

중환자실에서의 기도 관리

가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 외상외과
김성집 · 조항주

Airway Management in Intensive Care Unit

Sung Jeep Kim, M.D, Hang Joo Cho, M.D.

Division of Trauma Surgery, Uijeongbu St. Mary's Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Uijeongbu, Korea

책임저자: 조항주
경기도 의정부시 금오동 65-1,
480-130, 의정부성모병원
외상외과
Tel: 031-820-5066
Fax: 031-820-3439
E-mail: surgeryman@naver.com

In the Intensive Care Unit (ICU), endotracheal intubation is more difficult than that in the operating room and is also associated with a higher risk of complications. An appropriate decision making regarding the need for a definitive airway, an airway algorithm, and the Rapid Sequence Intubation (RSI) improve the clinical outcome of the ICU patients. The purpose of this article is to review the airway management in the ICU, which includes airway evaluation, airway algorithm, RSI, and rescue techniques. (*J Surg Crit Care* 2012;2:29-38)

Key Words: Airway management, Intensive care unit, Airway algorithm, Difficult airway, Intubation

서론

대부분 응급으로 시행되는 외과중환자실에서의 기관내삽관은 마취과 의사에 의해서 수술실에서 행해지는 기관내삽관에 비하여 더 어렵고, 합병증의 비율이 높다. 이런 이유로는 외과 중환자실에는 환자의 생리적 예비능이 제한되는 환자가 많으며, 응급상황시 기관내삽관을 준비하는 시간과 어려운 기도인지 충분히 평가할 시간이 부족하며, 전산소화에도 불구하고 저산소증인 환자, 저혈압을 보이는 환자가 많으며, 수술실에서는 기관내삽관이 불가능할 경우 최후의 수단으로 환자를 깨울 수도 있지만 외과 중환자실에서는 불가능한 이유 등이 있다.^{1,3} 또한 외과전문의들이 기도관리의 경험에서 다양한 편차를 보이는 점도 있다. 이러한 기관내삽관의 합병증으로는 어려운 기도, 식도내삽관, 폐 흡인 등이 있으며, 응급상황에서는 약 78%의 환자에서 이러한 합병증이 발생한다고 한다.^{4,5} 그러므로 이러한 합병증을 및 재삽관을 피하기 위하여 중환자실을 담당하고 있는 외과의사들도 고도의

숙련된 기도관리법을 필요로 한다. 이에 저자들은 중환자실에서 기도의 평가, 기관내삽관 알고리즘, 신속기도삽관술(RSI) 및 전처치 약물, 다양한 기도확보 방법에 대해서 고찰하고자 한다.

Decision Making for a Definitive Airway

다음의 3가지 경우에 기관내 삽관이 필요하다.⁶

기도의 유지 또는 보호에 실패하였는가?

개방된 기도는 적절한 산소화와 환기에 필수적이고, 이물질 및 위 내용물의 흡인으로부터 기도를 보호하는 것이 중요하다. 의식이 있고 명료한 환자는 이물질, 위 내용물 혹은 분비물의 흡인을 방지하고 개방된 기도를 유지하기 위해 상부기도 근육과 다양한 보호반사를 사용한다. 환자의 구강 및 인두 내에 분비물이 가득하다면 이는 기도보호가 어려워질 수 있음을 의미하는 것으로 생각해야 한다.

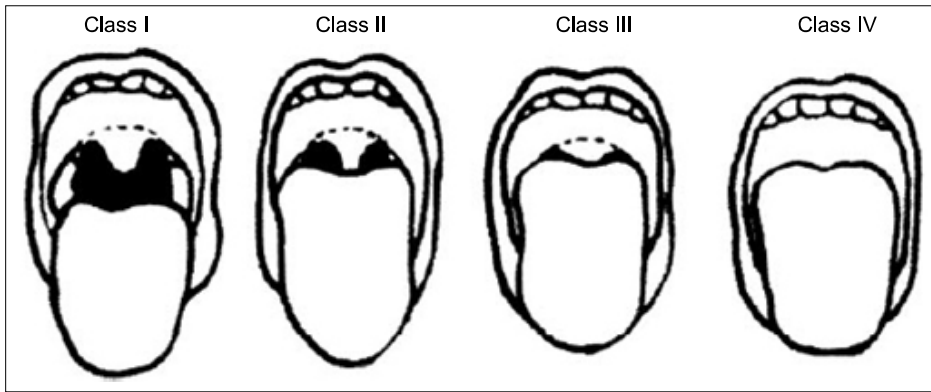


Fig. 1. Mallampati classification for grading airways from the least difficult airway (I) to the most difficult airway (IV). Class I: visualization of the soft palate, fauces, uvula, and anterior and posterior pillars, class II: visualization of the soft palate, fauces, and uvula, class III: visualization of the soft palate and the base of the uvula, and class IV: soft palate is not visible at all.

