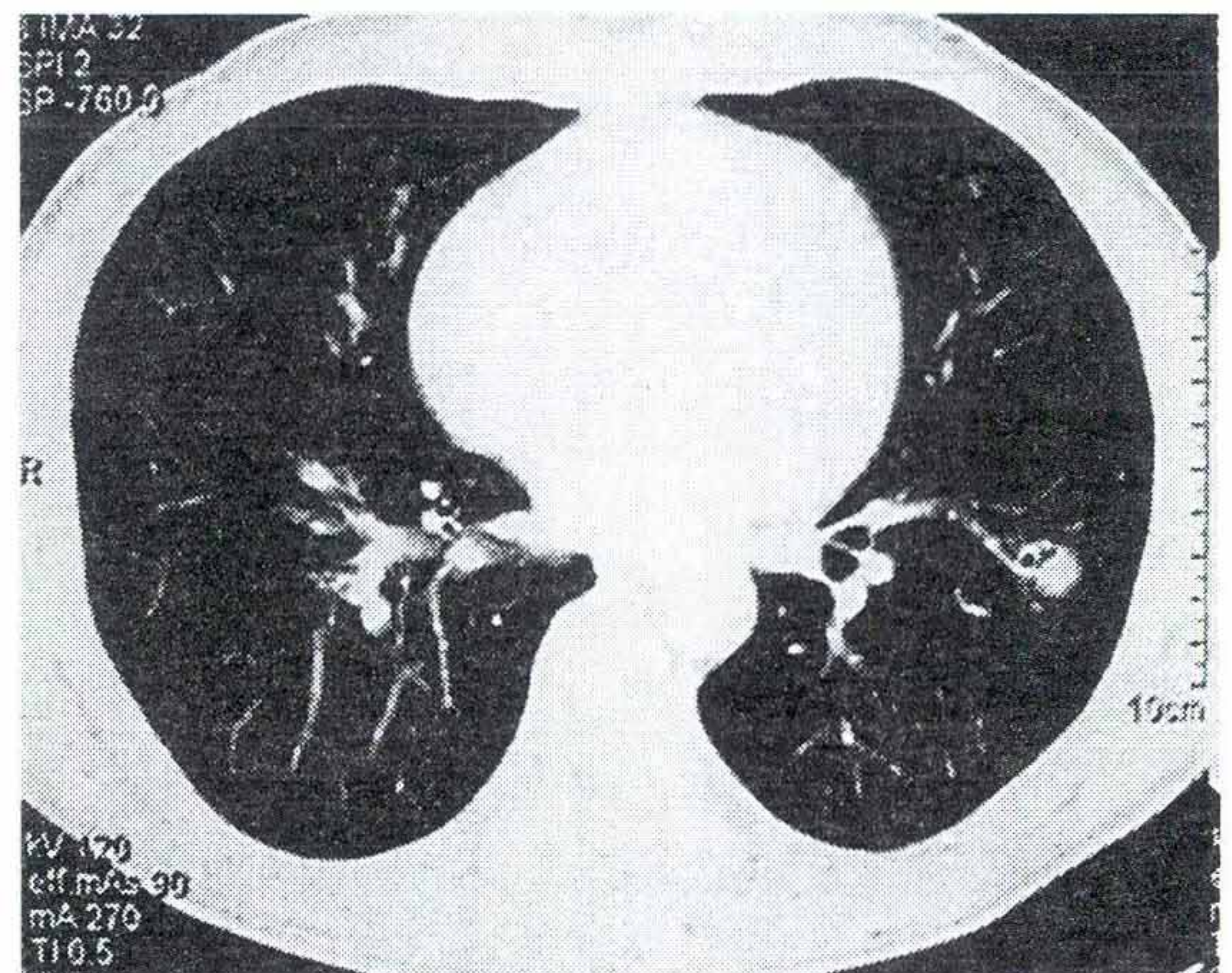


Fig. 1. Three roentgenographic findings of chest computed tomography in aspergilloma are showed.

