

## 어려운 기도수술의 마취관리

고려대학교 의과대학 마취통증의학과

이혜원

### Anesthesia for the Difficult Airway Surgery

Hye-won Lee, M.D, PhD

Department of Anesthesiology & Pain Medicine,  
College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

#### 1. 어려운 기도 수술의 마취 관리

기관 및 기도의 염증, 종양, 상해 혹은 선천성 기형으로 인해 수술이 필요한 경우 흔히 수술 중 혈액, 분비물 및 수술 기구의 사용으로부터 환자의 기도를 보호해야 할 필요가 있다. 따라서 수술 전 환자의 기도의 변형에 대해 평가하고, 수술 중 수술 집도의와 기도를 공유해야 할 필요가 종종 있으므로 수술 집도의와 수술 전 수술하는 동안의 기도 유지 방법을 의논하여 좋은 수술 시야를 제공하면서 환기를 적절히 유지할 수 있는 방법을 미리 선택하는 것이 바람직하다. 또한 수술 종료 후 기도 유지 방법과 기관내튜브 제거 시기에 대해서도 미리 결정하는 것도 매우 중요한 일이다. 수술 중 기도 유지를 하는데 있어서는 우선 기도의 이학적 및 해부학적 소견에 대해 충분한 지식을 바탕으로 이루어져야 하는 것이 원칙이나 여기서는 이에 대해서는 생략하고 기도 유지 및 환기 장애가 예상되는 수술의 경우에 수술 중 선택할 수 있는 기도 유지 및 환기 방법의 기본 원칙에 대해서 기술하고, 어려운 기도 수술에 특별히 적용되는 마취 관리의 원칙에 대해서 간단히 기술하고자 한다.

#### 1. 어려운 기도 수술에 적용되는 기도 유지 및

교신저자 : 이혜원, 136-701, 서울 성북구 안암동 126-1  
고려대학교 의과대학 마취통증의학과  
전화 : 02-920-5632 FAX : 02-927-2875  
E-mail : hyewonmd@unitel.co.kr

#### 환기 방법의 기본 원칙

##### 1) 술 전 평가

술 전 환자를 직접 방문하여 이학적 검사를 실시하여 기도의 외형상의 이상이나 호흡 상태를 관찰하고, 청진을 실시하여 호흡음의 이상 여부 및 정도를 평가하여야 한다. 두부나 경부, 흉부 X 선 또는 CT scan 및 MRI 소견을 확인하여 병변의 크기와 병변으로 인한 기도의 변형 여부 및 정도를 평가하는 것이 필수적이다. 또한 필요한 경우, 간접 후두경 및 골곡기관지경을 실시하여 기도를 평가하여 마취유도 후 기관내삽관 또는 환기가 어려울 것인지 미리 예상을 하고 대책을 세우는 것이 바람직하다.

##### 2) 기도 유지가 어려울 것으로 예상되는 경우 지켜야 할 기본적인 준비 사항

기도 유지가 어려울 것으로 예상되는 경우 마취통증의학과 의사는 우선 환자나 책임이 있는 보호자에서 기도 관리 중 발생할 수 있는 위험과 처치 등에 대해 충분히 미리 설명하여 숙지시켜야 한다. 기도 유지하는 동안 도움을 줄 수 있는 보조자를 적어도 한 명 이상 대기시켜야 하고, 기도 유지 처치를 하는 동안 산소를 공급할 방법을 대비해야 한다. 산소 공급 방법으로는 마취 유도 전 산소를 충분히 미리 공급하거나, 기관내삽관을 실시하는 동안 마스크, 통기법, 제트 환기를 통하여 산소를 공급해야 하고, 기관내삽관을 제거한 후에도 마스크, blow-by, 경비 캐놀라로 산소를 공급해야 한다.<sup>1)~4)</sup>

기도 유지의 어려움이 예상되는 경우 술 전 검사를

- 통해 평가한 후 다음의 세 가지 사항을 결정해야 한다.
- ① 기관내삽관법: 비외과적 접근 대 외과적 접근법
  - ② 기관내삽관 시도 중 자발호흡의 유무
  - ③ 기관내삽관의 의식 상태: 각성하 기관내삽관 대

전신마취유도 후 기관내삽관  
기타 기본 대책에 대해서는 Fig. 1의 도식을 참고하  
기를 바란다.