환기 또는 산소화에 실패하였는가?

기도를 유지하고 보호할 수는 있지만 점진적인 산소화 실패로 기관내삽관 후 양압 환기를 해주어야 할 때이다.

예상되는 임상 경과는 무엇인가?

현재는 기관내삽관이 필요하지 않지만, 자상으로 인한 목 앞쪽의 혈종 또는 흡인성 화상과 같이 향후 악화가 진행되어기도 유지 및 보호 실패가 예상되는 경우가 있다. 또는 속상태에서 부적절한 조직관류와 대사물질의 증가로 호흡의 피로가 진행되어 호흡부전이 초래될 것이 예상되는 경우가 있다.

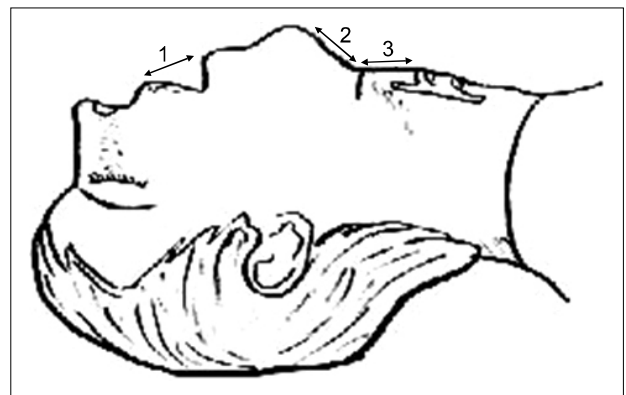


Fig. 2. Evaluate 3-3-2; 1: inter-incisor distance, 2: hyoid mental distance, 3: thyroid to floor of mouth.

Definition of Difficult Airway

어려운 기도관 숙련된 의사가 마스크 환기나 기관내삽관 등의 방법에 의해서 환기가 어려운 경우를 의미한다.⁷ 어려운 환기관 숙련된 마취과 의사가 마스크를 가지고 100% 산소를 투여하여 산소포화도를 90% 이상으로 할 수 없는 경우를 말한다.⁷ 어려운 기관내삽관이란 기관내삽관에 성공하기 위해서 3번 이상의 시도가 필요하거나 10분 이상이 걸릴 경우를 의미한다.⁷ 어려운 후두경이란 여러 번 시도하더라도 일반적인 후두경으로 성대를 볼 수 없는 경우를 말한다.⁷

Airway Evaluation

제일 이상적인 것은 모든 환자에 대해서 중환자실에 입원시 기도에 대한 평가를 미리 해 놓는 것이다. 왜냐하면 응급으로 기관내삽관이 필요한 경우 시간이 부족하여 평가를 할 수 없는 경우가 있기 때문이다. 다양한 기도 평가 방법이 있지만 여기에서는 일부만 소개하고자 한다.

Mallampati Score는 수술전 평가로서 많이 사용되며, 인두의 구조물을 평가하여 후두경하에서의 어려움을 예상하게 된다(Fig. 1).⁸ Mallampati Score는 환자가 앉은 자세, 입을 크게 벌리고 “냄새 맡기 자세(sniffing position)”을 취하고 혀를 최대한 내밀었을 때 인두의 구조물을 관찰하며 후두경은 사용하지 않는다. Mallampati score 3 이상은 어려운 기관내삽관을 예상하여야 한다. 그러나 환자가 의식수준이 낮거나 급성 호흡부전인 경우 평가를 할 수가 없는 단점이 있다.

LEMON 방법은 영국에서 응급실에서 환자의 기도를 평가하기 위해 개발된 방법이다.⁹ L은 Look externally의 약자로서 작은 턱이나 큰 혀, 큰 치아, 짧은 목 등일 경우 어려움을 예상할 수 있으며 주관적인 방법이다. E는 Evaluate 3-3-2의 약자로서 앞니 사이의 거리가 손가락 3마디가 되는지, 악 하강의 길이가 손가락 3마디가 되는지, 혀기저부와 성문사이의 거리가 손가락 2마디가 되는지를 평가하여 이 이하일 경우 어려움을 예상할 수 있다(Fig. 2). M은 Mallampati score의 약자이고, O는 obstruction의 약자로서 epiglottitis나 peritonsillar abscess 또는 외상으로 인한 출혈로

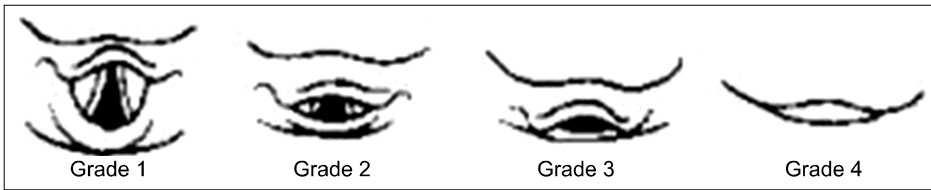


Fig. 3. Laryngoscopic grading; grade 1: visualization of entire laryngeal aperture, grade 2: visualization of only posterior commissure of laryngeal aperture, grade 3: visualization of only epiglottis, grade 4: visualization of just the soft palate.