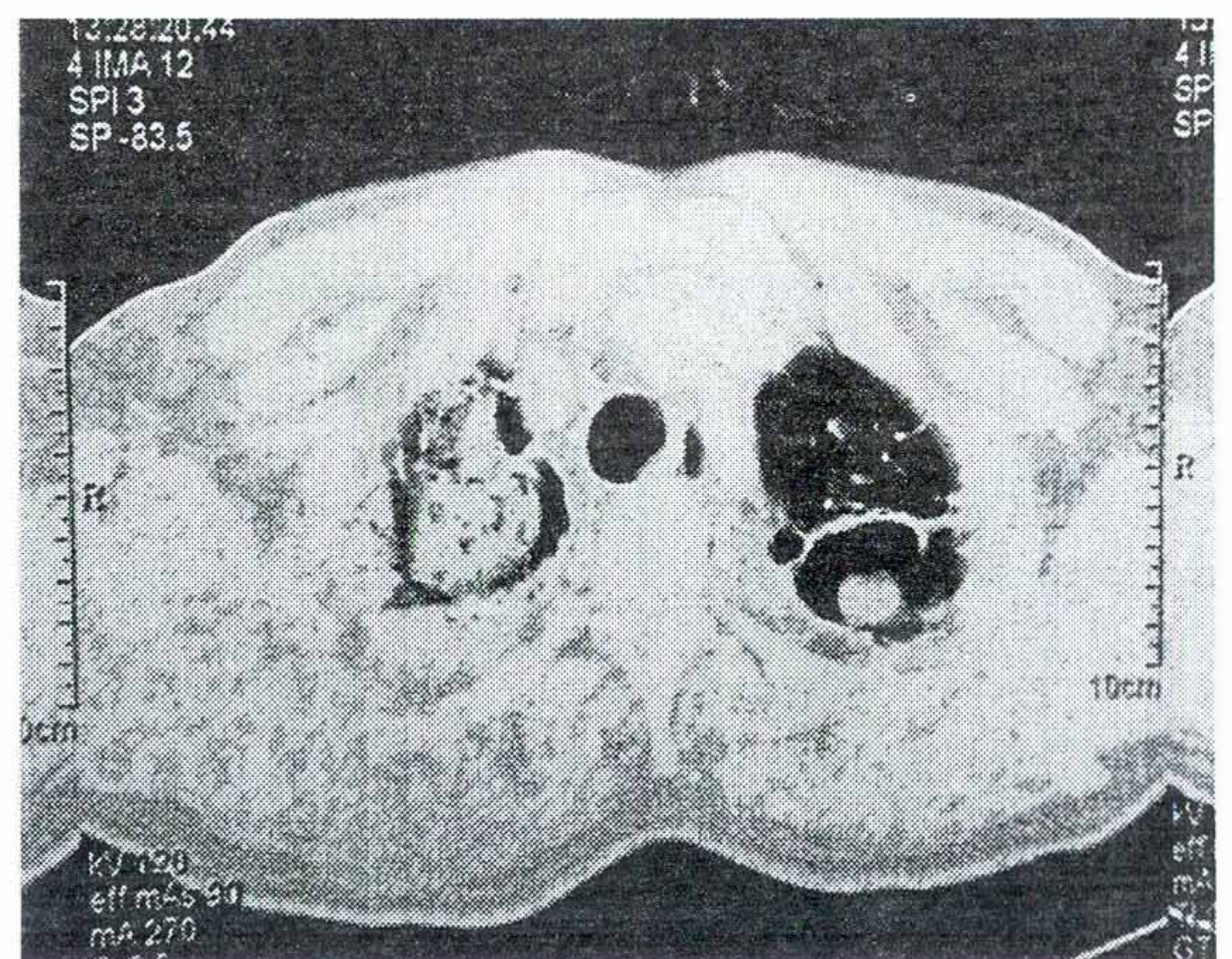
또 Belcher 와 Plummer의 분류에 따라 단순형 폐국균증증이 29례로 64.4%였고 복잡형 폐국균증증이 17례로 36.6%였다(Table 6, Fig. 2).

