

처음 시작하는 **Bronchoscopy & EBUS**

Dongil Park, M.D., Ph.D.

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine

Chungnam National University Hospital

Contents

- Indication / Contraindication
- Sedation
- Insertion
- Bronchial washing / Bronchoalveolar lavage (BAL)
- Transbronchial lung biopsy (TBLB)
- Tx. of complications – Bleeding / Hypoxemia / Fever & Infection
- Introduction of Endobronchial ultrasound (EBUS)

Diagnostic Indication

- Mass/nodule/suspicious lesion
- Lung cancer (preoperative staging, assess response to therapy)
- Pneumonia and non-resolving infiltrate or recurrent
- Hilar and/or mediastinal lymphadenopathy
- Persistent atelectasis
- Precancerous evaluation
- Hemoptysis
- Immunocompromised host
- Unexplained diseases: persistent cough, localized fixed wheeze, pleural effusion
Diaphragmatic paralysis
- Hoarseness
- Diffuse or focal lung disease
- Superior vena cava syndrome
- Acute inhalation injury
- Aspiration of gastric content
- Blunt thoracic trauma
- Intubation injury
- Suspected tracheoesophageal fistula
- Toxic inhalation or burn injury
- Foreign body in airway
- Evaluation of donor lung transplant or rejection in lung transplant recipient

Contraindication of routine bronchoscopy

Pulmonary

Unstable asthma

Hypoxemia

Hypercapnia

Cardiac

Unstable cardiac arrhythmia

Recent myocardial infarction

Unstable angina pectoris

Refractory severe hypertension

Neurologic

Increased intracranial pressure

Uncontrolled seizures

Contraindication of biopsy

Bleeding

Uncorrected bleeding disorder

Thrombocytopenia

Uremia

Cirrhosis

Severe pulmonary hypertension

Superior vena cava obstruction

Severe anemia

Pneumothorax

Mechanical ventilation or PEEP

Contraindication of biopsy

Facilities

Inability to oxygenate patient during bronchoscopy

Inadequate facilities and personnel to deal with pneumothorax, bleeding,
and cardiopulmonary collapse

Other considerations

Inexperienced bronchoscopist without supervision

Poor patient cooperation

No consent

Severe generalized debility

Severe malnutrition

Sedation (진정)

- 시술자의 경험 못지않게 적절한 진정이 시술 성공 및 환자 안전에 중요

- 예) 환자가 협조가 되지 않아 조직검사는 시행하지 못함...

- 적절한 진정의 깊이

- Moderate > Deep sedation

- Moderate sedation: 구두명령 단독이나 가벼운 자극을 동반한 구두명령에 적절하게 반응하며 purposeful movement가 유지되어 있음 자발호흡이 적절하며 기도 유지를 위한 intervention은 필요하지 않음. 심장혈관계 기능은 정상.

- Deep sedation: 자발호흡이 부적절할 수 있으며, 기도 유지를 위한 intervention이 필요할 수 있다.

	주요작용	진정유도 용량	효과 발현	효과 지속	주요 부작용	역전제
Midazolam	진정, 전향 기억상실	0.06-0.07 mg/kg 1-4 mg	1-2분	2시간	호흡억제, 모순반응	Flumazenil (8-15 µg/kg IV)
Fentanyl	진정, 진통, 진해	0.5 to 2 µg/kg	1-2분	1-2시간	호흡억제	Naloxone (1-4 µg/kg IV)
Remifentanyl	진정, 진통, 진해	0.05-0.2 µg/kg/min	1분	6-12분	호흡억제	Naloxone (1-4 µg/kg IV)
Propofol	진정, 전향 기억상실	볼루스 0.5 mg/kg 후 30-60초 간격으로 10-20 mg	0.5분	2-8분	호흡억제, 심장혈관계 억제, 주사부위 통증	None
Ketamine	진정, 진통, 기관지확장	0.5-2 µg/kg	1분	10-15분	악몽, 환각, 섬망	None
Dexmedetomidine	진정, 진통	1.0 µg/kg (10-20분) 후 유지용량 0.5-1.0 µg/kg/hour	5-10분	지속적 주입	볼루스 사용시 저혈압	Atipamezole

Pain ↓
Smooth m. tone ↓
Bronchospasm ↓
(Upper) skeletal m. tone ↑
CV & Respi. stimulation

Sedation

- 가장 많이 사용되는 조합: Midazolam + Fentanyl (예, 60 kg 성인 → 3 mg + 50 microgram)
- 사례
 - 환자: 70세 남자, Bwt 65 kg
 - 시술명: Convex probe EBUS-TBNA
 - Midazolam 3 mg + Fentanyl 50 mcg → 2분 후 의식평가: mild sedation → Midazolam 3 mg or Propofol 30 mg → 1분 후 의식평가: moderate sedation → 시술 시작
 - 추가로 약물 투입 전 O2 saturation / Respiratory drive + BP 확인

Oral insertion

1. 혀의 중앙/표면을 따라서 천천히 진입
2. Vocal cord가 보이면 천천히 진입하면서 약간
DOWN
3. Carina에서 90도 시계방향 → RMB, 반시계방향 →
LMB
4. 가능하면 병변이 없는 쪽부터 관찰

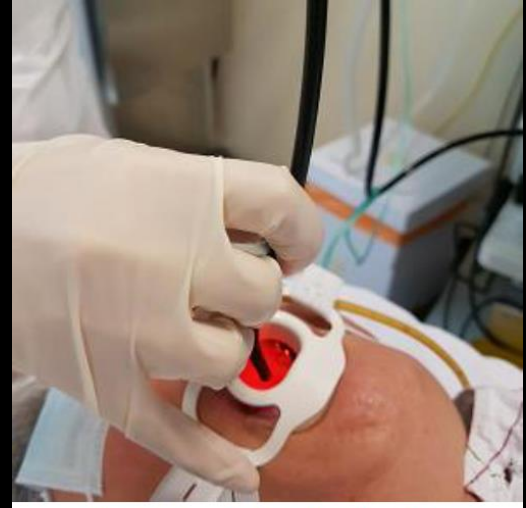
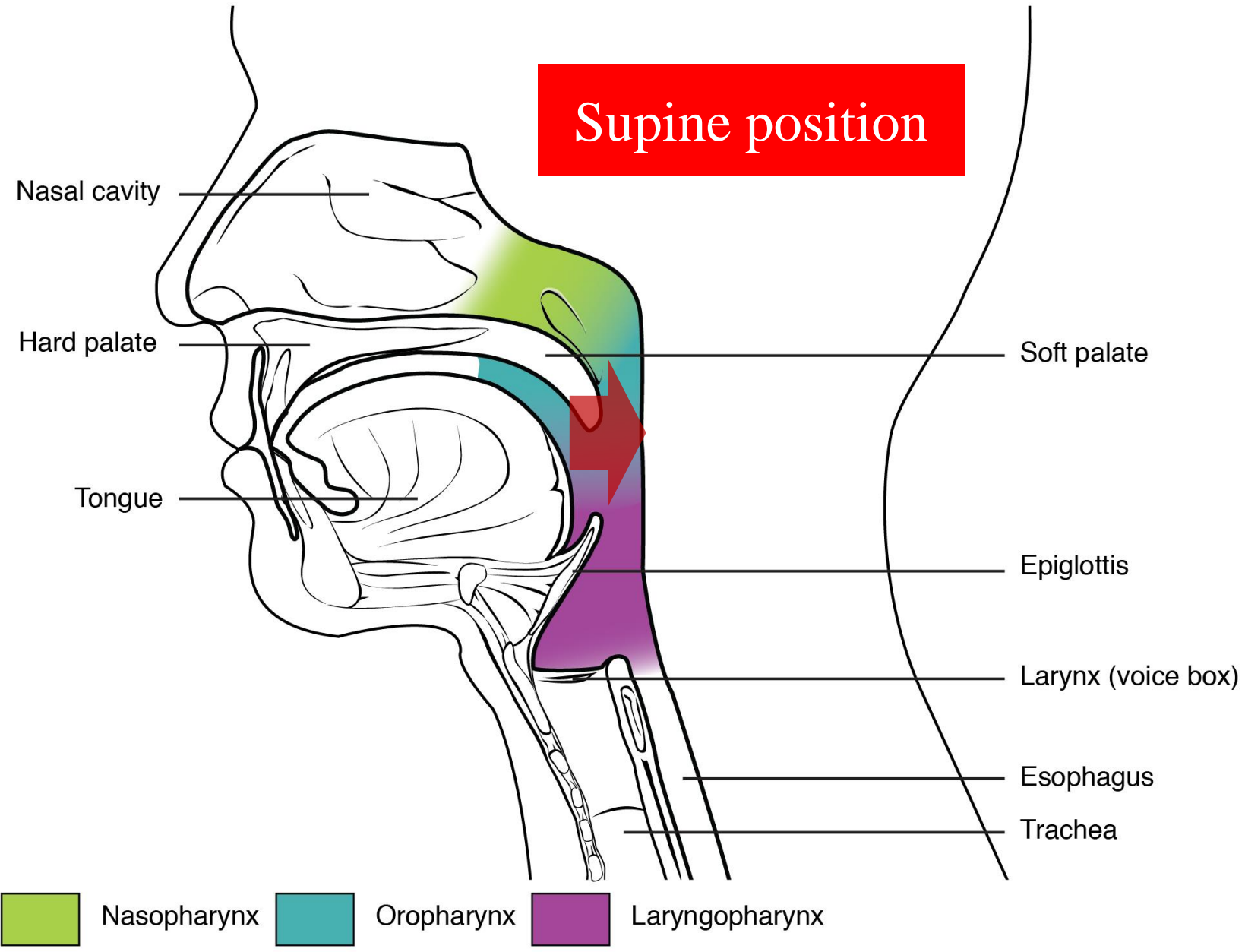