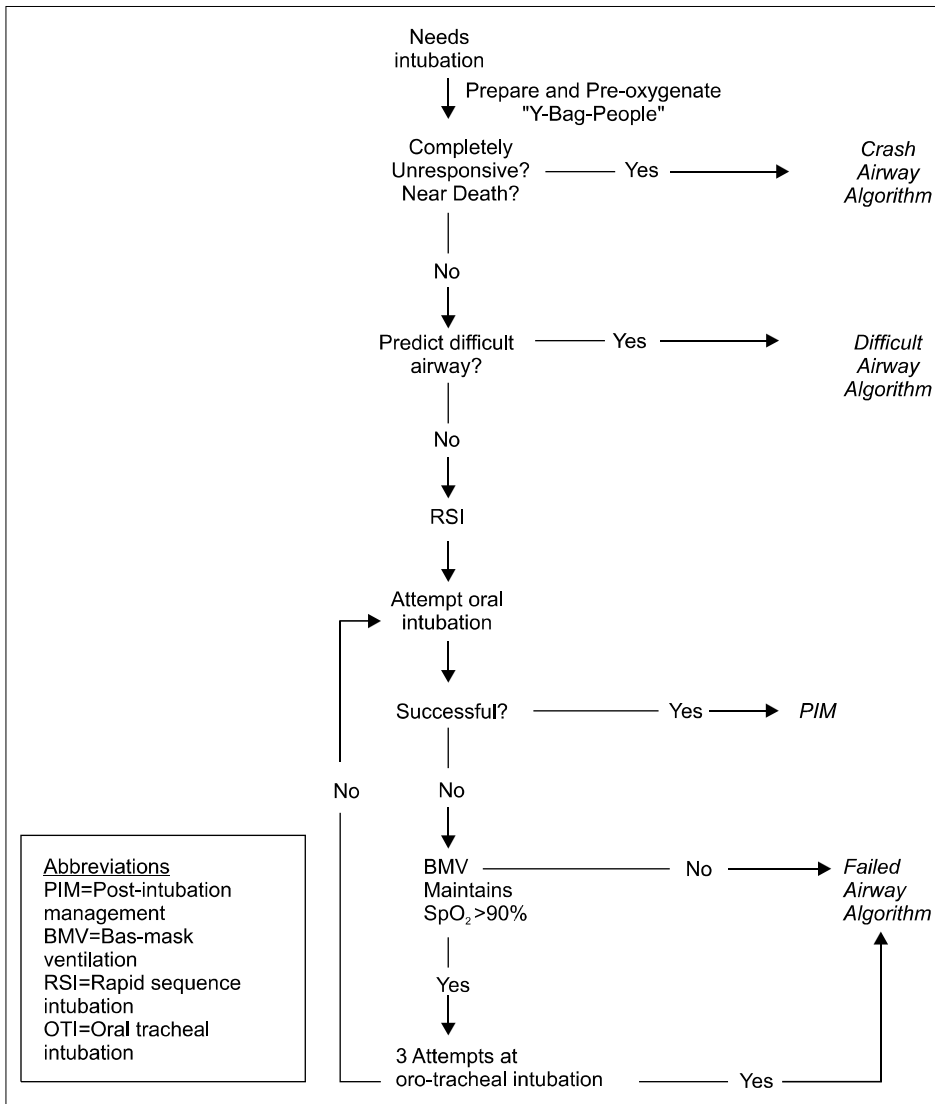


Fig. 4. Universal airway algorithm.

인하여 obstruction이 있을 때를 의미한다. N은 neck mobility의 약자로서 외상으로 인한 경추손상의 경우 경추고정상태일 경우를 말한다. 일반적으로 LEMON score가 높을수록 어려운 기관내삽관을 예상할 수 있다. LEMON 방법으로 어려운 기도를 인지하는 민감도는 20~62%로 낮으며, 특이도는 82~97% 정도로 높아, LEMON 방법으로 정상으로 나오더라도 어려운 기도일 가능성

을 배제할 수는 없다.¹⁰

Cormack과 Lehane은 후두경 소견에서 따라서 4단계로 구분하였다(Fig. 3).¹¹ 3, 4단계의 경우에는 어려운 기관내삽관을 예상할 수 있다.