Table 6. Preoperative roentgenographic classification by Belcher and Plummer in 45 patients with aspergillomas

Classification	Total (%) (n=46)
Simple aspergilloma	29 (63.0)
Complex aspergilloma	17 (37.0)



Simple aspergilloma



Complex aspergilloma

Fig. 2. Two typical of aspergillomas in chest computed tomography by Belcher & Plummers classification are showed.

6. 수술 적응증

45례의 폐국균종증 환자 중 수술을 시행한 주 증상으
로 객혈이 33례(73.3%)로 가장 많았는데 그 중 소량이지
만 반복적인 객혈이 26(84.4%)례로 대부분을 차지하였
고 생명의 위협을 초래할 만한 대량 객혈도 7례(15.6%)
있었다. 그 외 객담을 동반한 기침으로 수술을 시행하였
던 경우가 8례(17.8%), 확진되지 않은 종괴로 인해 시험
개흉술을 시행하여 폐국균종증으로 진단된 경우도 4례
(8.9%) 있었다(Table 7).

Table 7. Surgical indications in 45 patients with aspergillomas

Indications	No. (%)
Hemoptysis	33 (73.3)
Recurrent minor	26 (84.4)
Single major	7 (15.6)
Productive cough	8 (17.8)
Indeterminate mass	4 (8.9)

7. 시행된 수술 방법

45례의 폐국균종증 환자에서 1례가 양측 폐에 발생되
었기에 46례의 수술이 시행되었는데 그 중 단일 폐엽절
제술이 33례(71.7%)로 가장 많이 시행되었다. 그 중 고
식적인 술식에 의한 단일 폐엽절제술이 28례(60.9%), 비
디오 흉강경을 이용한 단일 폐엽절제술이 5례(10.8%)
있었다. 또 고식적인 단일 폐엽절제술을 시행한 33례중
2례는 대량 객혈로 인해 술전 응급 기관지동맥 색전술
을 시행한 후 수술을 시행한 경우였다.

그 외 폐구역 절제술을 시행한 경우가 3례(6.5%), 부분
폐절제술은 3례(6.5%) 있었고 폐 황폐화와 기관지확장
증을 동반한 폐국균종증 3례(6.5%)에서 전폐절제술이
시행되었으며 술전 폐기능의 현저한 저하가 있는 경우
와 늑막 유착 및 혈관 주위조직의 심한 섬유화로 인해
폐절제가 불가능한 경우 공동절개술과 근육성형술이 시
행된 경우도 3례(6.5%), 1례(2.2%)에서는 우상엽의 국균
종이 소엽간열에 심하게 유착되어 상엽과 중엽, 양엽 폐
절제술을 시행하였다(Table 8).

Table 8. Operative procedures in 45 patients with aspergillomas

Procedures	No. (%)
Lobectomy	33 (71.7)
Conventional	28 (60.9)*
VATS [†]	5 (10.8)
Segmentectomy	3 (6.5)
Pneumonectomy	3 (6.5)
Partial resection	3 (6.5)
Cavernostomy with myoplasty	3 (6.5)
Bilobectomy	1 (2.2)
Total	46 (100)

*preop. bronchial arterial embolization ; 2 cases

[†]video-assisted thoracic surgery

8. 수술 합병증

수술 합병증은 총 20례에서 발생하였는데 기관지 흉
막루로 인한 농흉이 7례(15.6%) 있었으나 흉관배액술과
항생제 치료로 호전되었으며 2례(4.4%)에서는 수술 2주
이상의 지속적인 공기누출이 있었으나 호전되었으며 술
후 대량출혈로 인해 재수술을 시행한 경우도 2례(4.4%)
있었는데 그 중 1례는 급성 호흡부전으로 인공호흡기
치료 중 수술 5일째 사망하였다. 그 외 창상감염이 7례
(15.6%) 발생하여 재봉합술을 시행하였으며, 1례(2.2%)
에서 수술 후 추적관찰 중 재발하였다(Table 9).