그림 1-5-6. 구강을 통한 삽입

Supine position



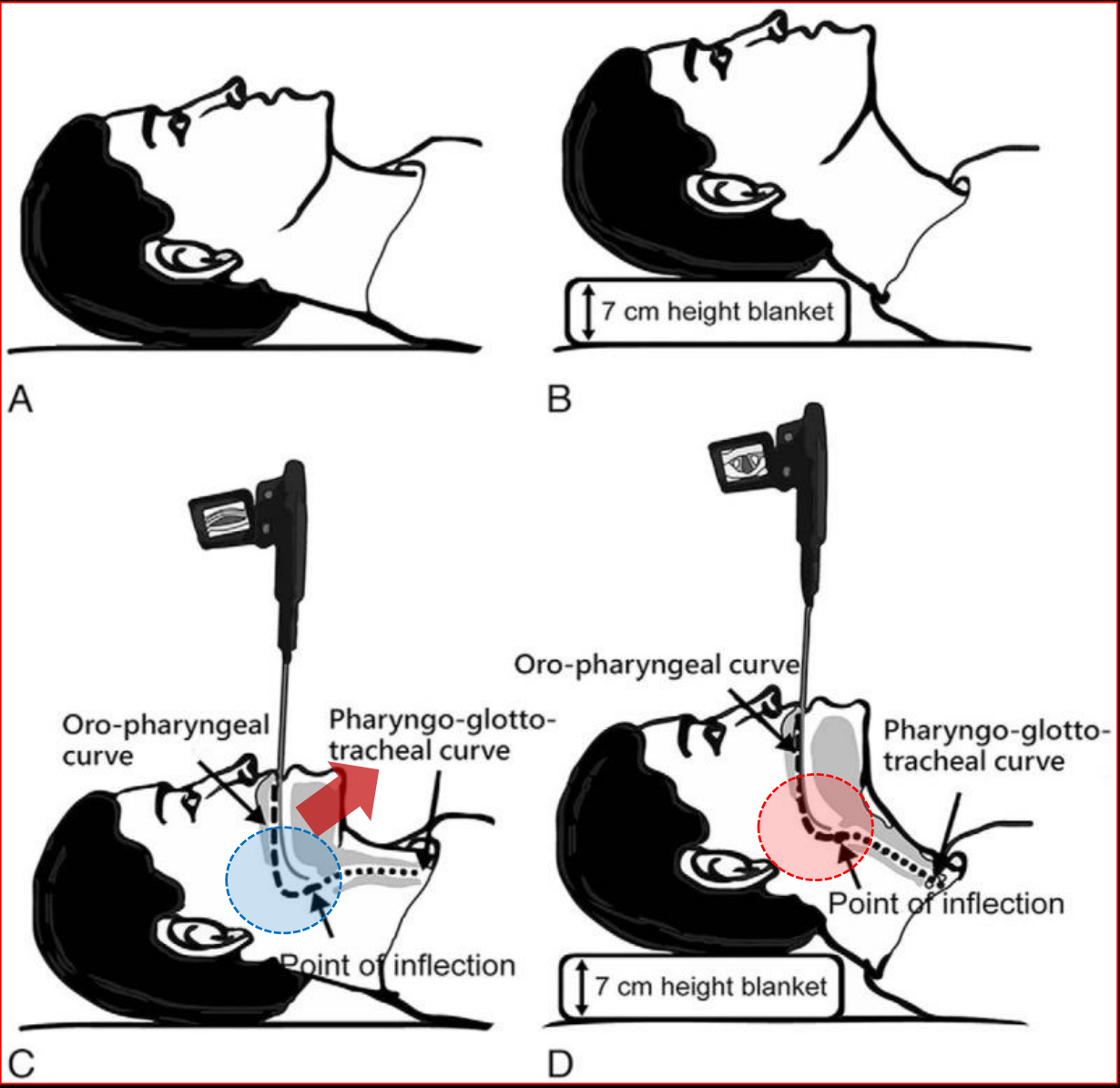
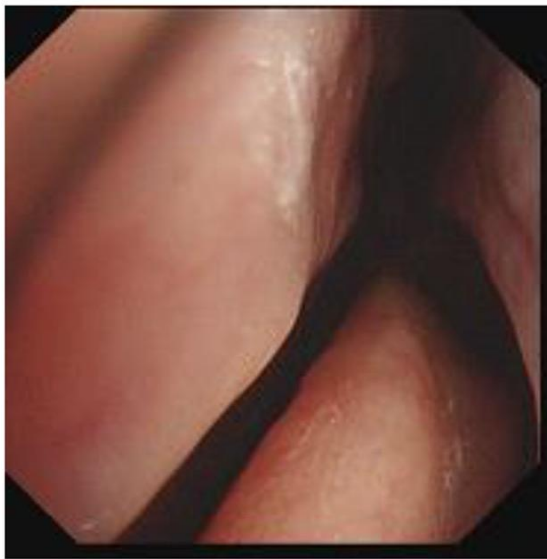




그림 1-5-8. 삽입관의 올바른 자세(좌)와 나쁜 자세(우)

Nasal insertion

- 리도카인젤리를 충분히 바른다.
- 진입 도중 suction을 하지 않는다.



Nasal Turbinate

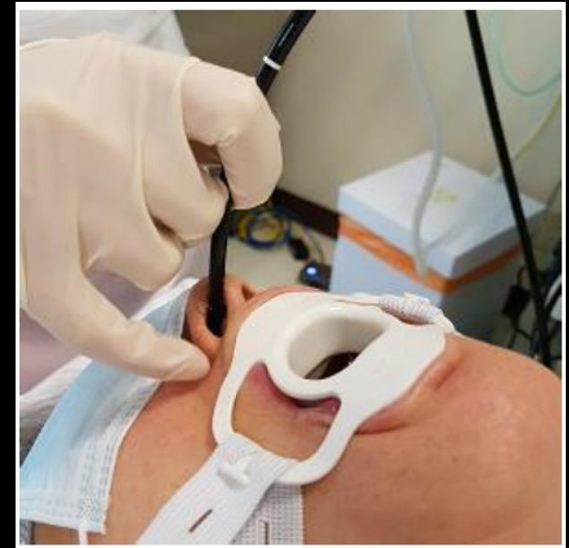


Epiglottis



Larynx

그림 1-5-8 비강 삽입시 관찰되는 구조물



Tips

- 시야가 확보되지 않으면?
 - 목을 약간 extension & 턱을 들어 줌. (mandibular angle을 들어올리면서 목을 늘려주는 느낌으로...)
 - 다시 뺀다!
- Scope은 가능하면 직선으로 유지해야 방향 전환이 용이.
- 손에 힘을 빼자!
 - Scope을 너무 꼭 움켜잡으면 손목을 더 많이 꺾어야 되며 방향 전환이 어려움.
 - Scope은 엄지와 검지 사이에 걸쳐 놓는 느낌으로...
- Carina에서 각 main bronchus로 진입할 때 환자의 머리를 기준으로 진입 반대 방향으로 한 걸음 이동하면 방향 전환이 수월.

Bronchial washing / BAL

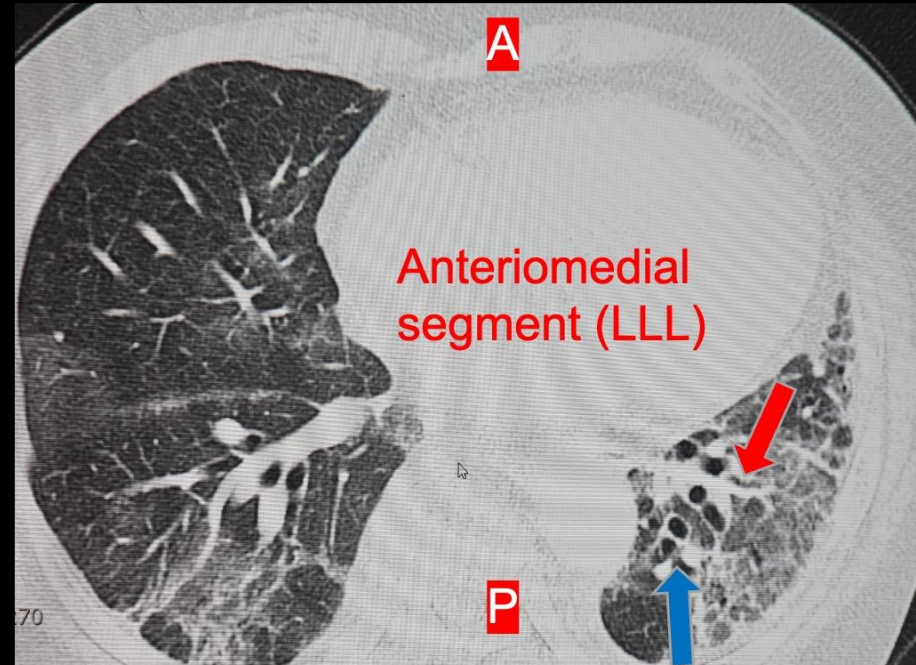
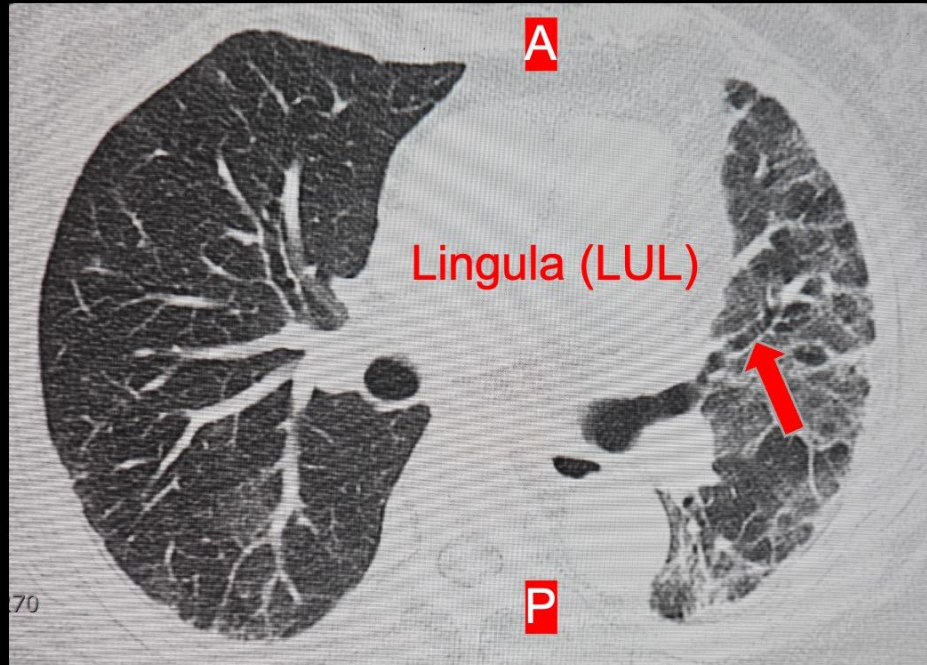
- **Bronchial washing**: 병변과 연결되어 있는 large airway (lobar~segmental bronchus) 에 saline 10~20 ml을 WC을 통하여 주입 후 나오는 액체를 suction하여 검체를 얻음.
- **Bronchoalveolar lavage (BAL)**: 하기도 (lower respiratory 의 상피 표면으로부터 세포와 비세포 (noncellular) 구성성분 등을 알아보기 위한 술기로 large airway 에 주입된 saline 또는 분비물 등을 흡입하는 washing 과는 다른 술기이다.