어려운 마스크 환기를 예상하는 방법으로는 나이 56세 이상, BMI 26 kg/m² 이상, 많은 수염, 치아의 결핍, 코골이의 과거력

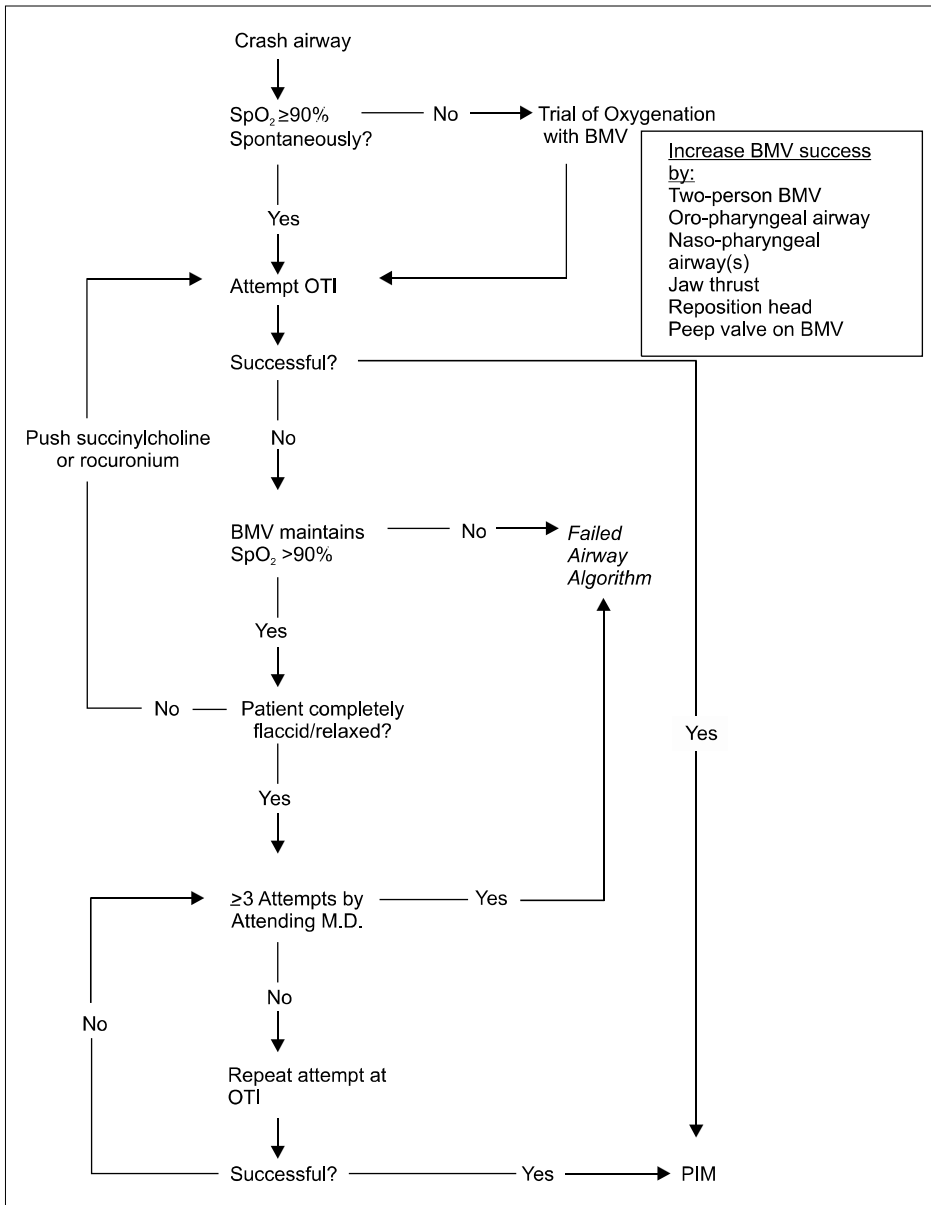


Fig. 5. Crash airway algorithm.

등이 있다.¹²

어려운 기도를 정확히 예측하는 방법은 아직까지 없지만, 이러한 기도 평가방법으로 평가를 한다면 기관내삽관 전에 계획을 세우는 데는 도움이 될 것이다.