## DIFFICULT AIRWAY ALGORITHM

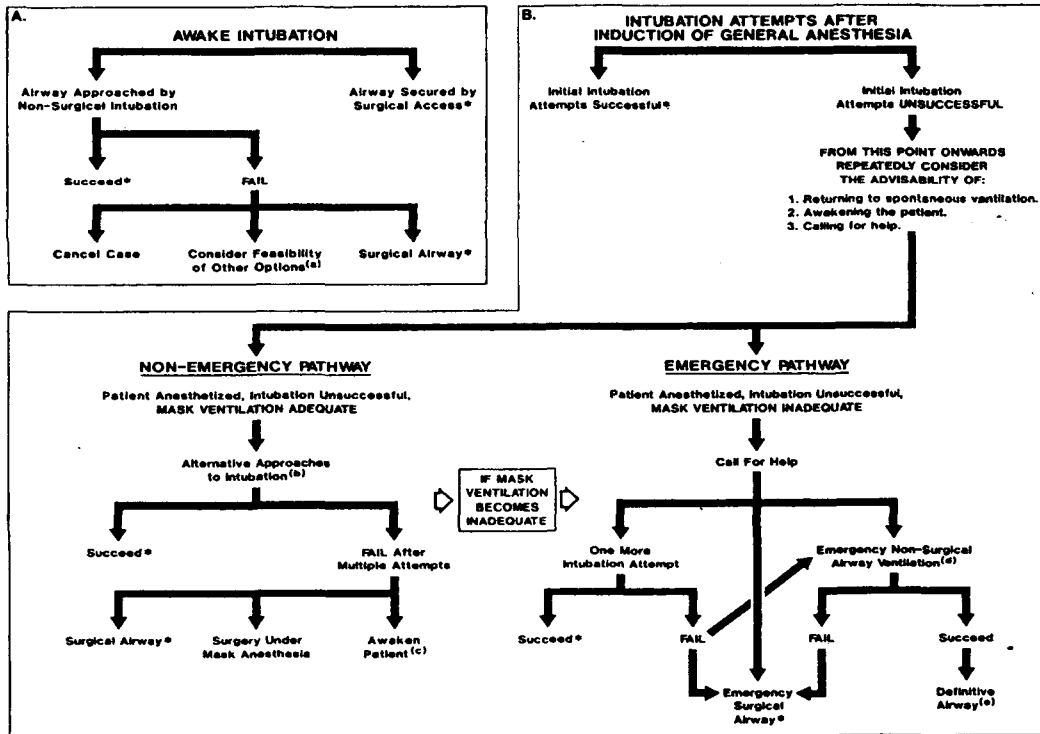
### 1. Assess the likelihood and clinical impact of basic management problems:

- A. Difficult Intubation
- B. Difficult Ventilation
- C. Difficulty with Patient Cooperation or Consent

### 2. Consider the relative merits and feasibility of basic management choices:

- A. Non-Surgical Technique for Initial Approach to Intubation vs. Surgical Technique for Initial Approach to Intubation
- B. Awake Intubation vs. Intubation Attempts After induction of General Anesthesia
- C. Preservation of Spontaneous Ventilation vs. Ablation of Spontaneous Ventilation

### 3. Develop primary and alternative strategies:



\* CONFIRM INTUBATION WITH EXHALED CO<sub>2</sub>

(a) Other options include (but are not limited to): surgery under mask anesthesia, surgery under focal anesthesia infiltration or regional nerve blockade, or intubation attempts after induction of general anesthesia.

(b) Alternative approaches to difficult intubation include (but are not limited to): use of different laryngoscope blades, awake intubation, blind oral or nasal intubation, fiberoptic intubation, intubating stylet or tube changer, light wand, retrograde intubation, and surgical airway access.

(c) See awake intubation.

(d) Options for emergency non-surgical airway ventilation include (but are not limited to): transtracheal jet ventilation, laryngeal mask ventilation, or esophageal-tracheal combitube ventilation.

(e) Options for establishing a definitive airway include (but are not limited to): returning to awake state with spontaneous ventilation, tracheotomy, or endotracheal intubation.

Fig. 1.

### 3) 기도 유지 및 환기가 어려운 경우 사용할 수 있는 방법(Table 1)

기도 유지 및 환기가 어려운 환자에서 위와 같은 방법을 마취 유도 전 충분히 환자의 기도 상태와 협조 여부, 수술의 종류 및 시간 등을 고려하여 선택할 필요가 있다. 기관내삽관이 어려운 경우 전신마취 유도 전에 각성 하에서 기관내삽관을 시도할 수 있다. 또한 경기관제트환기나 후두마스크가 추천되기도 한다. 그러나 수술의 종류에 따라 이러한 방법은 일시적으로 사용할 수 있으며 수술의 종류 및 시간에 따라 기관절개술을 실시하여 수술 중 및 수술 후 기도 유지 및 환기를 실시할 필요가 종종 있다.

Table 1. Techniques for Difficult Airway Management

1. Techniques for difficult intubation
Alternantive laryngoscope blades
Awake intubation
Blind intubation (oral or nasal)
Fiberoptic intubation
Intubating stylet/tube exchanger
Light wand
Retrograde intubation
Surgical airway access
2. Techniques for difficult ventilation
Esophageal-combi tube
Intratracheal jet stylet
Laryngeal mask
Oral and nasopharyngeal airways
Rigid ventilating bronchoscope
Surgical airway access
Transtacheal jet ventilation
Two-person mask ventilation

### 4) 기관내삽관의 응급 대체 방안

#### 가) 기관절개술

후두의 심한 부종과 성문 주위의 종양 및 후두의 손상이나 이물질에 의한 상기도 폐쇄, 후두의 보호 반사 기능의 소실(근육의 약화, 무의식 혹은 성대 마비로 인한 만성적 흡인 등) 기관내삽관이 안 되는 경우, 휴식 시에 협착음이 있는 경우 및 두경부의 광범위한 수술 등이 적응이 된다.<sup>5)6)</sup> 기관절개술은 수술의가 안심하고 편안하게 시행할 수 있도록 전신마취 하에서 시행하는 것이 바람직하다. 전신마취 하에 가능한 한 작은 크기의 기관내튜브나 기관내튜브 대신 경직기관지경, 안면마스크, 후두마스크 및 Combi튜브를 사용하여 유도할 수 있다. 기도폐쇄가 예상되면 기도가 확실하게 확보되기 전에는 근육이완제는 피하

는 것이 원칙이다. 굴곡기관지경술이나 삽관용후두마스크를 이용하여 기관내 삽관을 시행하기도 하며 협조가 잘되는 환자에서는 미리 직접 후두경 하에서 상기도를 관찰하여 계획을 세우는 것이 안전하게 마취 유도를 할 수 있는 방법이다. 환자가 협조하는 경우 깨어있는 상태에서 국소마취 하에서 기관절개술을 실시할 수도 있다. 이때는 약간의 진정을 유도할 수 있으며 반드시 100% 산소를 공급하고 심전도 혈압 호기말이산화탄소분압 및 맥박산소계측기 등의 감시장치를 거치하여 환자의 상태를 관찰해야한다.<sup>7)</sup>