BAL

위치, Scope diameter

1. 병변과의 연결을 고려하여 최적의 segmental bronchus 또는 그보다 더 distal bronchus에 scope의 tip을 wedging

- RML / Lt. lingula > RLL / LLL
- RLL anterior > lateral > posterior segment



BAL

2. Scope이 wedging 상태에서 빠지지 않도록 고정된 상태에서 총 100~300 ml의 prewarming saline(37°C)을 3~5회에 나누어 주입
3. 각 주입 후 기관지가 collapse 되지 않는 적은 압력(100 mmHg 이하)으로 suction하여 검체를 회수 (예, 3회에 걸쳐 총 300 ml의 saline을 주입: 100 ml 주입 → suction → 검체가 더 이상 나오지 않으면 → 100 ml 주입 → 총 3회 반복)

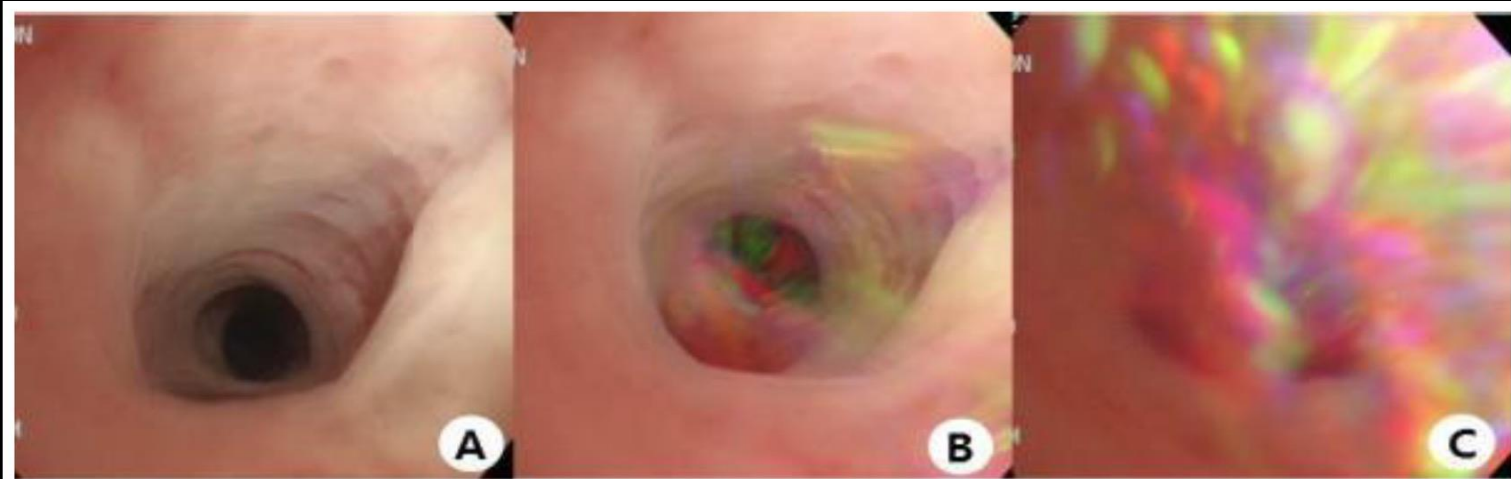


그림 1-6-4. 기관지폐포세척 (Bronchoalveolar lavage) 시술 과정. A) BAL을 시행할 구역기관지에 wedge한 상태 B) Wedge한 상태에서 saline을 주입하는 과정 C) low pressure (100 mmHg)

BAL

4. 첫번째 회수되는 검체는 폐포의 물질보다 기도(airway)의 물질을 반영하므로 검체의 활용에 주의
5. 회수된 최소한의 총 용량은 주입한 volume 의 5% 이상이 되도록 해야 한다 (optimal sampling retrieves $\geq 30\%$).

표 1-6-2. 정상 성인에서 기관지폐포세척의 세포구획 분석의 정상 수치^{4,6}

BAL differential cell	Non-smokers	Smokers
Alveolar macrophages	>85%	>90%
Lymphocytes	10~15%	3~13%
CD4+/CD8+ ratio	0.9~2.5	0.7~1.8
Neutrophils	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$
Eosinophils	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$
Mast cell	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$
Squamous epithelial*/ciliated columnar epithelial cellst	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$

Bronchial washing

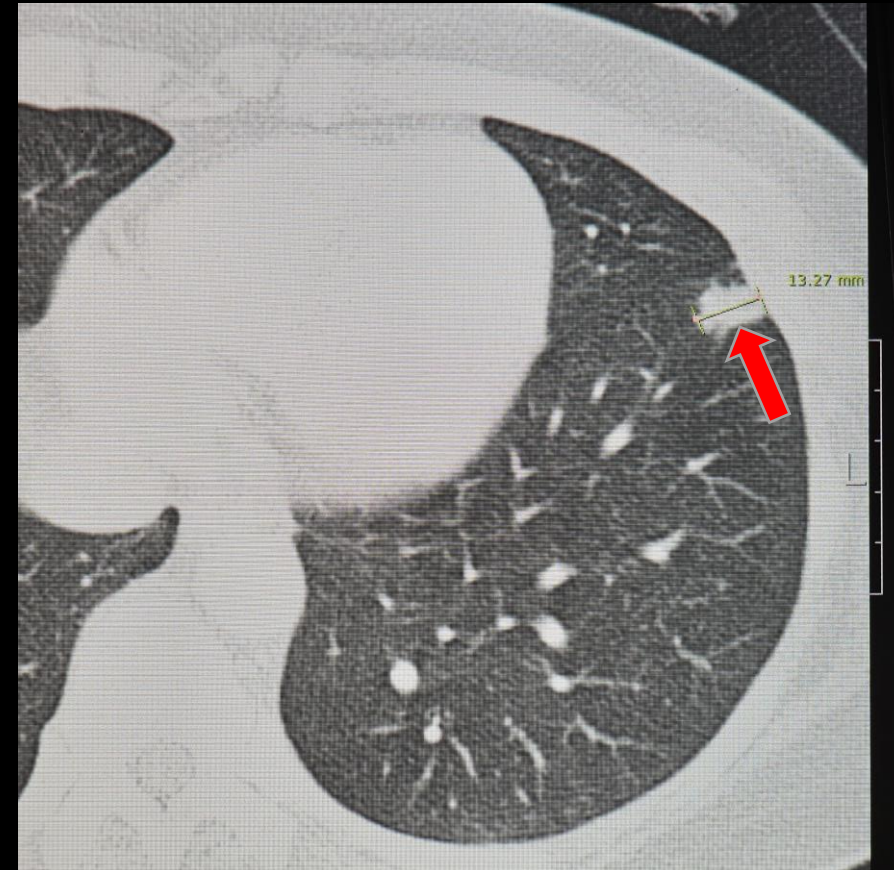
- 가능하면 BAL처럼 target lesion과 연결된 기관지에 wedging하여 시행
- Kim, Y W et al. Diagnostic value of bronchoalveolar lavage and bronchial washing in sputum-scarce or smear-negative cases with suspected pulmonary tuberculosis: a randomized study

Comparison of pulmonary tuberculosis patients who received bronchoalveolar lavage and bronchial washing

Characteristics	BAL group (n = 21)	BW group (n = 30)	p
Lesions in bilateral lung field, n (%)	8 (38.1)	9 (30.0)	0.546
Presence of cavitory lesion, n (%)	8 (38.1)	12 (40.0)	0.891
Specimen test results			
Smear positivity, n (%)	6 (28.6)	5 (16.7)	0.309
Culture positivity, n (%)	16 (76.2)	15 (50.0)	0.059
PCR positivity, n (%)	12 (57.1)	11 (36.7)	0.148
Positive culture or PCR results, n (%)	18 (85.7)	15 (50.0)	0.009
TB PCR-positivity in culture-positive patients, % (n/N)	62.5 (10/16)	73.3 (11/15)	0.519
Xpert MTB/RIF-positivity in culture-positive patients, % (n/N)	75.0 (9/12)	84.6 (11/13)	0.548
Interval from bronchoscopy to anti-TB drug initiation, days, median (IQR)	0 (0–2.0)	2.5 (0–6.0)	0.104

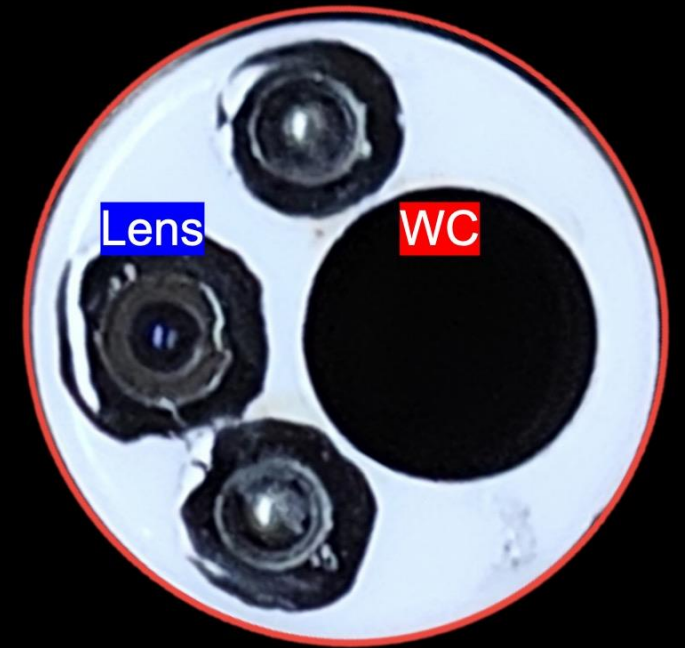
46/F

- EBUS-GS-TBLB + Cryobiopsy
 - Granulomatous inflammation
 - Tissue TB/NTM PCR (-/-)
- AFB growth (3^주)
 - TB/NTM PCR (-/+)
 - NTM ID test: *M. avium*



Tips

- 낮은 압력으로 suction해야 되는 이유
 - 압력이 높으면 distal airway가 collapse
 - Bleeding → differential count 변화
- Saline을 넣어도 검체가 잘 안 나오는 경우
 - 1) 압력을 100 mmHg 이하로 유지 (suction control button을 살짝만 누른다)
 - 2) 보이는 화면을 현재 보다 약간 더 왼쪽으로 치우치게 보이도록 '살짝' up/down/rotation
 - 3) Wedging 유지한 상태로 환자 position 변경 (예, RLL 병변 → Lt. decubitus position)



ID No. :

Name :

Sex : Age :

D.O.Birth :

02 21 2023

09 : 34 : 42

SCV : 78

C_T : N E_H : A1

C_E : 3

Physician :