Algorithm

Walls와 Murphy가 발표한 응급기도 알고리즘에는 4가지 (Universal, Crash, Difficult, Failed)의 알고리즘이 있다(Fig. 4~7).⁶ Universal airway algorithm은 모든 환자에서 알고리즘의 시작

이며, 먼저 환자의 반응을 확인한다. 반응이 전혀 없거나 사망 직전이라면 붕괴된 기도(Crash airway) 알고리즘으로 이동하며, 어려운 기도가 예상된다면 어려운 기도 알고리즘으로 이동하고, 3번 이상 기관내삽관이 실패하거나 백마스크 환기로 SpO2가 90% 이상 유지되지 않는다면 실패한 기도 알고리즘으로 이동한다.

붕괴된 기도 알고리즘에서는 전처치 없이 바로 기관내삽관을 시도하며, 실패한다면 백마스크 환기로 환기가 되는 지 확인한다. 환기가 안된다면 실패한 기도로 이동하며, 환기가 된다면 근이완제를 투여 후 다시 한 번 기관내삽관을 시도하게 된다(Fig. 5).

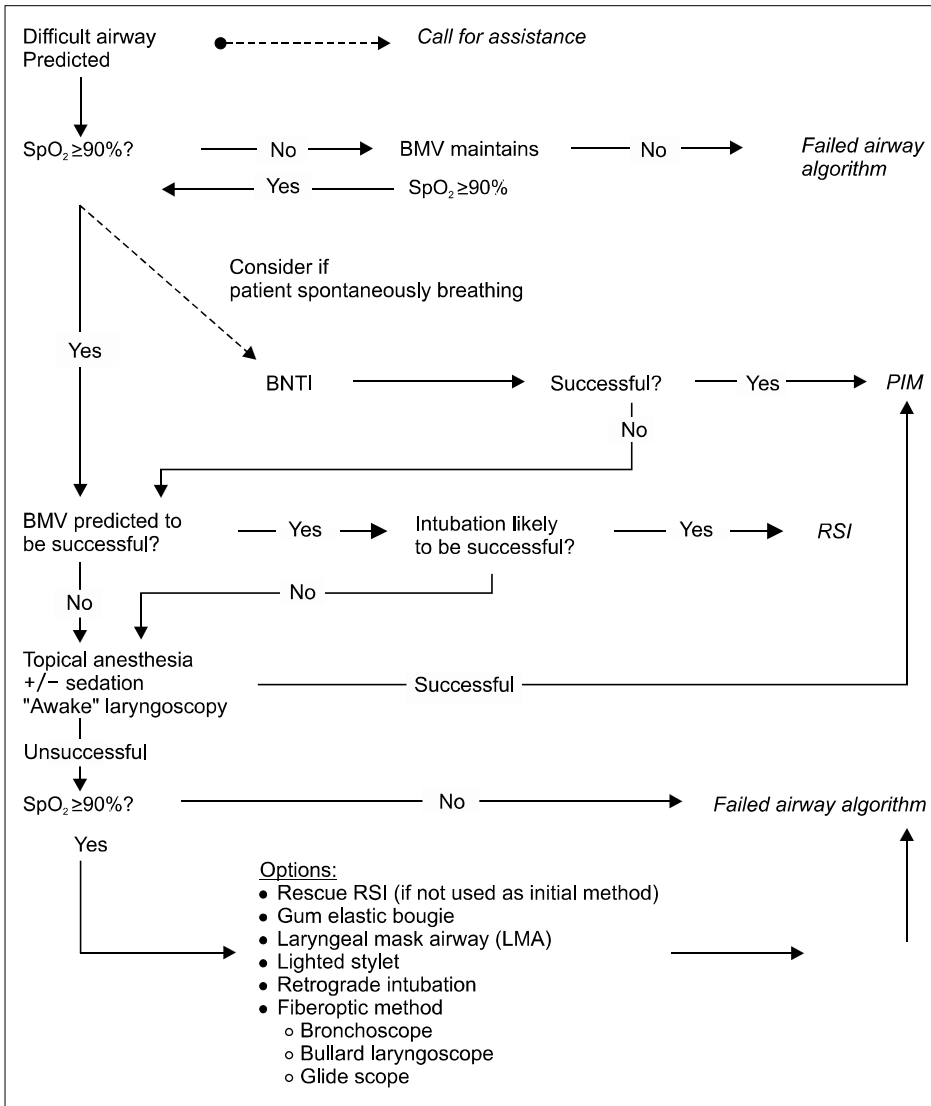


Fig. 6. Difficult airway algorithm. BNTI: blind nasotracheal intubation.