기관절개튜브를 삽입하기 2분 전 lidocaine(1.5 mg/kg)을 정주하여 기침을 예방할 수 있다. 기도를 갑자기 확보하여 과이산화탄소혈증이 갑자기 교정되고 스트레스가 해소되면 카테콜아민이 감소하여 저혈압이 초래될 수 있다. 또한 기도폐쇄로 인한 폐부종 및 관상동맥질환이 발생될 수 있다. 소아에서는 튜브가 잘못 거치될 수 있으므로 호기말이산화탄소농도나 호흡음 및 산소포화도를 측정하여 확인해야 한다. 또한 가능한 한 빨리 흉부 X선 촬영을 실시하여 튜브의 정확한 위치와 기흉의 유무를 확인해야 한다.

오랫동안 기관절개튜브를 거치할 경우 커프의 위치나 기관튜브 삽입 위치에 기관협착증이 발생할 수 있다. 따라서 고용량 저압력 커프를 사용하는 것을 원칙으로 하며 필요하면 4시간 마다 커프의 압력을 체크하는 것이 바람직하다. 전신마취 시에는 60분내지 90분이 지나면 N<sub>2</sub>O가 확산되어 커프의 압력이 증가할 수 있다.<sup>8)</sup>

Mongomery T 튜브나 Olympic 기관튜브는 커프가 없으므로 기관을 덜 자극하고 기도의 저항을 줄일 수 있으며 공기가 입을 통해 들어가 말을 할 수 있으나 기구 위쪽에서 흡인되는 것을 막지 못하고 양압 환기를 실시할 수 없는 단점이 있다. 이때는 작은 크기의 기관내튜브로 교체하여 문제를 해결할 수 있다.

수술 후에는 기관절개튜브를 통하여 습기를 포함한 산소를 투여하고, 분비물을 조심스럽게 자주 흡인을 해야하며, 세균이 감염되지 않도록 주위를 해야하고, 커프 압력을 15 -20 mmHg로 유지해야 한다. 기관절개 입구에서 기관까지 길(tract)이 형성되기까지는 적어도 5일 이상 걸리므로 그 이전에 기관튜브를 교체하는 것을 피하는 것이 좋다.

#### 나) 갑상막절개술<sup>9)10)</sup>

생명이 위급한 상황에서는 빠른 기도 확보를 위하여 갑상막절개술을 시행할 수 있는데 합병증은 기관절개술 보다 적은 8.6%로 보고되고 있다. 드물게는 12 - 14 G의 바늘로 운상갑상막을 천자하여 산소를 15 L/min의 속도로 투여하거나 경기관제트환기(40 psi)를 시행할 수 있다. 그러나 이러한 방법들은 기관절개술이 안정되게 이루어지기 전까지 일시적으로 시행하는 것이 원칙이다.

다) 후두마스크 기도관<sup>10)~12)</sup>

후두마스크 기도관(laryngeal mask airway, LMA)은 후두 입구를 덮게 고안하여 만든 튜브로써 기도관으로 이용될뿐더러 약 15 cmH<sub>2</sub>O 까지 양압조절도 가능하다. 현재는 유아부터 성인까지 7개의 크기가 구비되어있다. LMA는 기낭의 공기를 전부 빼고 삽입하기도 하고 약간의 공기를 주입한 채 삽입하기도 한다(fig. 2). 삽입 후 거즈 4x4 거즈를 접어 양쪽어금니 사이에 끼어 넣어 튜브를 보호한 후 튜브와 거즈를 안전하게 고정한 후 후두개가 밀려 내려가 기도 폐쇄가 일어나는 것을 알기 위해 호기 시 공기의 흐름을 관찰하고, 청진을 해야하며, 호기말이산화탄소를 감시하는 것이 중요하다.

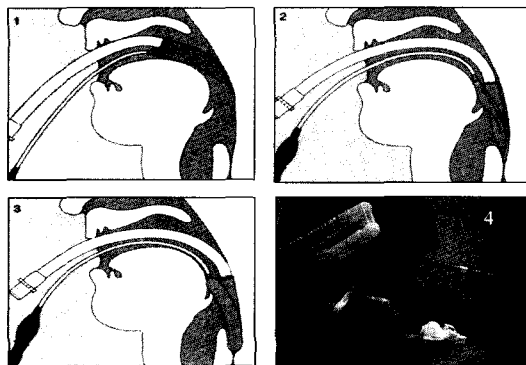


Fig. 2. 후두마스크 거치 도식 ①삽입을 쉽게 하기 위하여 기낭의 공기를 빼고 마스크의 뒷면에 수용성 윤활제를 골고루 바른 후 삽입한다. ②후두마스크가 후두 입구를 적절히 덮어서 약간의 저항이 걸릴 때 까지 밀어 넣는다. ③커프에 공기를 주입하여 양압호흡을 할 수 있도록 준비한다. ④기관절제술 후 후두마스크를 이용한 기도 유지

마스크환기나 기관내삽관이 어려운 경우 사용할 수 있으며, 굴곡성 기관지경을 쉽게 하기 위하여 이용하기도 하고 LMA를 통하여 기관내삽관을 삽입할 수

도 있다. 또한 기관협착술과 같은 기관절제술 시 수술 중 또는 수술 후 기도유지 및 환기를 하는데 유용하게 사용할 수 있다.