Comment :

BF-260

Serial No. : 2103053

Channel : 2.0

Distal End : 4.9

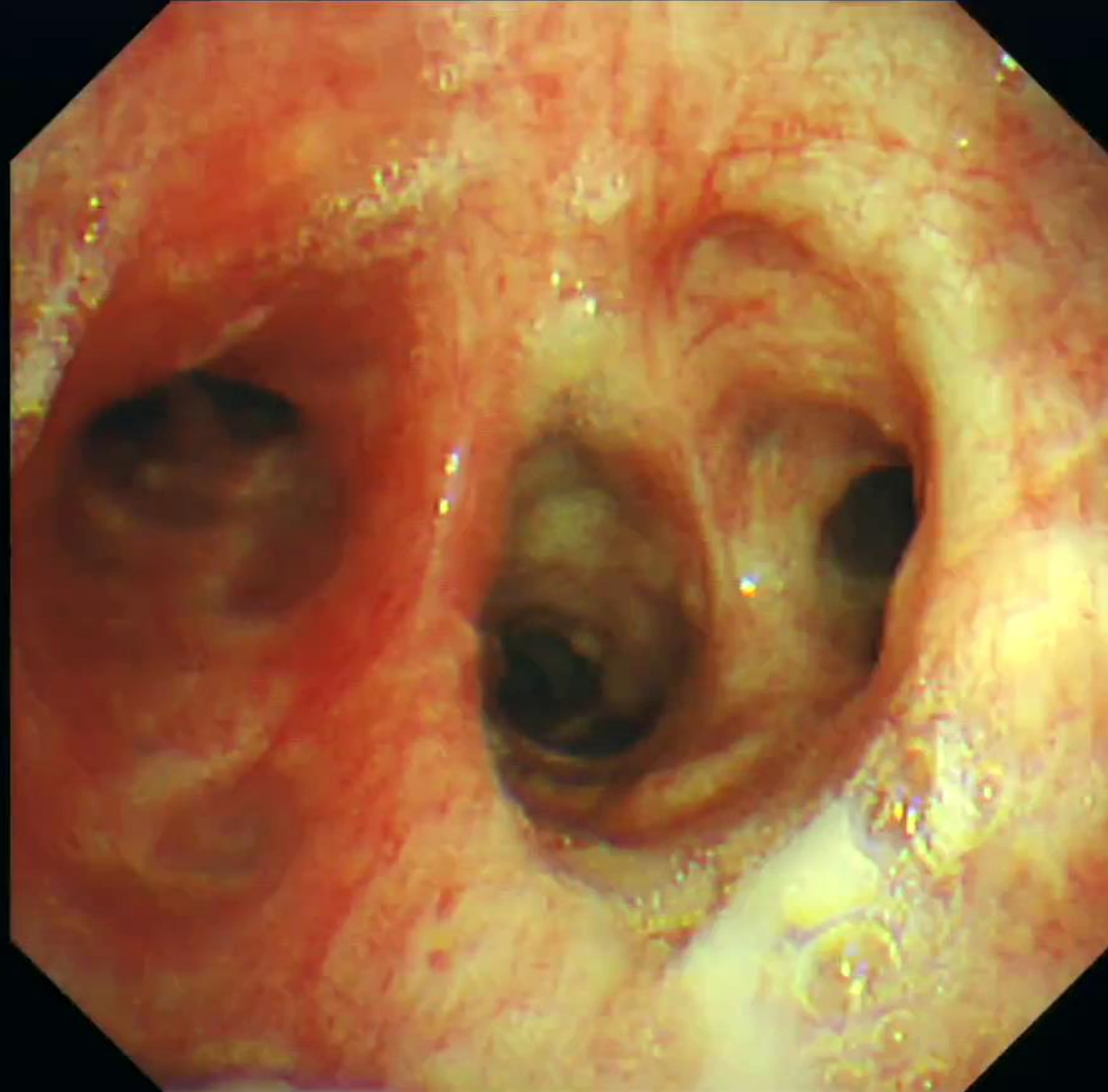
Insertion Tube : 4.9

Switch1 : Freeze

Switch2 : NBI

Switch3 : Print

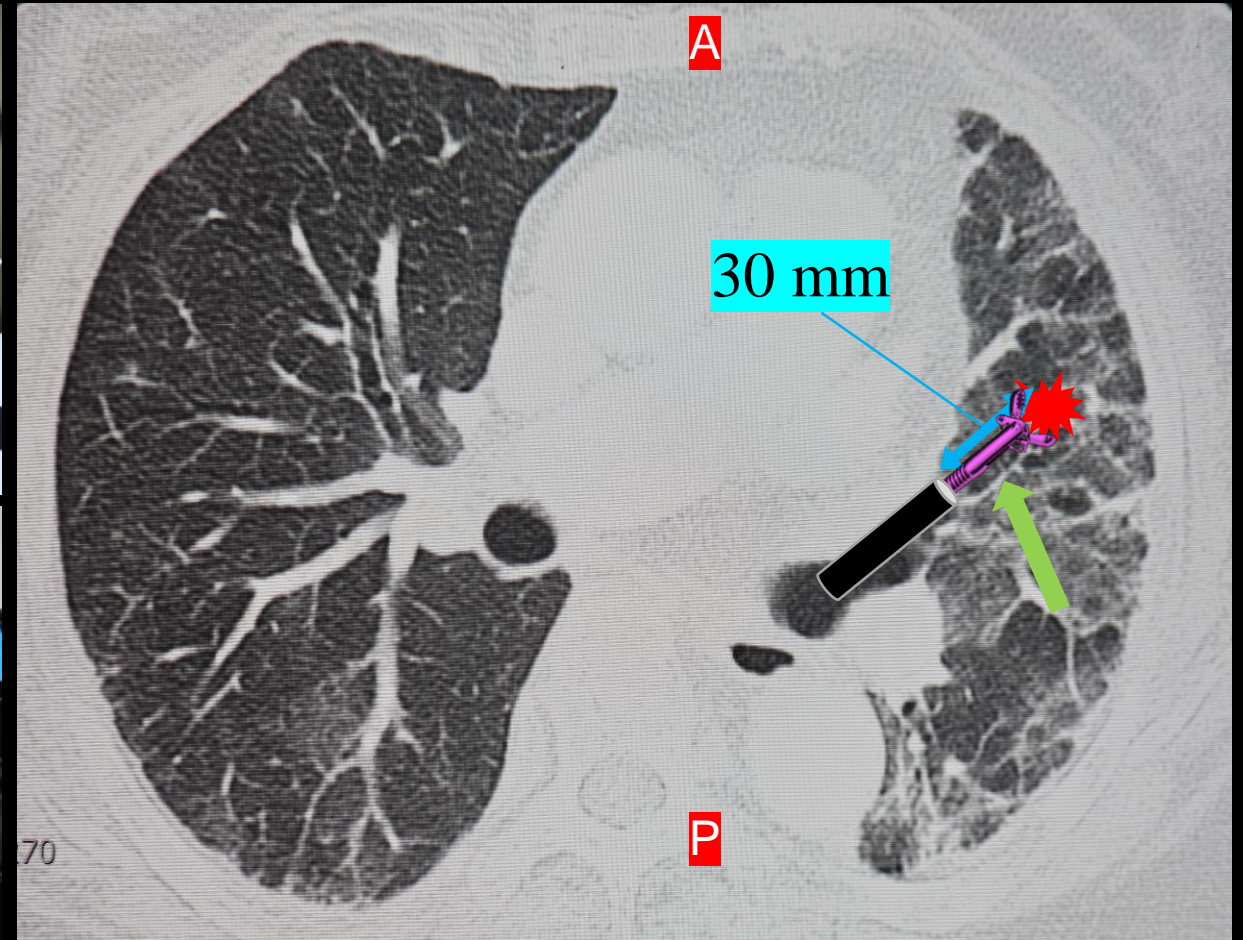
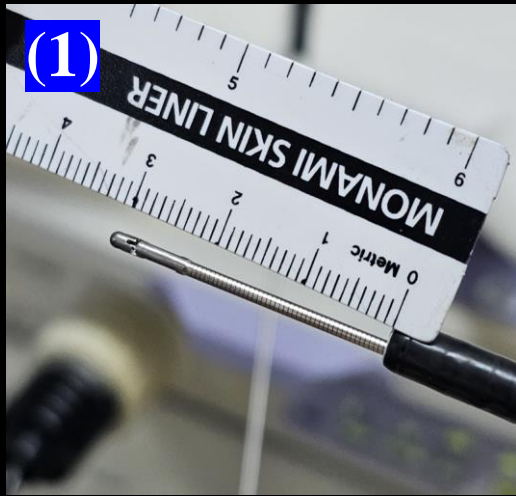
Switch4 : Release



Transbronchial lung biopsy (TBLB)

- Indication: ILD → peripheral nodule
cf. Endobronchial biopsy (EBB)
- 방법 (without fluoroscopy)
 - ① CT를 참고하여 target lesion과 연결되어 있는 (최대한 가까운) 기관지로 접근
 - ② CT에서 측정된 병변과의 거리 + 5~10 mm 여유 길이에 표시한 forceps을 working channel을 통해 '측정한 병변과의 거리' 만큼 진입시킨다.
 - ③ Forceps를 open → Inspiration시 표시된 '여유 길이' 만큼 전진 시킨 후 close
 - ④ Forceps를 제거하여 specimen을 얻는다.
 - ⑤ 상기 과정을 4~6회 정도 반복

Transbronchial lung biopsy (TBLB)



Tips

- 대부분의 Chest CT는 inspiration시 촬영 된 것
 - Expiration시 생검하면 원하는 위치보다 원위부에서 조직이 얻어지거나 target lesion이 흉막과 가까울 경우 흉막이 생검되어 기흉이 발생 가능 (예, Lower lobes)
 - Sedation을 사용하지 않거나 협조가 되는 정도의 sedation level에도 시술이 원활한 경우 환자에게 inspiration 후 숨을 참으라고 지시하고 이것을 반복
- Forceps를 close시 환자가 흉통을 호소하면 pleura를 잡았을 가능성
 - 다시 open 후 재시도 혹은 약간 근위부에서 시행을 고려
 - 시술 후 흉통과 호흡곤란을 호소할 경우 기흉 가능성 (+) → LUS 고려

Tips

- Forceps을 close 후 당겼는데 안 당겨질 경우 → Open하고 다시 시도
 - (이유 1) 힘을 주어서 확~ 당기면 출혈이 발생하는 경우가 많다.
 - (이유 2) 조직이 너무 딱딱하면 대부분 진단적이지 않다.
- 반복해서 시행하는데 아무 조직도 나오지 않는 경우
 - 검사 잠시 중단 → CT review & 다른 기관지 분지에서 시행 고려
 - 흉막과 가까운 병변인데 같은 기관지에서 조직이 나오다가 안 나오는 경우 이미
기흉이 발생하여 forceps가 흉강 내에 있을 가능성