Table 9. Postoperative complications in 45 patients with aspergillomas

Postop. complication	No. of patients(%)
Empyema with BPF*	7 (15.6)
Wound infection	7 (15.6)
Massive bleeding	2 (4.4)
ARDS [†] (death)	1 (2.2)
Prolonged air-leakage	2 (4.4)
Recurrence	1 (2.2)
Total	20 (44.4)

* bronchopleural fistula

[†]acute respiratory distress syndrome

고 찰

국균(*aspergillus*)은 퇴비, 음식물, 썩은 식물, 먼지, 토양 등에서 흔히 발견되는 진균으로 약 200여종이 동정되어 있는데, 그 중 인체에 흔히 감염을 일으키는 종은 *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* 와 *Aspergillus niger*를 들 수 있고, 그 밖에 *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavatus*, *Aspergillus niveus*와 *Aspergillus nidulans* 등도 드물지만 인체에 감염을 일으키는 것으로 보고되어 있다⁴⁾. 감염은 공기중 포자의 흡입을 통해 폐부 깊이까지 이루어지며, 호흡기 외에도 뇌, 신장, 공동, 피부, 간, 안구, 심장에도 감염을 일으키는 것으로 알려져 있다⁷⁾. 폐국균에 의한 감염은 알러지형(allergic, asthmatic, eosinophilic), 침습형(invasive, septicemic), 그리고 기존 폐공동 내에 집락하는 부생성형(saprophytic, fungal ball)으로 나뉘어 지는데⁵⁾, 이 중 외과적 치료 대상이 되는 것이 부생성형인 폐국균종(pulmonary aspergilloma)이다⁸⁾.

한편, Belcher 와 Plummer는 부생성형 폐국균종을 단순형과 복합형으로 나누었는데⁹⁾, 3mm 이하의 얇은 공동벽과 주위 폐실질의 병변이 거의 없는 단순형(simple aspergilloma)과 3mm 보다 두꺼운 공동벽과 주위 폐실질의 침윤과 병변이 진행된 복합형(complex aspergilloma)으로 구분하였다. 복합형은 외과적 치료후 합병증이 단순형에 비해 많이 발생하여 수술방법이나 외과적 치료 대상에 대한 논란이 있다¹⁰⁾. 본 연구에서도 45례의 폐국균종증 중 단순형이 29례, 복합형이 17례였다.

최근 항생제나 스테로이드의 남용과 항암치료 및 면역억제제의 사용으로 인한 면역기능이 저하된 환자에서 증가 추세에 있으며, 공동성 폐결핵, 유육종증, 낭포성 섬유화, 만성 폐쇄성 폐질환, 기관지 확장증과 같은 기존 폐질환을 가진 환자에서 호발하는데^{4,8)}, 그 중 폐결핵 환자에서 가장 많이 발생하며^{11,12)}, 이 경우 수술적 치료의 대상이 되고 있다. 본 연구에서 총 45례의 폐국균종증 중 폐결핵과 동반된 경우가 24례(53.3%)로 가장 많았으며 그 외 만성 폐쇄성 폐질환이 7례, 기관지 확장증이 1례 였다. 또 1986년부터 1995년까지 치험한 23례와 1996년부터 2003년까지 치험한 22례를 비교한 결과 양군 모두에서 폐결핵과 동반된 경우가 가장 많았으며 폐결핵과 동반된 경우를 연도별로 나누어 보았을 때

1996년부터 2003년까지가 68.2%를 차지해 1986년부터 1995년까지의 39.1%보다 많았으나 이유는 알 수 없다. 치료 방법에 대해서는 아직 논란이 되고 있지만 지속적이거나 치명적인 대량 객혈, 기침 등의 임상 증상으로 수술하는 경우가 많으며 이 경우 일반적으로는 수술적 치료가 효과적인 것으로 알려져 있다^{10,13)}. 수술 대상으로는 대량 객혈 보다는 재발성 객혈 환자에서의 대량 객혈로 인한 사망의 가능성을 없애기 위한 경우가 많았으며⁸⁾, 대량 객혈이 있을 경우 응급 기관지동맥 색전술^{14,15)}을 시행한 후에 수술을 시행하는 것이 안전하다고 하였다. 그리고 계속적인 호흡기 감염으로 인한 화농성 객담을 동반한 해소와 확진되지 않은 종괴로 인해 진단적 개흉술을 시행하여 종괴로 인한 폐절제술 후 진단된 경우도 많았다고 한다^{4,12)}. 본 연구에서도 45례의 폐국균종증 중 수술한 이유로 객혈이 33례로 73.3%를 차지하여 가장 많았으며 그 중 반복적인 소량 객혈한 경우가 26례(78.8%), 생명의 위협이 초래될 정도의 대량 객혈을 한 경우도 7례(21.2%) 있었는데 2례에서는 응급 기관지동맥 색전술을 시행한 후 수술을 시행하였다. 그 외 객담 배출성 해소가 주 증상으로 수술한 경우가 8례(17.8%), 확진되지 않은 폐종괴로 진단적 개흉술을 시행하여 진단된 경우도 4례(8.9%) 있었다.