5) 기관내삽관 제거 후의 대책

기도 유지에 문제가 있는 환자의 수술 후 기관내삽관을 제거하는 데 있어서 다음과 같은 사항을 미리 결정할 필요가 있다.

- ① 기관내삽관 제거 시기: 각성 상태 대 의식 회복 이전
- ② 기관내삽관 제거 후 환기에 장애를 줄 가능성이 있는 임상 소견 여부
- ③ 기관내삽관 제거 후 적절한 환기를 유지하지 못할 경우에 적용할 기도유지 대책
- ④ 기관내삽관을 다시 용이하게 시행할 수 있도록 잠시 사용할 수 있는 기구(예, 기관내 삽관을 제거하기 전 기관내삽관 튜브 내로 튜브교환기(tube exchanger)와 같은 단단한 카테터를 거치)

2. 어려운 기도 수술에 특별히 적용되는 마취 관리

1) 미세 후두경 검사 및 수술<sup>14)</sup>

현미경 하의 후두경 수술을 위해 여러 가지 마취 방법이 적용되어 왔으며 그 공통 목표는 수술의에게 깨끗하고 좋은 수술 시야를 제공하고, 환자의 기도 확보와 효율적인 환기, 최소한의 분비물이나 반사작용, 마취로부터의 빠른 각성 등이다. 이러한 수술이 필요한 상기도의 병변은 다양하지만 30 - 40분 정도의 짧은 수술 후 환자를 빨리 각성시켜야 하기 때문에 마취전 투약을 의례적으로 하는 것은 적절하지 않다. 항침분비제가 도움이 되지만 midazolam과 같은 진정제는 수술실에 와서 조금씩 투여하는 것이 안전하다. 수술 전에는 병변의 상태를 관찰하여 마취 유도 시 상기도 폐쇄의 유발 가능성을 평가해야하며 필요하다면 미리 직접후두경 하에 관찰하는 것이 좋다.

기관내튜브의 삽관에 있어서, 좋은 수술 시야를 위해 가능한 한 내경이 작고 길이가 긴 삽관튜브 (5.0 - 6.0 mm x 31 cm)를 사용하는데 이로 인해 양압 환기가 필요할 때가 있다.

환기를 시키는 방법으로는 가는 카테터를 성대 사이로 삽관하고 고유량의 가스를 통과시키는 방법(insufflation)이 있는데 흡입마취제를 사용하는 경우에는 마취제가 희석되므로 고농도를 투여해야 하

며, 호기되는 가스가 수술 조작에 의해 차단될 수 있고, 또한 고유량 가스에 의해 성대가 떨릴 수 있는 단점이 있다. 소아의 후두유두종은 무호흡(apneic technique) 하에서 내시경술로 제거하기도 한다.

## 2) 후두 레이저수술

후두 레이저수술은 레이저에 의한 화상이 깊이가 얇고 정확한 절개가 가능하며 부종이 적으므로 후두나 그 주위의 종양 절제 또한 폐쇄 물질 절제 수술 시 흔히 사용한다. 그러나 레이저가 발화근원이 되어 전신마취시 사용하는 O<sub>2</sub>와 같은 인화물질과 반응하여 화재가 발생할 위험이 있다. 이러한 화재는 후두기관에 심한 화상을 입히고 마취기 내부나 수술실 화재로도 변질 수 있다. 따라서 후두를 포함한 상기도나 기관, 기관지를 잘 분리하여 관리해야 하며 특히 후두 레이저수술은 레이저빔이 조직을 향할 때 기관튜브와 직접 접촉하여 화재의 위험성이 높으므로 작은 튜브를 사용하거나 튜브를 사용하지 않는 방법을 선택하기도 한다.<sup>15)16)</sup>

마취유도시 기도폐쇄에 대해 지속적으로 감시하는 것이 필수인데 기도에 특별한 문제가 없다면 일반적인 흡입마취나 정맥마취를 사용할 수 있다. 그러나 ketamine의 경우에는 기도반사를 항진시키고 성문연축(laryngospasm)과 기도폐쇄의 위험이 높으므로 사용하지 않는 것이 바람직하다.

심각한 기도폐쇄가 예상되면 마취심도를 깊게 한 후 자발호흡하에서 후두경검사나 삽관을 시행하는 것이 바람직하다. 맹목경구삽관이나 경비삽관은 병소에 외상을 주거나 기도를 완전히 폐쇄할 수 있으므로 추천되지 않는다. 기도폐쇄가 심각할 경우 국소마취 후 환자가 각성 상태에서 기관절개를 시행하는 것이 안전하다.

통상적으로 사용하는 모든 기관튜브는 쉽게 발화되거나 연소될 수 있는 제재이므로 사용시 각별한 주의를 요한다. 기도 주위의 레이저 수술을 위한 마취시에는 기관튜브에 비인화성 물질을 씌우거나 비인화성 레이저 튜브 등을 사용한다.<sup>17)</sup>

인화성 튜브에는 PVC(polyvinyl chloride) 튜브, 붉은 고무 튜브(red rubber tube), 실리콘(silicone) 튜브 등이 있으며 비인화성 튜브에는 메탈테이프나 메탈스폰지를 이용하여 튜브를 감아서 사용할 수 있으며 Mallinckrodt Laser-Flex(두개의 커프가 있는 air-

tight stainless steel), Sheridan Laser-Trach(cooper 호일 테이프와 polyester sleeve로 감싼 붉은 고무튜브), Xomed Laser shield II(teflon-coated 알루미늄 테이프로 감은 실리콘튜브), Bivona Torre-Cuf(자가팽창 커프를 가진 실리콘으로 감싼 알루미늄튜브) 등이 있다.<sup>18)19)</sup>

## 3)하부기도의 레이저수술

후두와 기관분기부(carima) 사이에 병변이 있는 경우에는 경성 또는 연성 기관지경을 주로 사용한다.