Complications

Bleeding

/ min

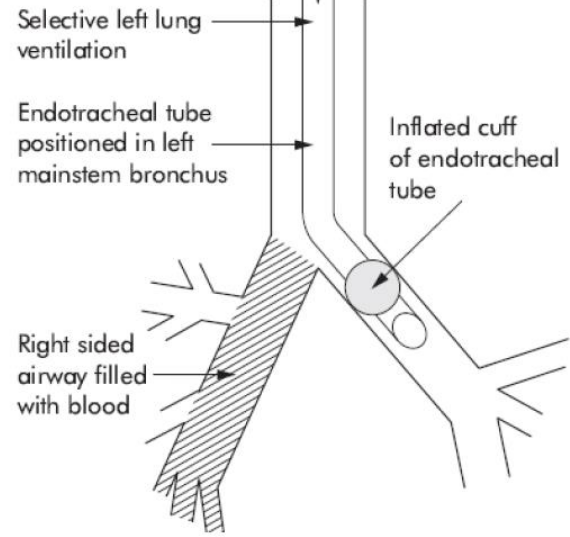
- M/C complication

- 객혈의 양이 많지 않아도 시야가 확보되지 않을 수 있다.
- 당황하지 말자
- “기도 확보”

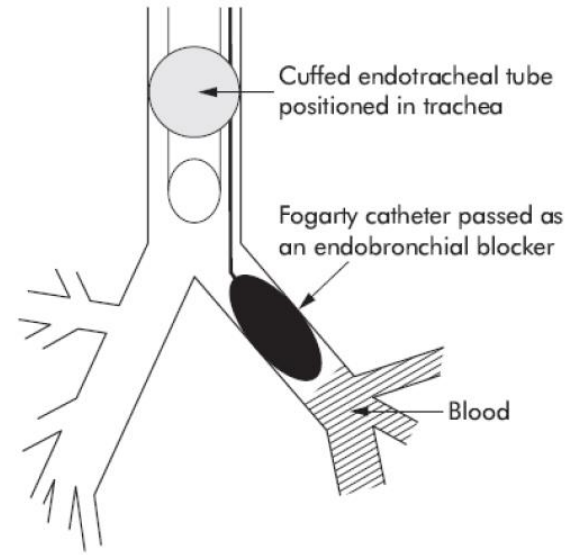
Grade	Findings at Bronchoscopy	Rationale
1	Suctioning of blood required for less than 1 minute	Minimal bleeding of no clinical consequence to the patient or the provider.
2	Suctioning more than 1 minute required or repeat wedging of the bronchoscope for persistent bleeding or instillation of cold saline, diluted vasoactive substances or thrombin	Requirement of one or more tools to control or prevent further bleeding.
3	Selective intubation with ETT or balloon/bronchial blocker for less than 20 minutes. Or premature interruption of the procedure.	Meaningful but short-term change in the clinical status of the patient involving more invasive procedures and causing interruption of the planned procedure.
4	Persistent selective intubation > 20 minutes or new admission to the ICU or PRBC transfusion or need for bronchial artery embolization or resuscitation.	Change in level of care and requiring advanced ventilatory support and/or transfusion of PRBC.

Bleeding – Tx.

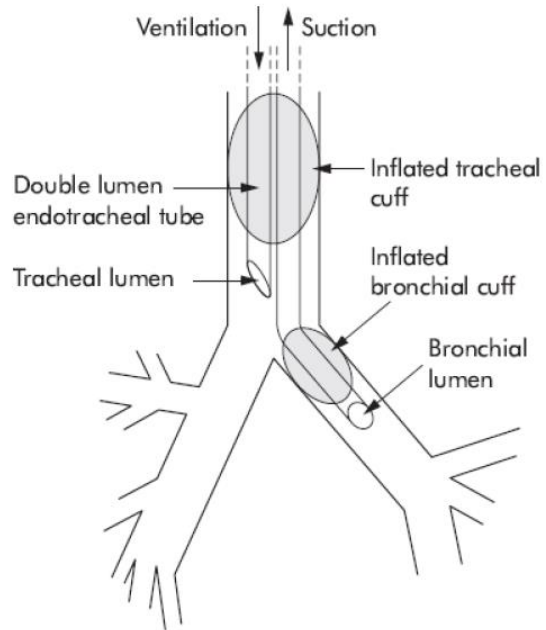
- 검사 전 risk factor와 CT(E)를 확인 (예, 아스피린 복용, 병변 내부 혈관 위치)
- 병변을 아래쪽으로 decubitus position
- 도와줄 사람 연락 (예, 조기대응팀, ECMO팀...)
- Scope은 가능하면 하기도에 유지 & suction 지속
- 가능하다면 WC 직경이 더 큰 (예, 2.8~3.0 mm) scope으로 변경
 - 고위험군은 가능하면 처음부터 WC 직경이 큰 scope으로 시작 또는 조직검사가 필요한 경우 scope 변경하여 시행 (예, central lesion)
 - 이미 출혈이 발생 → 교체하는 순간 직전까지 화면이 꺼져도 다음 scope이 준비되기 전 까지 suction을 유지 → suction line을 다음 scope으로 옮긴 직후 제거



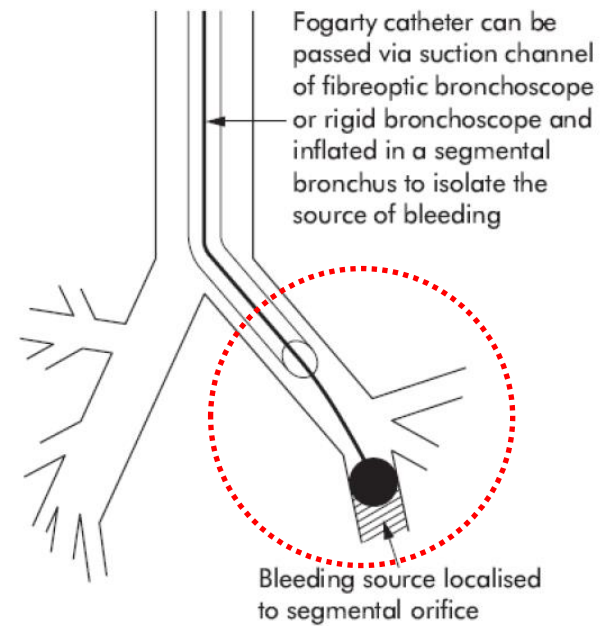
(a)



(b)



(c)



(d)

Hypoxemia

- 고위험군 시술은 가능하면 산소를 충분히 주고(주면서) 시행 (preoxygenation)

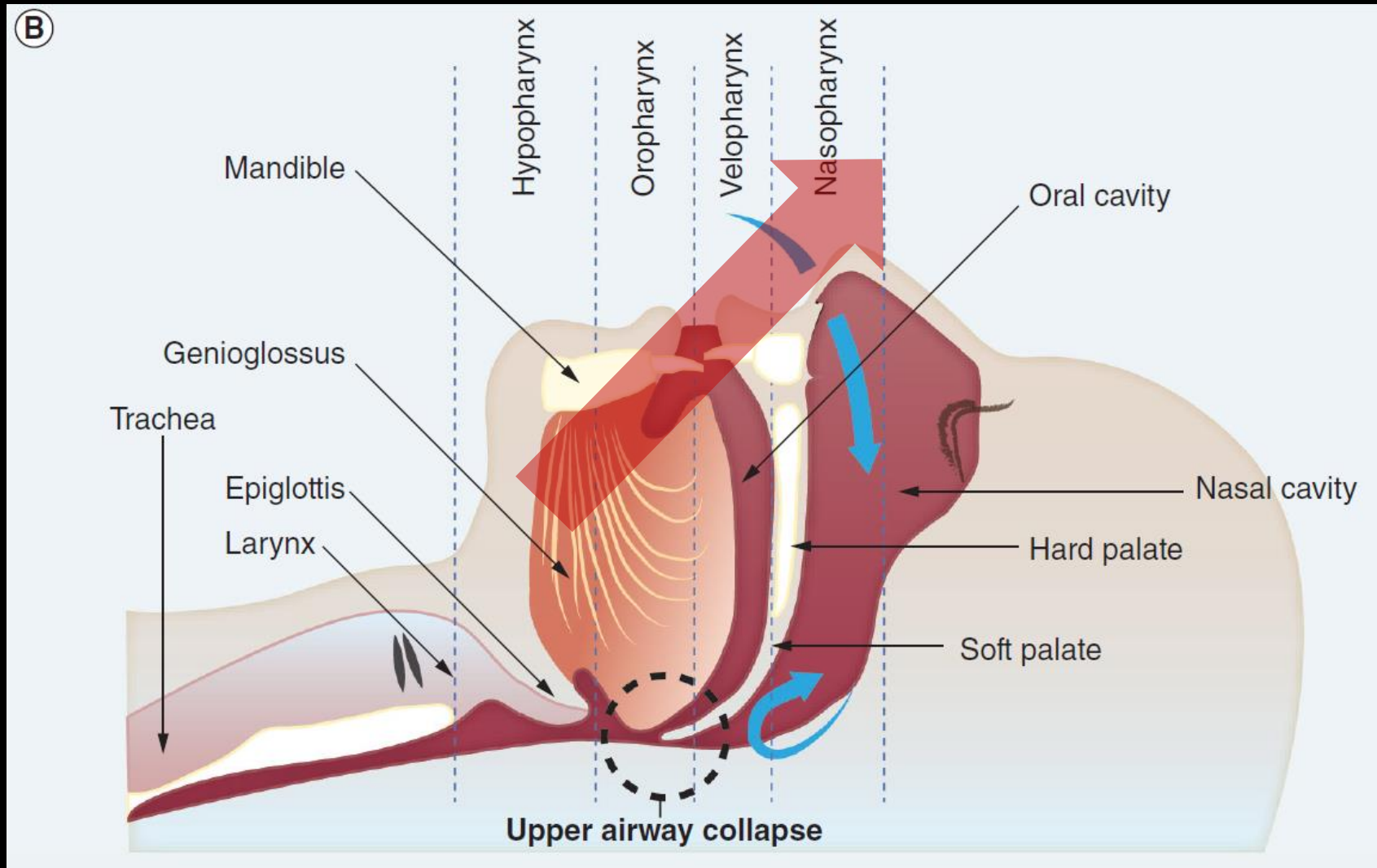
- 산소가 제대로 들어가고 있는지 확인 (oxygen disconnection)

- 원인 감별: respiratory drive 저하 vs. upper airway collapse

- ★ 대부분 upper airway collapse > drive 저하
 - Sedative agent → Loss of airway muscle tone

cf. 협조가 되지 않고 환자가 힘을 줘서 airway collapse → sedation???