폐국균종증에서 방사선학적 소견상 나타나는 침윤소견은 국균종 주위의 폐실질의 염증반응으로 인한 국소적인 폐염을 반영하는 것으로 침윤정도가 심할수록 폐절제술시 정상적인 폐조직과 육안감별이 어렵고 주위 조직과의 완전 박리에 어려움이 있어 잔류폐에 염증이 남게 된다. 염증이 남아 있으면 술후 잔류 폐의 완전 팽창이 일어나지 못할 위험성이 높고, 술후 이차적인 감염이나 기관지 흉막루와 같은 합병증의 발생위험이 높아지게 된다. 그러므로 폐실질의 침윤소견이 심한 경우 폐구역절제술이나 설상절제술과 같은 부분절제술보다는 폐엽절제술과 같은 광범위한 절제를 시행해야 할 것을 대부분의 보고자들은 권장하고 있다^{9,10,16-18)}. 그러나 병변의 정도에 따라 다양한 술식들이 보고되고 있다^{8-10,16-18)}.

본 연구에서도 수술은 총 45명의 환자에서 46례의 수술이 시행되었으며 단일 폐엽절제술이 33례에서 시행되어 가장 많았다. 33례의 폐엽절제술 중 28례는 통상적인

폐엽절제술이었고 5례에서는 비디오 흉강경을 이용한 최소 침습적인 폐엽절제술이었다. 그 외 폐구역절제술이 3례, 전폐절제술이 3례 있었는데 이 경우는 한쪽 폐의 황폐화에 기관지 확장증이 있으면서 객혈에 의해 수술을 시행하였는데 술후 폐국균증이 확인된 경우였다. 또 폐부분 절제술이 3례 있었는데 이 경우 Belcher와 Plummer의 분류⁹⁾상 복합정보다는 단순형의 경우가 많았고, 술전 전신상태와 폐기능의 저하를 보이면서 주위 흉막 및 폐문부의 심한 유착으로 광범위 절제가 불가능한 경우 1례에서는 공동절개술과 근육성형술을 동시에 시행하였다. 그리고 우엽의 폐국균증이 소엽간열 가까이 위치하면서 심하게 유착되어 있는 1례에서는 우상, 중엽, 양엽 폐절제술을 시행하였다.

술 후 합병증으로는 기관지 흉막루를 동반한 농흉이 7례로 가장 많았으며 그 외 7일 이상 지속적인 공기유출이 있었던 경우가 2례 있었는데 보존적 요법으로 호전되었으며, 술 후 흉관을 통해 대량 출혈이 있어 재개흉하여 지혈을 하였던 경우가 2례 있었다. 창상감염으로 창상의 재봉합술이 요했던 경우도 7례 있었고, 술후 추적관찰 중 폐국균증증이 재발한 경우도 1례 있었다.

항진균제의 사용에 대해서도 논란이 되고 있다^{3,17)}. Amphotericin B나 5-flucytosine의 전신 정맥주사요법은 효과가 만족스럽지 못하며 공동내 항진균제의 주입은 효과가 있다고 주장하는 보고도 있으나 장기 성적이 없다^{10,17,18)}. 또 이러한 치료법으로 객혈을 치료할 수 없기 때문에 수술적 치료가 가장 타당성이 있다고 하겠다.