### a) 경성기관지경(rigid metal bronchoscope)<sup>20)</sup>

기도를 밀폐하기 위한 인화성 커프를 사용하지 않으므로 금속기관지경을 사용할 때에는 화재의 위험은 낮다. 상기도에 위치한 기관지경 주위를 식염수로 적신 거즈로 덮으면 환기 동안 커프 대신 기도 밀폐가 유지된다. 만약 기도내 금속성 제재만 있으면 흡입산소분율의 변동이 화재와 관련이 없으나 드물게 FiO<sub>2</sub>가 높은 경우 절제 시 건조된 조직의 발화로 인하여 화재의 가능성이 있다. 흡입 가스에 헬륨을 첨가하면 화재의 위험이 적어지고 기관지경이나 이전에 폐쇄된 기도 부위를 통과하는 가스의 흐름이 원활해진다.

레이저로 인한 화재가 발생하면 무호흡을 유도함으로써, 레이저절제로 인하여 발생한 연기가 환자가 흡입하지 않도록 보호할 수 있다. 무호흡 동안 빨리 절제를 시행한 후 수술 시야를 흡인하고 폐를 환기시킨다.

### b) 연성기관지경(flexible fiberoptic bronchoscope)

기관용골 아래쪽 말단 세기관지에 병변을 가진 환자에서는 경성기관지경은 접근이 힘들기 때문에 연성기관지경을 사용하고 이때 레이저는 빔이 굴곡성 케이블에 의해 전달될 수 있는 Nd:YAG 레이저를 흔히 사용한다. 금속기관지경은 굴곡성 케이블이 발화의 원인이 되기도 한다.

연성기관지경 레이저수술의 마취는 정맥마취제와 국소마취제를 병용할 수 있다. 환자가 움직이면 기관지 천공이 쉽게 일어날 수 있고 목표조직이 이동할 수 있으므로 환자의 협조가 필요하며 기관내삽관을 시행하지 않기 때문에 환기와 산소투여의 조절이 힘들고, 의식이 있는 자발호흡 환자에서는 연기흡입의 가능성이 높아진다. 전신마취 시에는 연성기관지경이 통과할 수 있도록 가능한 직경이 큰 기관튜브를 삽입한다. 눈금이나 방사선비투과성 줄을 가진 일반

PVC 튜브나 붉은 고무튜브보다는 눈금이 없는 깨끗한 플라스틱튜브가 Nd:YAG에 의한 손상을 적게 받는다. 만약 PVC 튜브가 혈액이나 점액으로 얼룩지면 연소할 가능성이 높아진다.

하부기도 레이저수술 시에는 빔이 튜브나 튜브말단 하방으로 전달되므로 메탈테이프로 튜브 결면을 감아도 화재 예방에 도움이 되지 않는다. 흡기 후 휴지기 동안 레이저를 사용하고 호기 동안 상부기도에 있는 레이저매연을 흡입하면 환자에게 흡인되는 연기와 조직파편의 양을 줄일 수 있다. 기관튜브와 마찬가지로 연성기관지경도 연소될 수 있으므로 헬륨을 사용하여 임상적으로 허용 가능한 가장 낮은 FiO<sub>2</sub>로 환기시키면 위험도는 한층 낮아진다.

c)기도의 화재 예방

기도의 레이저수술 시 화재를 예방하는 완벽한 방법은 없으나 Table 2의 준수사항을 추천한다.

Table 2. 레이저수술 시 기도화재 예방 대책

지침항목	준수사항
1. 마취가스	
헬륨	60% 이상 투여
O <sub>2</sub>	40% 이하 투여
흡입마취제	엔프루란, 할로텐, 아이소플루렌
N <sub>2</sub> O	마취유지 시 사용 금지
2. 기관튜브	눈금이 없고 포장 안된 PVC튜브 사용
3. CO <sub>2</sub> 레이저	
출력밀도	반경 크기 0.8 mm에서 10 watts 이하 (1992 watts/cm <sup>2</sup> )
노출	0.5 초 박동 빔으로 10 초 미만의 반복 방출
4. 감시	기본감시 장치 및 O <sub>2</sub> 분석기, 맥박산소 계측기

d)기도의 화재 관리

기도에 레이저를 사용할 경우 화재의 위험도를 완전히 배제할 수 없으므로 수술팀은 화재에 대한 준비와 예행 연습을 시행하고 항상 주의를 해야한다. 기도 내 화재 발생 빈도는 0.5 - 5.0%로 기도 내 화재가 발생하면 기관-기관지분지계 하방으로 화재가 퍼지는 것을 막기 위하여 일단 환기를 중단하고, Y 연결부위에서 산소 공급을 차단한 후 연소된 기관튜브 및 내시경을 제거한다. 이후 마스크나 삽관을 시행하여 환기를 재개하고 이때 흡입산소분율을 낮게 유지한

다. 기관지경과 후두경을 사용하여 기도 손상의 정도를 조사하고 적어도 24 시간 이상은 환자의 산소포화도, 동맥혈가스분석 및 흉부 X선 촬영 등을 시행하여 감시한다. 작용시간이 짧은 스테로이드제제를 투여하고 필요에 따라 항생제를 투여하거나 환기보조요법을 시행한다.