Hypoxemia d/t Upper airway collapse



Fever

- Fever after flexible bronchoscopy: 1.2~16%
 - Cytokines (TNF- α , IL-6...) > Infection, bacteremia
- Risk factor of fever
 - Duration > 10 min
 - Bronchial washing or BAL
 - Biopsy
 - Moderate to severe bleeding
 - Saline / lidocaine used
 - Tuberculosis
 - Abnormal bronchoscopic findings
- Treatment
 - Spontaneously improved in most cases (symptom control)

Infection

- Kim, Bo-Guen et al. "Using short-term prophylactic antibiotics for prevention of infectious complications after radial endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy." *Respiratory medicine* vol. 188 (2021)
- Shimizu, Takahiro et al. "Risk factors for pulmonary infection after diagnostic bronchoscopy in patients with lung cancer." *Nagoya journal of medical science* vol. 82,1 (2020): 69-77.
- Hackner, Klaus et al. "Fever after bronchoscopy: serum procalcitonin enables early diagnosis of post-interventional bacterial infection." *BMC pulmonary medicine* vol. 17,1 156. 28 Nov. 2017
- Sato, Yu et al. "Risk factors for post-bronchoscopy pneumonia: a case-control study." *Scientific reports* vol. 10,1 19983. 17 Nov. 2020, doi:10.1038/s41598-020-76998-z
- Takiguchi, Hiroto et al. "Post-bronchoscopy pneumonia in patients suffering from lung cancer: Development and validation of a risk prediction score." *Respiratory investigation* vol. 55,3 (2017): 212-218.
- Kanazawa, Hiroshi. "Efficacy of azithromycin administration in prevention of respiratory tract infection after bronchoscopic biopsy: a randomized, controlled trial." *Respirology (Carlton, Vic.)* vol. 12,1 (2007): 70-5.

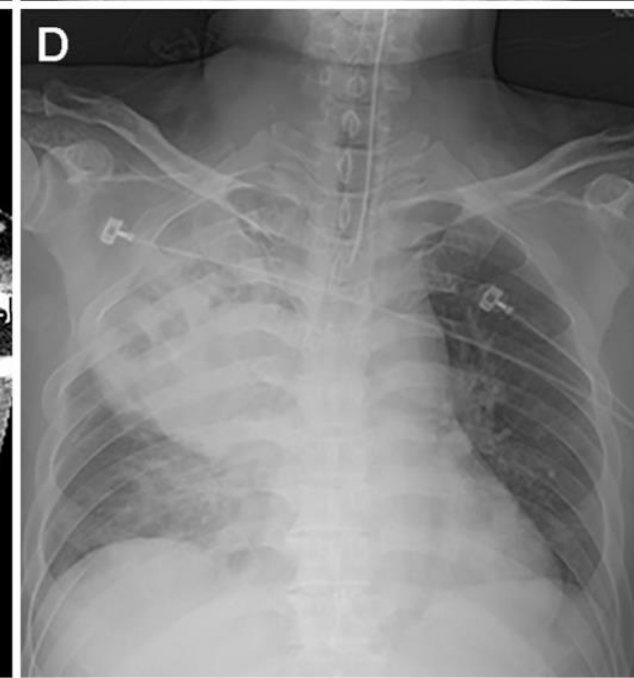
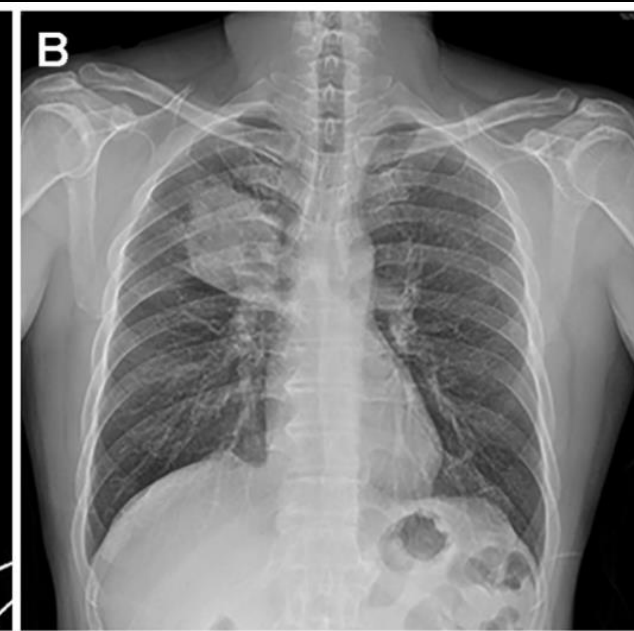
• Infection (pneumonia): 1.4~6.3%

• Risk factor

- Necrosis/LDA and/or cavity in tumor
- Abnormal bronchoscopic findings
- Bronchial carcinoma / central location
- Current smoking
- Aging, age ≥ 70
- Large tumor diameter
- Tracheobronchial stenosis

• Prophylaxis/Tx.

- Prophylactic antibiotics: oral amoxicillin/clavulanate...
- 내부 저음영, necrosis → 적당히 조직검사???
- CXR F/U & BT 추이 - 24시간 이상 fever 지속



드물지만 당혹스러운 경우...

- Suction이 안된다?!?!

- M/C: WC이 막힘 (Bleed clot, thick section...) → Saline
- Suction valve 내부가 막힘 → 교체

- Lidocaine SE

- 혈중농도: 1~5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ → 졸음(drowsiness), 이상황홀감(euphoria), 입술 감각이상(tingling sensation), 이명(ear ringing), 쓴맛(bitter taste)
- 8~12 $\mu\text{g}/\text{mL}$ → 환각(hallucination), 발작적 떨림(jerky tremor), 경련(seizure)
- 제거반감기(elimination half-life)가 90분 정도이므로 시술 후에도 부작용 발생
- 치료: BDZ > PPF → 기관내삽관+/- 근이완제
- 예방: 1% Lidocaine (cf. 2%), Spray catheter 사용

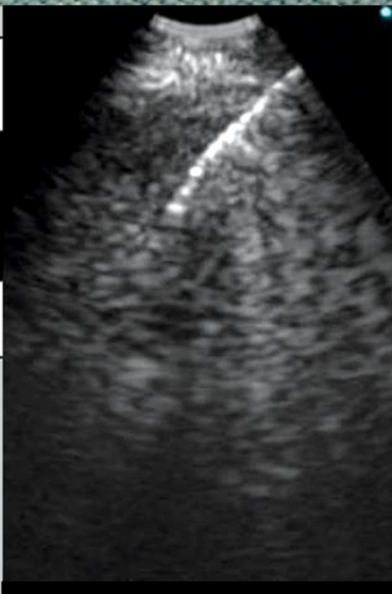
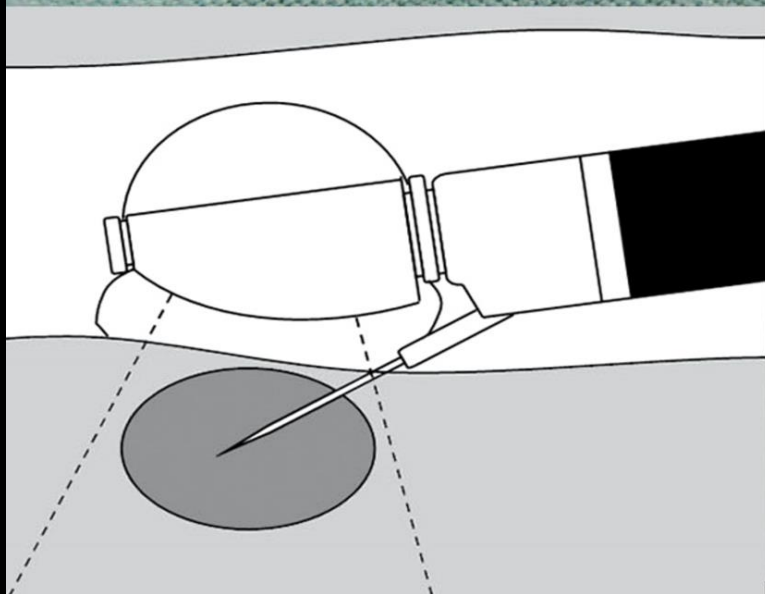


Contents

- Indication / Contraindication
- Sedation
- Insertion
- Bronchial washing / Bronchoalveolar lavage (BAL)
- Transbronchial lung biopsy (TBLB)
- Tx. of complications – Bleeding / Hypoxemia / Fever & Infection
- Introduction of Endobronchial ultrasound (EBUS)

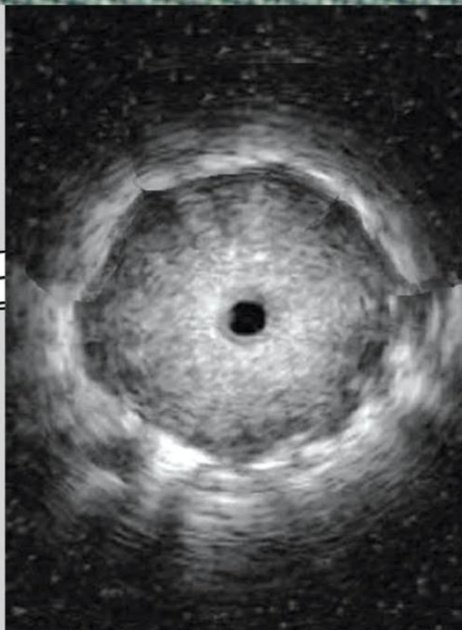
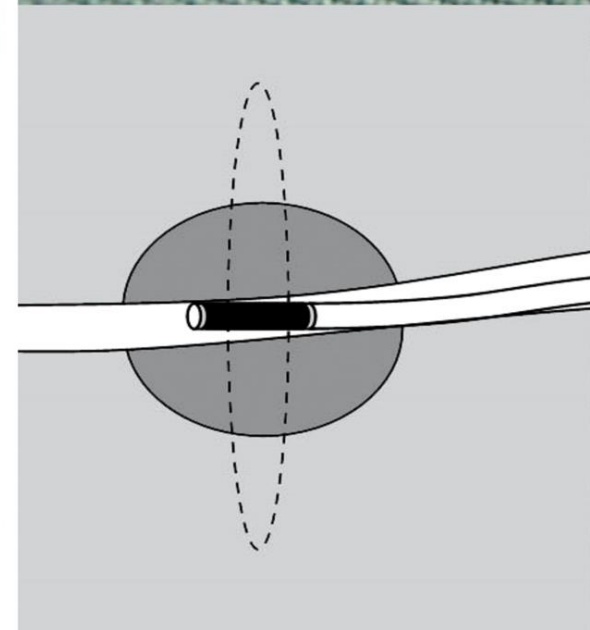
A