Daly 등⁸⁾은 복합형 폐국균증증에서 수술 후 사망률이 34%, 수술후 합병증 발생률이 78%나 되고 단순형 폐국균증증에서는 수술사망율이나 합병증 발생률이 훨씬 낮으므로 증상에 관계없이 계획된 수술을 시행하는 것이 수술 결과를 좋게 한다고 주장하였다. 본 연구에서도 타 보고와 비슷한 합병증을 경험하였고 사망한 1례 역시 복합형 폐국균증증으로 수술후 흉관을 통한 대량 출혈로 재개흉하여 지혈한 경우로 급성호흡부전증으로 인공호흡기로 치료 중 술후 제 5일째 사망하였다.

상기의 결과로 폐국균증증은 객혈로 인해 생명의 위협이 초래될 수 있고 단순형 폐국균증증 뿐만 아니라 복잡형 폐국균증증이라고 하더라도 비교적 낮은 사망율과 합병증으로 수술적 치료가 가능하므로 조기에 외과적

절제술을 시행하는 것이 좋으므로 것으로 사료된다.

결 론

이상의 결과로 폐국균증증은 외과적 절제술로 만족할 만한 좋은 치료 결과를 얻을 수 있었으며, 대량 객혈이 있는 경우에는 기관지동맥 색전술을 시행한 후 수술함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 또 단순형 폐국균증증인 경우에 최소 침습 수술인 비디오 흉강경을 이용한 폐엽절제술로 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Smith FB, Beneck D: Localize Aspergillosis infestation in pulmonary lung carcinoma. Clinical and pathological contrasts with post-tuberculosis intracavitary aspergillosis. Chest 100 : 554-556,1991
2. Tomlinson JR, Sahn SA: Aspergilloma in sarcoid and tuberculosis. Chest 92: 505-508,1987
3. McGregor DH, Papasian CJ, Pierce PD: Aspergilloma within cavitating adenocarcinoma. Am J Clin Pathol 91:100-103,1989
4. Ayman O, Pranatharthi HC: The clinical spectrum of pulmonary aspergillosis. Chest 121:1988-1999,2002
5. Hinson KFW, Moon AJ, Plummer NS, et al: Bronchopulmonary aspergillosis. Review and report of eight cases. Thorax 7: 317-333, 1952
6. Alsam PA, Estridge CE, Hughes FA: Aspergillosis of the lung. An 18 year experience. Chest 59:28-32,1971
7. Joseph I, William A: Surgical treatment of aspergillosis. Advanced therapy in thoracic surgery: 293-298, 1998
8. Daly RC, Piehler JM, Payne WS: Pulmonary aspergilloma. J Thorac Cardiovasc Surg 92:981-988,1986
9. Belcher JR, Plummer NS: Surgery in bronchopulmonary aspergillosis. Br J Dis Chest 54:335-341,1960
10. Varkey B, Rose HD: Pulmonary aspergilloma. A rational approach to treatment. Am J Med 61:626-631,1976
11. British Tuberculosis Association: Aspergillosis in persistent lung cavities after tuberculosis. Tubercle 49:1,1968
12. 양석승, 이용훈, 이종수 등: 폐국균종의 외과적 치료. 대흉외지 28:689-692,1995
13. Faulkner SL, Vernon R, Brown PP, et al: Hemoptysis and pulmonary aspergilloma. Operative versus nonoperative treatment. Ann Thorac Surg 25:389-392,1978
14. Mal H, Thabut G, Plantier L: Hemoptysis. Article in French. Rev Prat. May 1;53:975-979,2003
15. Hughes CF, Waugh R, Lindsay D: Surgery for pulmonary aspergilloma: preoperative embolization of the bronchial circulation. Thorax 41:324-5,1986
16. 김용희, 이은상, 박승일 등: 폐국균종의 수술위험인자 분석.

외과적으로 치료한 폐국균증의 임상분석

대흉외지 32:281-286,1999

17. Jewkes J, Kay PH, Paneth M, Citron KM: Pulmonary aspergilloma: analysis of prognosis relation to hemoptysis and survey of treatment. Thorax 38:572-8, 1983
18. Suen HC, Wright CD, Mathisen DJ: Surgical management of pulmonary aspergillosis. Chest Surg Clin North Am 3:671-81, 1993