어려운 기도 알고리즘에서는 먼저 도움을 요청할 기도관리에 숙련된 의사를 부른다. 산소화가 유지되지 않는다면 실패한 기도로 이동하며, 산소화가 되고, 백마스크 환기가 가능할 것이라고 생각되면 기관내삽관을 시도하는 데 기관내삽관이 어려울 것이라고 생각된다면 의식하 기관내삽관을 고려한다. 실패했지만 산소화가 유지된다면 back up plan, Plan B로서 성문외기도 장비나 video laryngoscopy, lighted stylet 등을 고려할 수 있다(Fig. 6).

실패한 기도의 경우에도 먼저 도움을 요청한다. 산소화가 잘 되지 않는다면 Plan C로서 Cricothyroidotomy를 고려하며, 산소화가 된다면 direct laryngoscopy를 제외한 다른 기구들의 사용을 고려한다(Fig. 7).

빠른 연속 기관내삽관(Rapid Sequence Intubation, RSI)

RSI는 응급상황에서 안전한 기도를 확보하는 데 필수적인 방법이다. 처음에는 수술실에서 사용되었으며, 흡인을 방지하는 데 도움을 주는 방법이며, 현재는 응급실이나 중환자실에서도 널리 사용되고 있다. 많은 연구에서 RSI를 시행할 경우에 기관내삽관의 성공률이 상승하고, 합병증은 감소한다고 보고하고 있다.^{5,13-15} National Emergency Airway Registry II에 따르면 7,712건의 기관내삽관에서 RSI의 성공률은 98.5% 이상으로서 Li 등⁵이 보고한 RSI를 시행하지 않을 경우의 성공률 82%보다 높게 나타났다.¹⁵ RSI는 전산소화 후 기관내삽관을 위한 무의식과 근이완 상태를 만들기 위해 효력이 뛰어난 유도제의 투여 직후 동시에 신속히

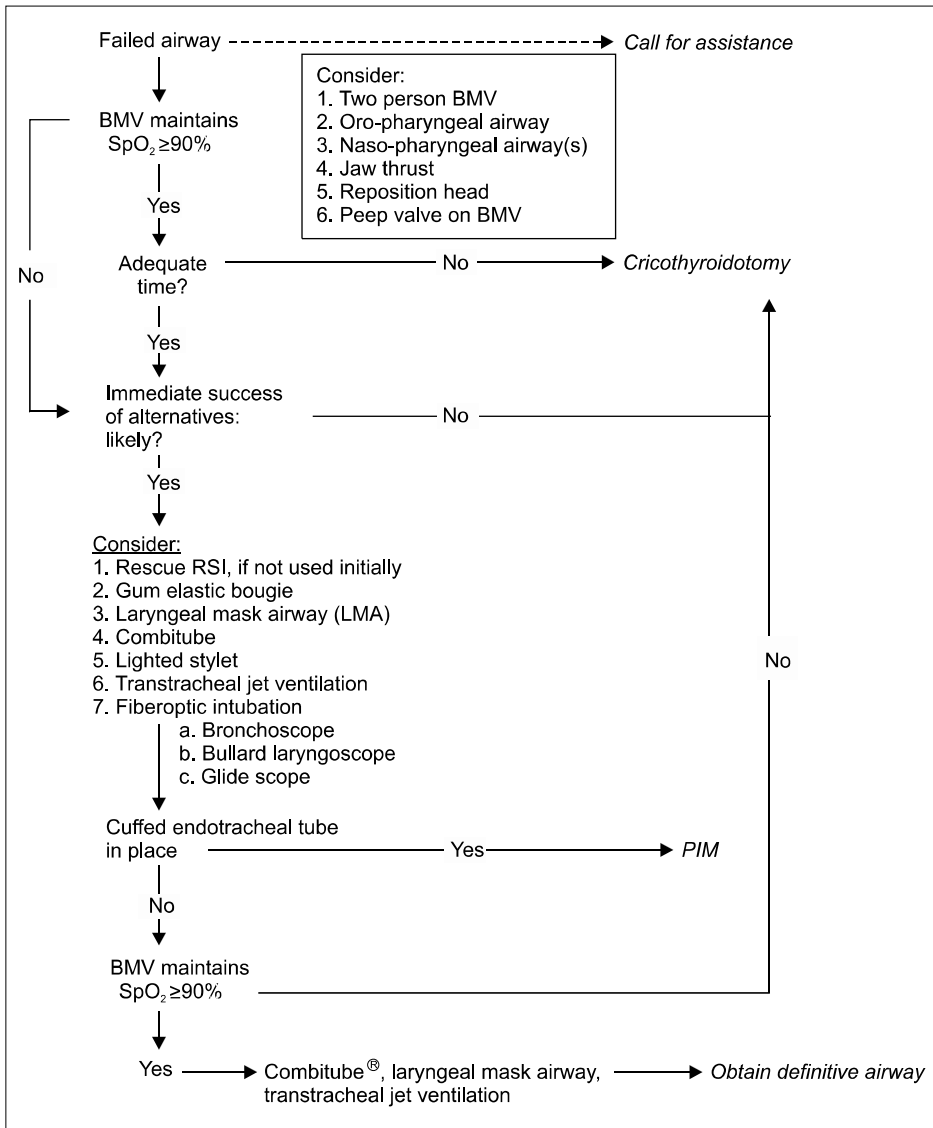


Fig. 7. Failed airway algorithm.