4) 두경부수술

두경부의 주요 수술로는 후두적출술, 근치경부수술, 반하악골절제술, 근치부비동술 등이다. 수술이 적용되는 환자들 대부분은 노인들로서 음주와 흡연을 많이 한 과거력이 있고 많은 예에서 만성기관지염, 폐기종, 혹은 심혈관계 질환을 가지고 있다. 종양으로 인해 잘 먹지 못했던 경우라면 영양실조, 탈수, 빈혈 및 전해질 불균형 등을 동반한다. 이러한 환자들은 기관내삽관이 어렵고 기도 관리에 문제점이 있는 경우가 많다. 특히 종양으로 인해 방사선치료를 받은 경우에는 조직의 섬유화로 인해 기관내삽관이 더 어려울 수 있으며 수술 중 출혈이 많을 수 있다. 따라서 국소마취 하에서 기관절개술을 시행한 후 전신마취를 진행하기도 한다.

근치경부수술 동안 경동맥동의 조작으로 인해 미주 신경반사가 일어나 서맥, 저혈압, 심지어는 심정지까지도 발생할 수 있으며 우측의 성상신경절이나 자율신경계가 손상되면 심전도상 QT간격이 길어지고 심실 세동이 발생하는 역치가 낮아지며 때로는 "Torsa de point"가 발생할 수 있다. 특히 저칼륨증이 동반된 경우 심한 빈맥성 부정맥과 심정지까지도 보고되고 있다. 정맥이 열려 있는 경우 드물긴 해도 공기색전이 생길 위험이 있으며 저혈압과 부정맥은 공기색전이 어느 정도 진해된 후 나타나는 징후이므로 공기색전증을 초기에 발견할 수 있도록 호기말이산화탄소분압과 Doppler 감시장치를 사용할 필요가 있으며 공기색전증이 의심되면 양압환기나 경정맥압박으로 정맥압을 올리고 약간 Trendelenburg 체위를 해주며 이산화질소 투여를 중단하고 100% 산소를 주면서 가능하다면 중심정맥 카테터로 공기를 흡입해낸다. 두개안면의 재건술이 필요한 경우엔 출혈이 계속 있을 수 있으므로 수액로를 확보하고, 혈액학적 변화에 유의해야 한다.

5) 상기도 손상 시의 마취관리<sup>21)~23)</sup>

목부위에 빠르고 둔한 가책을 받았을때(차사고 등)

받은 손상은 약간의 부종, 혈종, 열상, 피하기종과 같은 외상은 경하게 나타나지만 내부의 손상이 심한 경우가 있다. 방출상해(burst injury)로 인해 기관에 손상을 받을 수 있으며 단순열상, 피열연골의 탈구 및 윤상갑상관절의 분열이나 주기관강이나 피열후 두개주름강내에 출혈이 생길 수 있다. 불행하게도 두개골절이나 대퇴골절 같은 경우 애성이나 약해진 목소리들은 손상의 징후로 인정되기 보다는 무시하기 쉬어 상기도 손상이 늦게 발견되는 경우가 많다. 협착음이 증가되거나 썩썩거림, 기침, 혈담, 기도의 함몰, 목소리의 변화, 말을 하거나 삼키기가 어려움이 있는 증상들이 상기도 손상 후 늦게 나타날 수 있으며 목의 용기가 소실되거나 염발성수포음이 있으면 기관, 인두, 후두 및 식도내 점막이 찢어진 것을 나타낸다.

공기가 세게 되면 기관주위강으로 밀려들어가며 기흉이 발생할 수 있으며 이때 부하가 걸리거나 양압 환기를 하는 경우 더 악화될 수 있다. 사망률이 매우 높기 때문에 손상의 크기에 관계없이 개방성 경부손상은 다 열고 수술을 해야 한다.

목에는 반회후두신경, 경동맥, 하갑상동맥, 및 주요 정맥 등 생명에 관련된 구조물이 많이 있으므로 목과 후두손상 시 관리는 매우 중요하며 위험하다. 맹목적으로 기관내삽관을 하는 것은 손상이나 기도폐쇄를 더 악화시키고 후두경련을 유발할 수 있으며 찢어진 점막을 통해 튜브가 엉뚱한 곳으로 삽관될 수 있다. 가능한 한 직접후두경이나 경직기관지경, 굴곡기관지경을 이용하여 눈으로 보면서 튜브를 넣는 것이 안전하다. 후두기관의 손상 가능성이 있는 경우에는 국소마취 하에서 기관절개술을 시행하는 것이 가장 안전하다.

### 3. 어려운 기도수술시 적용되는 환기방법

#### 1) 제트 환기(jet ventilation)(Fig. 3. ①~③)<sup>24)26)</sup>

1783년 Bernoulli는 관속으로 흐르는 유체에서 속도가 가장 큰 곳에서의 유체의 압력이 가장 작다는 원리를 제시했으며 약 60년 후 Venturi는 흐르는 액체의 경우 좁은 관에서 보다 더 높은 압력을 얻으려면관이 좁아진 곳 직후를 개방시킬 필요가 있음을 발견하였다. 이 원리는 가스에도 적용되며 1968년 Sanders는 경직기관지경의 원위부에 작은 직경의

분사구를 장착하고 플라스틱 관을 연결하여 이곳으로 50 psi의 산소를 주입하면서 환기시키는 방법을 개발하였다. 성대 수술의 경우엔 성대 사이로 가는 카테터를 거치하고 30 - 50 psi의 산소구동압으로 흡기