Convex probe EBUS



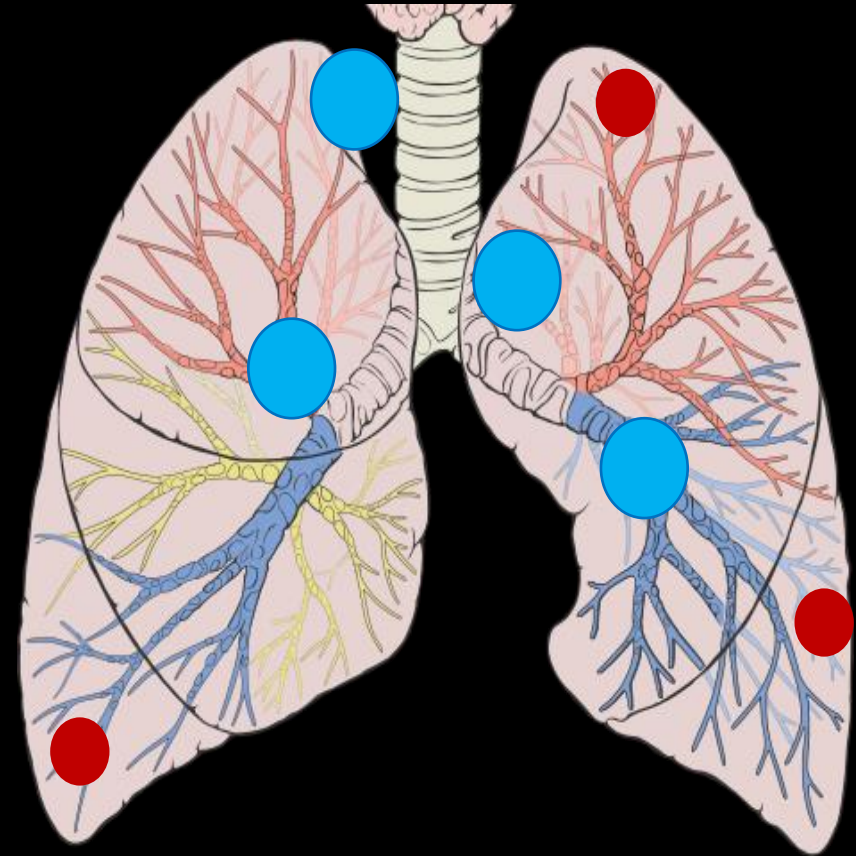
B

Radial probe EBUS



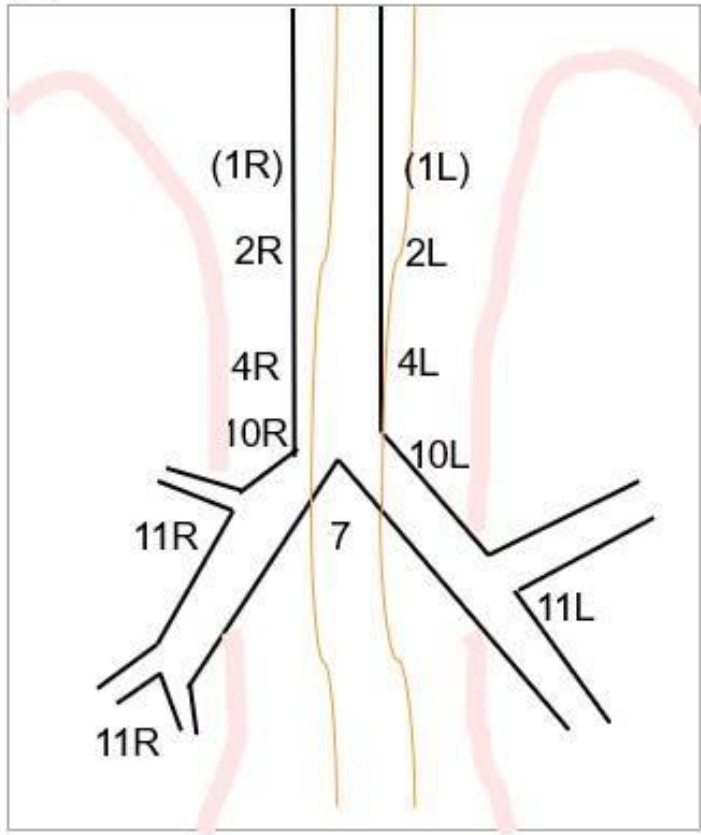
Indication of convex probe EBUS

- Lung cancer (LN) staging
- Pathological diagnosis
- Restaging

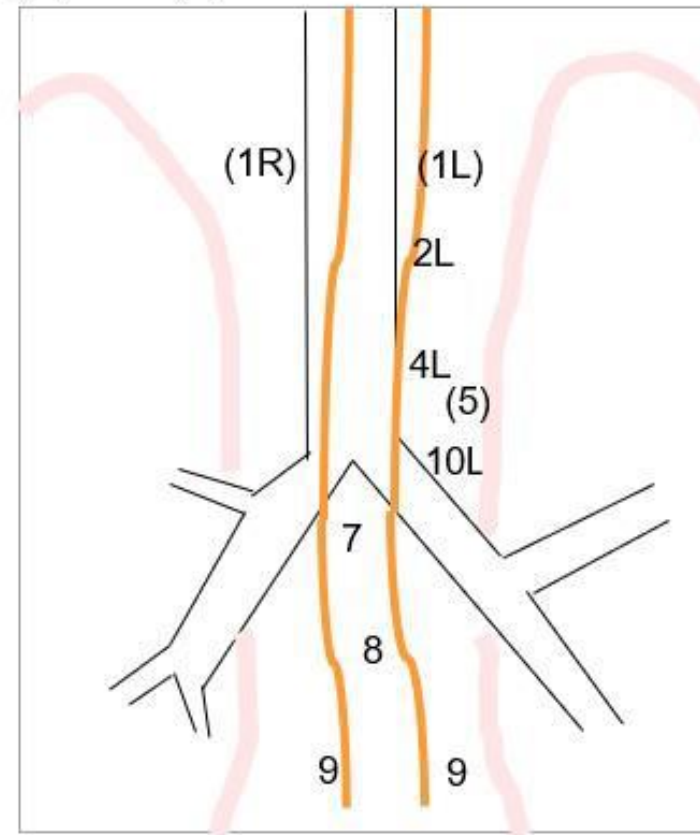


EBUS-TBNA + EUS-B-FNA

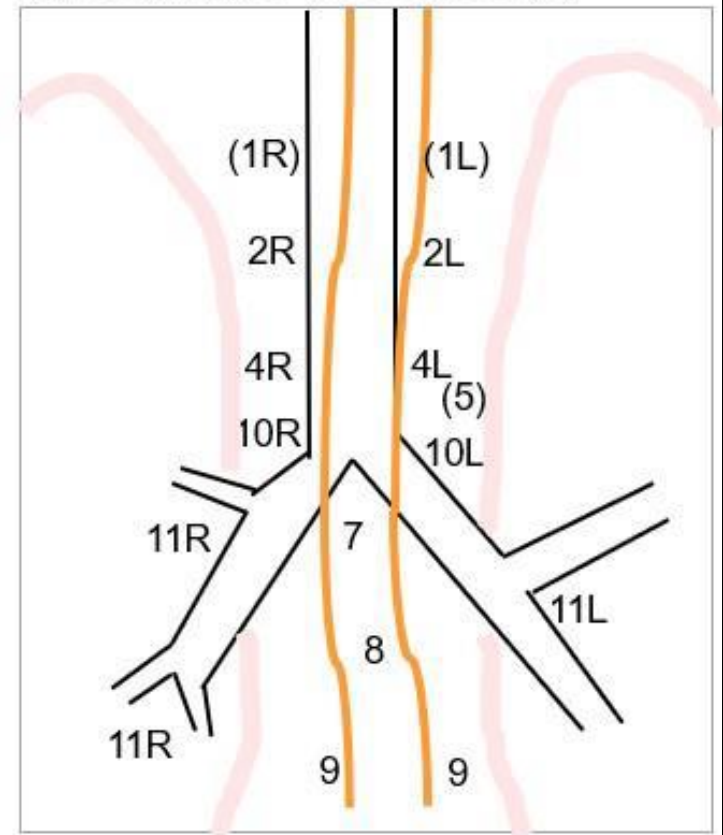
(a) EBUS



(b) EUS-(B)



(c) Combined EBUS/EUS-(B)