작용하는 신경근 차단제를 투여하는 것이다. 이것은 기관내삽관 전에 금식이 되어 있지 않은 환자에게 위 내용물의 흡인 위험이 있다는 것을 예상한 시행방법이다. 약물을 사용하기 전 전산소화 단계는 약물을 투여한 후 삽관이 될 때까지의 무호흡 상태에서도 환자가 안전할 수 있도록 충분한 산소를 공급하는 것이며, 양압환기가 필요하지 않게 해준다. 금기증은 상대적인 금기증만이 있으며, 어려운 기도에 사용할 경우 백마스크 환기가 가능할 지 평가하여 백마스크 환기가 가능할 경우에 시행하도록 한다.

이러한 RSI에는 Preparation, Preoxygenation, Pretreatment, Paralysis with induction, Protection and positioning, Placement with proof, Post intubation management의 7단계의 과정이 있다 (Table 1).

Table 1. Time table for rapid sequence intubation

Time	7P's
NMB minus 10 min	Preparation
NMB minus 5 min	Preoxygenation
NMB minus 3 min	Pretreatment
0 min	Paralysis with induction
NMB plus 20 sec	Protection
NMB plus 45 sec	Placement with proof
NMB plus 1 min	Post intubation management

NMB=neuromuscular blocking

Preparation은 모니터링 장비와 혈관을 확보하며 투여할 약물에 대한 준비 및 사용할 장비를 점검한다. 또한 시간이 있다면 어려운 삽관 여부를 평가하며, 실패할 경우를 대비하여 그 다음 계획 Plan B, Plan C를 마련해 놓는다.

Preoxygenation은 마스크 환기를 통해서 폐와 다른 조직에 산소 저장을 해 놓는 단계이다. 건강한 사람에게 4분간 pure oxygen을 공급한다면, PaO₂가 약 90에서 400 mmHg 이상 올려놓을

수 있으며 약 8분 정도를 숨쉬지 않고도 90% 이상 산소포화도를 유지할 수 있다. 하지만 비만 환자나 어린이의 경우에는 3분도 안돼서 산소포화도가 90% 이하로 떨어진다(Fig. 8).¹⁶ 비만 환자에서는 25도 상체를 올리는 자세를 취한다면 무호흡에서 산소포화도를 더 오래 유지할 수 있다.¹⁷ 의식이 명료한 환자라면 보통 8번 정도의 깊은 숨을 쉬게 한다.

Pretreatment는 삽관과 관련되어 발생하는 부작용이나 환자의 기저질환의 악화를 완화시키기 위하여 약물을 투여하는 단계이다. 전처치 약물들은 유도제 3분전 정도에 투여한다. 전처치 약제로는 Lidocaine (1.5 mg/kg)이나 Fentanyl (3 mcg/kg)을 주로 사용한다(Table 2). Lidocaine은 두개내압의 반사적인 상승을 둔화시키며 반응성 기도질환에서 기도저항의 반응성 증가를 약화시킨다. Fentanyl은 후두경에 의한 교감신경성 반응을 약화시키므로 두개내압 상승과 심혈관 질환에 추천한다.

Paralysis with induction은 수면 유도제 투여 후 근이완제를 투여하는 단계이다. 수면유도제는 thiopental sodium, midazolam, etomidate, ketamine, propofol이 있다(Table 3). Etomidate의 경우에는 혈액학적 안정성이 있고, 히스타민을 분비하지 않아 반응성 기도 질환에서 안전하게 사용할 수 있다. 하지만 adrenal suppression의 부작용이 있다.¹⁸ Ketamine의 경우에는 심박수와 혈압을 증가시키고 평균동맥압을 상승시켜 뇌관류압을 비교적

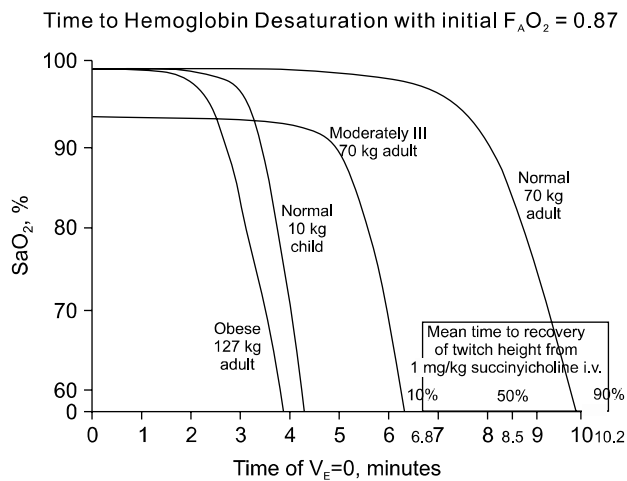


Fig. 8. SaO₂ versus time of apnea for various types of patients.