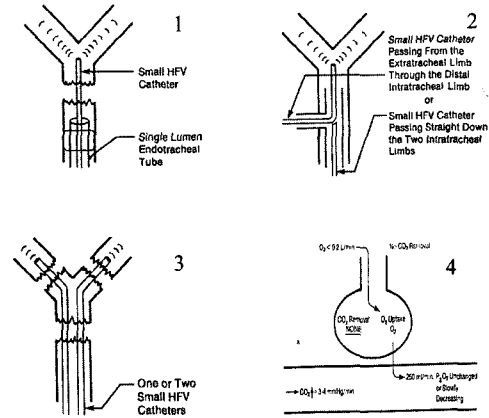


Fig 3. ①~③기관절제술 시 사용하는 고빈도제트 환기에 이용하는 작은 카테터의 종류  
④저유량(<0.2 L/kg/min) 무호흡 환기: 일정 기간 동안 적절한 동맥혈 산소화는 유지되나 이산화탄소는 제거되지 않아 과탄소혈증이 초래되는 것은 피할 수 없다.

: 호기율을 1.5 : 6으로 분당 6 - 7 회 정도를 주는 저빈도환기법과 흡기 : 호기율을 1 : 2 내지 1 : 3으로, 빈도는 분당 60회 이상을 주는 고빈도제트환기법을 사용할 수 있다. 고빈도제트환기법의 경우 사강용량보다 적은 용량의 일회환기량을 주입하게 되면 일회주입시간은 보통 0.1 - 0.2 초로 유지하면서 주입횟수를 조절해 준다. 이때 가스가 교환되는 기전은 여러 가지로 추정되고 있는데 직접적인 폐포환기, 비대칭적인 속도로 환기가스의 대류가 일어나면서 산소와 이산화탄소가 교환된다는 이론, 폐의 일치하지 않는 움직임에 의한 가스 혼합, 심장의 운동에 의한 혼합, 가스확산의 강화 등이 주장되고 있다. 이 방법은 폐의 용적/압력상해의 위험이 적어 폐쇄성 기도질환을 가진 환자에도 적용할 수 있다고 하나 수술조작에 의한 호기의 폐쇄나 성대의 큰 종양이 있을 경우에는 적합하지 않다. 고빈도제트환기법에 의한 환기의 적절성은 동맥가스분압과 흉곽의 왕복운동을 관찰함으로써 평가할 수 있으며 기관내에 카테터를 삽관하여 기관내 이산화탄소분압을 측정하여 평가할 수 있다. 그러나 고빈도제트환기동안에는 일회 환기량이 적고 적외선 분석기의 반응속도가느려서 기관내 이산화탄소분압

이 낮게 측정될 수 있어 제트빈도를 줄이거나 제트환기를 잠시 중단한 상태에서 측정하는 것이 비교적 폐포분압에 근접한 이산화탄소분압을 얻을 수 있는 방법이다.

수술후두경을 장착해 놓은 상태에서 시행하는 미세성대수술시에는 충분한 근이완과 마취깊이를 유지하여 성대의 움직임, 연하, 기침 등이 일어나지 않도록 하는 것이 필수적이다. 수술 시간이 짧은 경우에는 succinylcholine의 지속 주입도 고려할 수 있으며 30분 정도의 수술시간에는 vecuronium, atracurium, mivacurium, rocuronium을 안전하게 사용할 수 있다. Propofol의 마취유도후 fentanyl을 병용한 propofol 지속정주가 미세후두경수술에 많이 사용되고 있다.

후두의 자극은 여러 반사 반응을 일으켜 고혈압, 빈맥 및 부정맥을 유발하며 수술 후 1.5 - 4.0%에서 심근경색이나 심근허혈의 발병이 보고되어 있으므로 lidocaine의 국소투여와 1 - 2  $\mu$  g/kg의 fentanyl을 병용하여 고감신경계 반응을 억제하거나  $\beta$ -차단제를 사용하는 것도 바람직하다.<sup>23)</sup>

레이저 후두경검사시 기관튜브를 사용하지 않고 수술용 후두경에 장치된 금속바늘을 통하여 제트환기가 가능하다. 바늘 끝이 성문 위쪽이나 아래쪽에 오게 하여 산소를 고속으로 분사하여 기도 안으로 흐르게 하면 환자의 폐는 대기와 분사 주입된 산소가 혼합되어 환기된다. 기도에 튜브 같은 인화성 제재가 없으므로 화재의 위험이 줄어든다.

제트환기는 수술시야가 좋으므로 외과의들이 선호하지만 여러 가지 문제를 유발할 수 있다. 폐쇄성 기도병변이 심한 환자에서는 기도 안으로 분사하기 어려워서 저환기가 초래될 수 있다. 또한 분사가 정확히 이루어지지 않으면 위팽창이나 기흉, 종격동기흉과 같은 압력 손상이 발생할 수 있다. 기관지연축이나 비만 또는 만성폐쇄성폐질환 등으로 폐탄성이 감소하거나 기도저항이 증가된 환자에서는 분사방식을 사용하는 경우 저환기가 발생할 위험이 높다. 특히 시술 중에는 폐활량측정이 불가능하고 기관내삽관이 안된 환자에서는 호기말이산화탄소분압측정기(capnography)의 사용이 어렵고 부정확하므로 저환기가 발견되지 않을 수 있다. 또한 기도를 보호하기가 힘들기 때문에 위내용물, 조직파편물, 레이

저에 의한 매연 등을 흡인할 위험이 있고, 절제 하방부의 기관이나 기관분기부(carina)가 레이저에 의해 천공될 수도 있다. 드물게 고농도의 산소와 기도주위의 인화성 제재의 발화로 인하여 기도 화재의 가능성도 여전히 존재한다.