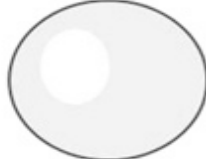

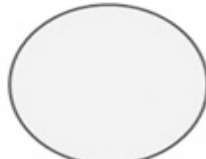



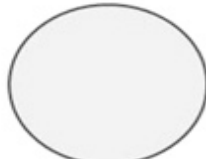


EBUS-TBNA + EUS-B-FNA

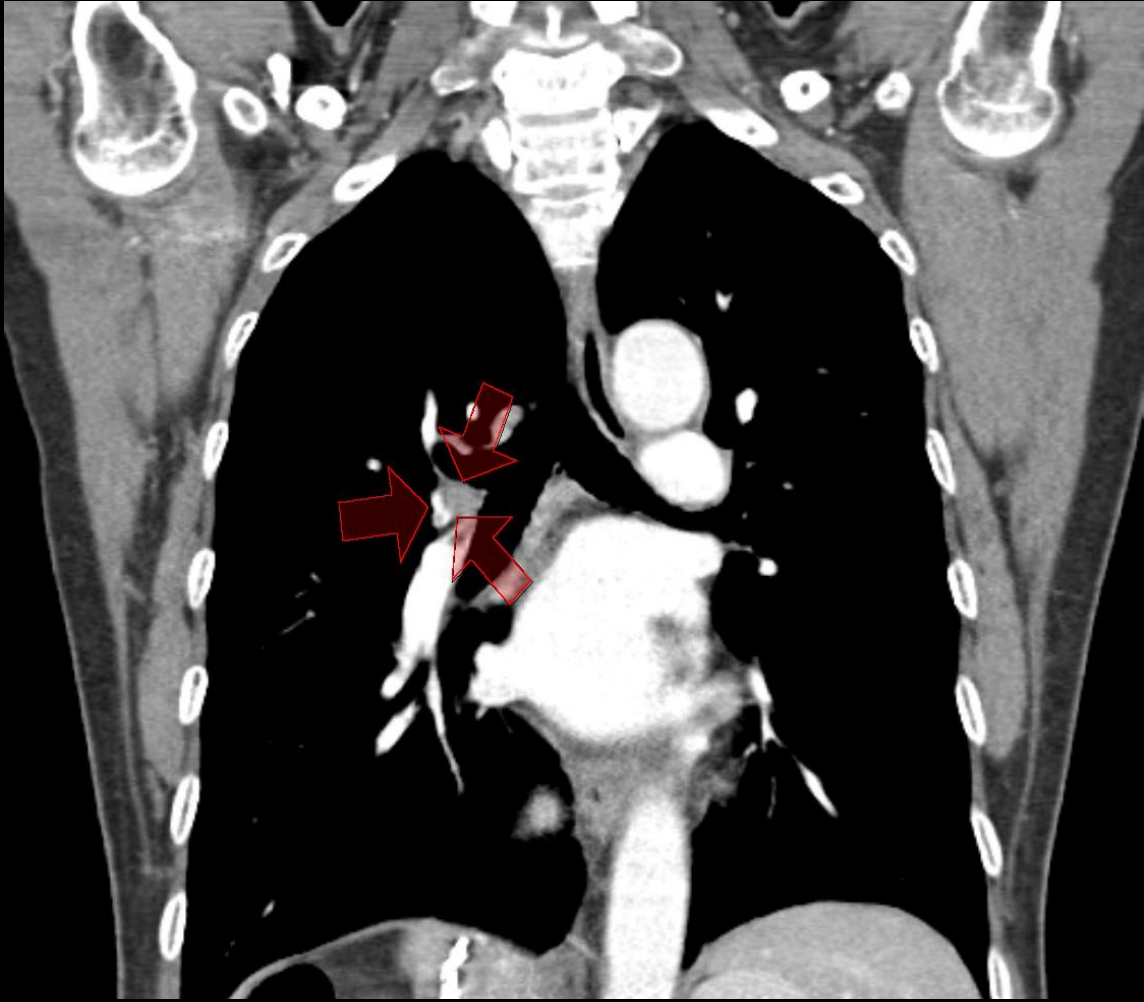
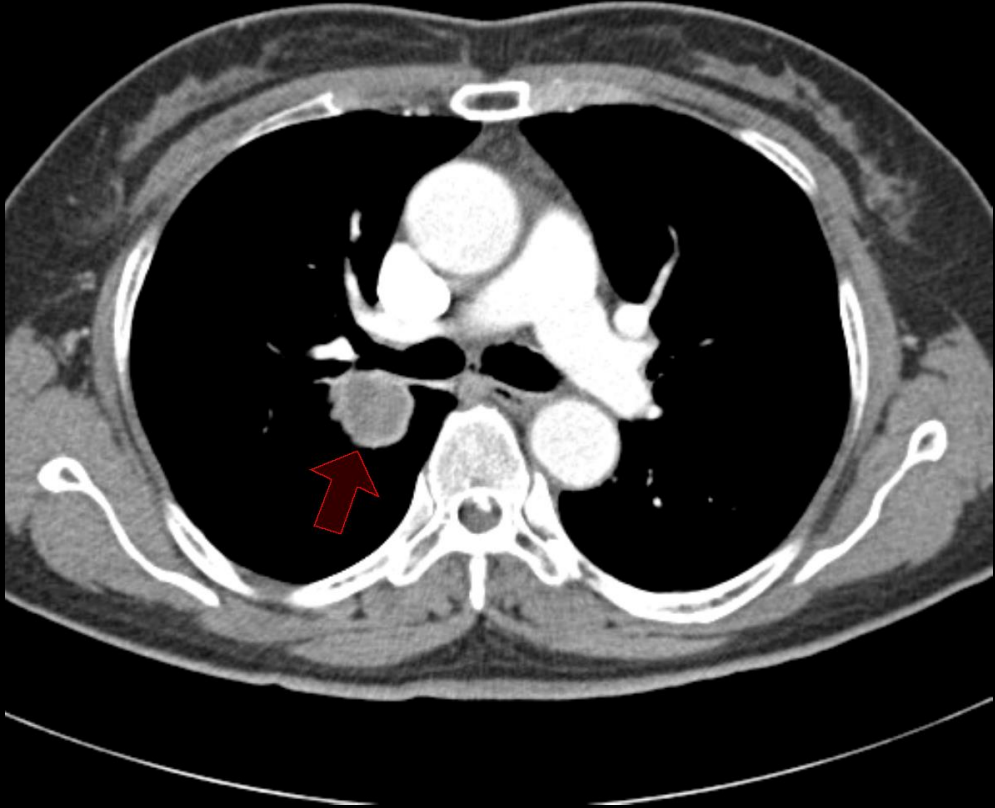
Table 5—Accessibility to Mediastinal Nodal Stations by EBUS-TBNA and EUS-B-FNA

Nodal Stations With at Least One Node ≥ 5 mm ^a	Total	Accessible by EBUS-TBNA	Accessible by EUS-B-FNA	Accessible only by EBUS-TBNA	Accessible Only by EUS-B-FNA	Accessible by Both	Inaccessible by Both
1R	14	14	8	6	0	8	0
1L	1	1	1	0	0	1	0
2R	45	45	1	44	0	1	0
2L	6	6	2	4	0	2	0
3A	15	0	0	0	0	0	15
3P	14	14	14	0	0	14	0
4R	107	107	1	106	0	1	0
4L	75	74	75	0	1	74	0
5	56	1 ^b	11	0	10	1	45
6	12	0	0	0	0	0	12
7	107	107	106	1	0	106	0
8	8	3	8	0	5	3	0
9	13	0	13	0	13	0	0
Total	473	372 (78.6)	240 (50.7)	161 (34.0)	29 (6.1)	211 (44.6)	72 (15.2)

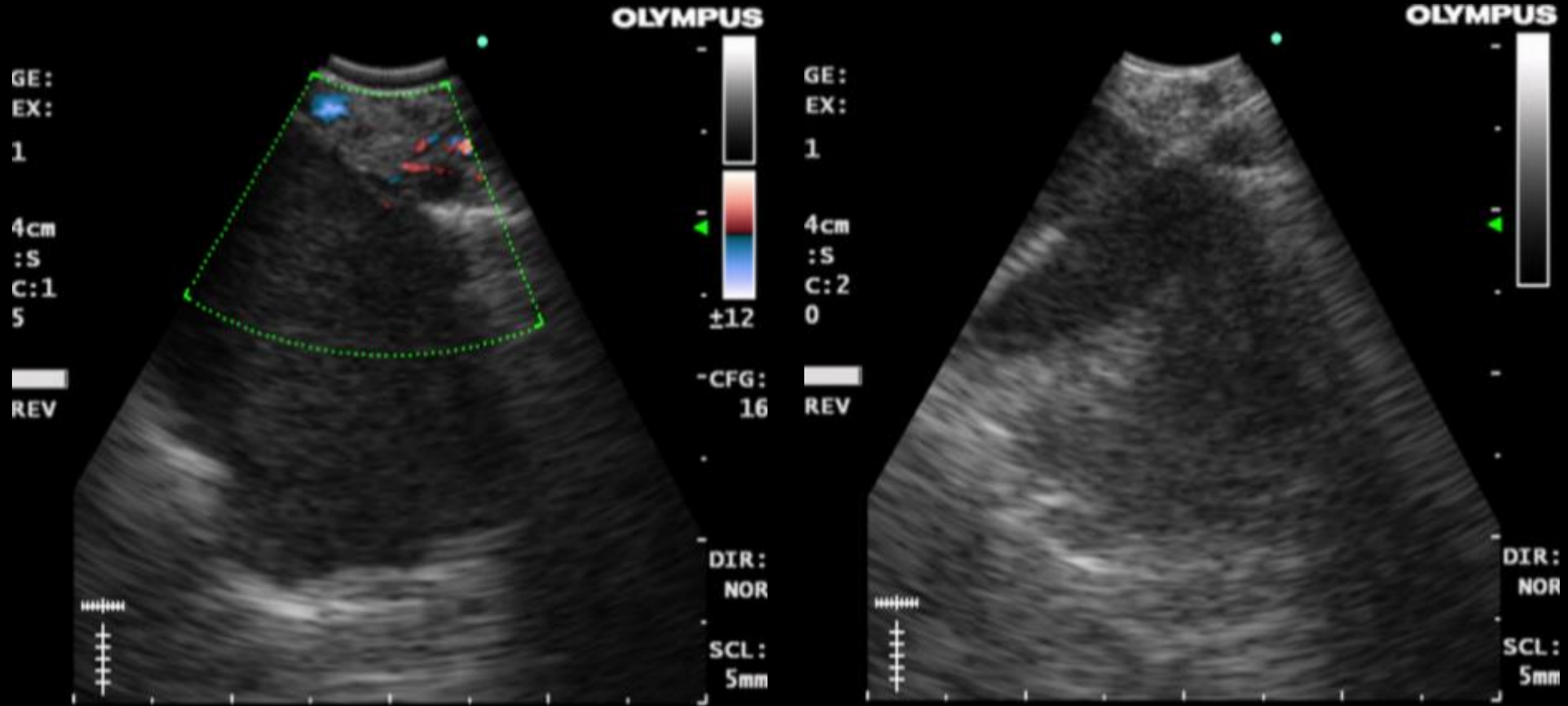
Sonographic Features

Size	Shape	Margin	Ecogenecity	Central Hilar Structure	Coagulation Necrosis Sign
 (a) $\leq 1\text{cm}$	 (c) oval	 (e) indistinct	 (g) homogeneous	 (i) present	 (k) present
 (b) $> 1\text{cm}$	 (d) round	 (f) distinct	 (h) heterogeneous	 (j) absent	 (l) absent

Chest CT



EBUS-TBNA



Malignant, favor metastatic carcinoma from liver

Tips

- 시술 전 CT preview
- 가능한 모든 plane - axial / coronal / sagittal
 - Target lesion (LN, mass...)의 위치와 주변 anatomical structure와의 관계를 파악
- 실제 시술 중 ultrasound image가 어떻게 보이는가?
- 시술 후 EBUS image와 CT image를 비교하여 review

Take home message

- 적절한 sedation이 중요
- Target lesion 찾기 – 검사 전 CT 예습 / 검사 후 복습
- BAL/Bronchial washing도 TBLB처럼 기관지를 찾아서 시행
- 산소포화도가 감소 → 대부분 상기도 문제
- 조직검사 전 합병증 RF와 조직검사 위치(같은 병변 내에서도...)를 꼼꼼하게 preview 후 발생할 수 있는 상황에 대하여 대비
- Don't panic!