## 2) 통기법(insufflation)<sup>27)</sup>

삽관을 하지 않고 기도를 유지하는 방법으로 통기법(insufflation)이 있다. 환자가 자발호흡을 하는 동안 수술용 후두경의 옆에 위치하는 구멍이나 금속성 고리 또는 카테터를 통하여 흡입마취제가 들어가게 되는데 이 경우에도 제트환기와 마찬가지로 기도에 인화성 제재가 없으므로 화재의 위험을 줄이고 수술시야의 확보가 용이하다. 그러나 통기법도 다른 삽관기법과 마찬가지로 흡인의 위험이 있고 저환기가 발생할 수 있다. 통기법 중에는 호기말이산화탄소분압측정이 어렵고 부정확하여 저환기의 발견이 용이하지 않고, 환기의 보조나 조절이 힘들다. 또한 마취깊이의 변동이 심하며, 자발호흡에서는 근이완제를 사용할 수 없으므로 환자의 움직임으로 인하여 정상조직이나 소독포 혹은 카테터 같은 인화성 제재에 레이저빔이 부주위하게 접촉될 수 있다. 흡입마취제로 인한 공기오염이 발생되고 수술실 내 종사자들이 그와 관련된 위험에 노출될 수 있으므로 이때는 propofol 같은 정맥마취제를 사용하는 것이 바람직하다. 통기법의 도구로 카테터를 사용하면 화재의 위험성은 증가한다.

## 3) 저유량 무호흡 및 무호흡 통기법(Fig. ③, ④)<sup>28)</sup>

기관내삽관으로 양측 폐환기를 하는 개흉술 시 종종 짧은 기간 동안 수술 시야를 전혀 움직이지 않도록 할 필요가 있는 경우가 있다. 이러한 경우 무호흡 집단운동 산소화(apneic mass-movement oxygenation) 원리를 이용함으로써 비교적 안전하게 수술을 시행할 수 있다. 100% 산소가 투여되는 동안 환기가 중단되고 기도가 신선 가스 공급원에 연결되어 있으면 산소는 집단운동에 의하여 폐로 들어가고 폐포-모세혈관막을 통과하여 혈액내로 녹아 들어간다. 따라서 CPAP을 5 - 10 cmH<sub>2</sub>O로 유지하면 적어도 20 분 정도는 무호흡 집단운동 산소섭취로 동맥혈 산소분압을 적절히 유지할 수 있다. 그러나 폐로 들어가는 산소유량이 상대적으로 낮다면(0.1 L/kg/min 이하) 생성되는 이산화탄소의 대부분이 체내에 축적



되어 동맥혈 이산화탄소분압이 상승하게 된다. 이때 첫 1분에는 이산화탄소분압이 6 mmHg, 그 다음부터는 분당 3 - 4 mmHg 씩 상승하므로 무호흡 통기법의 안전기간은 약 10분으로 알려져 있다.

### References

1. Caplan RA, Benumof JL, Berry FA et al: Practical guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 78:597, 1993.
2. Benumof JL: Management of the difficult airway: a review. *Anesthesiology*. 75:1087, 1991.
3. Amment R: A systematic approach to the difficult intubation. *Anesth Rev*. 5:12, 1978.
4. Donlon JV: Anesthetic management of patients with compromised airways. *Anesth Rev*. 7: 22, 1980
5. Morrison JD, Mirakhur RK, Craig HJL: The Larynx. In *Anaesthesia for eye, ear, nose and throat surgery*. 2nd ed. Churchill Livingstone, Edinburgh, P. 21, 1985
6. Blanc V, Tremblay N: Complications of tracheal intubation, a new classification and review of the literature. *Anesth Analg*. 53:202, 1974.
7. Linko K, Palokeimo M, Tammisto T: Capnography for detection of accidental esophageal intubation. *Acta Anaesth Scand*. 27:199, 1983.
8. Krichner JA, Astrahan DI: Tracheostomy, an alternative to prolonged intubation. In: Bishop MJ(ed): *Physiology and consequences of tracheal Intubation*. Problems in Anaesthesia. Vol. 2. JP Lippincott, Philadelphia, p.262. 1988.
9. Boyd AD, Ronita MC, Conlon AA: A clinical evaluation of cricothyrotomy. *Surg Gynecol Obstet*. 149: 365, 1979.
10. Thomas TC, Zornow MH, Scheller MS et al: Efficacy of three different modes of percutaneous trans-tracheal ventilation in hypoxic, hypercarbic swine. *Can J Anaesth*. 35: S61, 1988.
11. Brain AJJ: The Laryngeal mask-A new concept in airway management. *Br J Anaesth*. 55: 801, 1983.
12. Fisher JA, Ananthanarayan C, Edelist G: Role of the laryngeal mask in airway management. *Can J Anaesth*. 39: 1, 1992.
13. Benumof JL: Laryngeal mask airway and the ASA difficult airway algorithm. *Anesthesiology*. 84: 686, 1996.
14. Keen RI, Kotak PK, Ramsden RT: Anaesthesia for microsurgery of the larynx. *Ann R Coll Surg Engl* 64: 111, 1982.
15. Van der Spek Al, Spargo M, Notton ML: The physics of lasers and implications for their use during airway surgery. *Br J Anaesth*. 60: 709, 1988.
16. Pashayan AG, Wolf G, Gottschalk A et al: Anesthetic management guidelines for laser airway surgery. *ASTM Subcommittee. Anesth Patient Safety Found Newsl*. 8(2):13, 1993.