Table 2. Pretreatment drugs

Medication	Dosage	Indications
Fentanyl	3 mcg/kg	Provides sedation and analgesia in hemodynamically stable patients with the following: coronary artery disease; hypertensive emergencies; arterial aneurysm and dissections; cerebrovascular events.
Lidocaine	1.5 mg/kg	Asthma; COPD

Table 3. Induction agents

Medication	Dosage	Indications	Cautions
Etomidate	0.3 mg/kg	Polytrauma, existing hypotension	Inhibit cortisol synthesis
Propofol	2 mg/kg	Isolated head injury; status epilepticus	Hypotension
Thiopental	3 mg/kg	Normotensive; normovolemic	Bronchospasm hypotension
Ketamine	2 mg/kg	Asthma, COPD	Head injury Ischemic heart disease

Table 4. Neuromuscular blocking agents

Medication	Dosage	Onset	Indication
Succinylcholine	1.5 mg/kg	30~60 seconds	Default paralytic agent
Rocuronium	1 mg/kg	45~60 seconds	When succinylcholine is contraindicated

Table 5. Intubation care bundle management

Preintubation
Presence of two operators
Fluid loading
Preoxygenation for 3 min with NIPPV in case of acute respiratory failure
During intubation
Rapid sequence intubation
Sellick maneuver
Post intubation
Immediate confirmation for tube placement by capnography
Norepinephrine if diastolic blood pressure remains <35 mmHg
Initiate long term sedation
Initial “protective ventilation” tidal volume 6~8 ml/kg of ideal body weight, PEEP<5 mmHg, and respiratory rate between 10 and 20 cycles/min, FiO ₂ 100% for a plateau pressure of <30 cmH ₂ O

NIPPV=non invasive positive pressure ventilation, PEEP=positive end expiratory pressure

안정시킨다. 또한 기관지의 평활근을 이완시켜서 기관지 확장을 일으키므로 반응성 기도 질환자와 혈액학적 불안정환자에서 유용하다.^{19,20} 근이완제에는 Succinylcholine과 Rocuronium이 사용된다(Table 4). Succinylcholine은 탈분극성근이완제로서 kg당 1~1.5 mg을 투여한다면 60초 후에는 충분한 근이완이 이루어 지게 된다. 금기증으로는 악성 고체온증, 고칼륨혈증, 화상, 척수손상, 다발성 경화증, Guillain-Barre 증후군, degenerative or dystrophic muscular disease, prolonged immobilization 등이 있다.²¹ Rocuronium은 비탈분극성근이완제로서 Succinylcholine의 부작용증 일 때 사용할 수 있으며, kg 당 1.0 mg의 용량으로 사용한다.

Protection and positioning은 보조자가 Sellick Maneuver를 통하여 passive aspiration을 방지하고 양압환기를 할 때 gastric insufflation을 줄이는 역할을 한다. Sellick Maneuver는 Cricoid cartilage를 뒤쪽으로 누르면서 시행하게 되고, 척추기둥의 지지를 받으면서 식도를 폐쇄시킨다. 환자가 만약 구토를 한다면 즉시 Sellick maneuver를 중지하고 고개를 옆으로 돌리고 구토물을 흡인한다. 환자에게 특별한 문제가 없다면 뱀새말기 자세를 취하게 한다.

Placement with proof는 아래턱 뼈의 움직임을 확인하여 근이완제의 효과를 확인한 후에 삽관을 시행하는 단계이다. 아래턱이 잘 움직여 지지 않는다면 약 15~30초 후에 다시 시도한다. Vocal cord가 잘 보이지 않는다면 갑상연골에 압력을 가하여 BURP (backward, upward, right, and pressure)를 사용한다면 시야에 도움을 받을 수 있다.²² 삽관의 확인은 가슴의 움직임을 확인하고 청진을 통해서 확인할 수 있다. 하지만 가장 정확한 방법은 Capnography를 통하여 호기말 이산화탄소를 측정하는 방법이다.²³ 기관내삽관이 이루어졌다면 Sellick Maneuver를 중지한다.

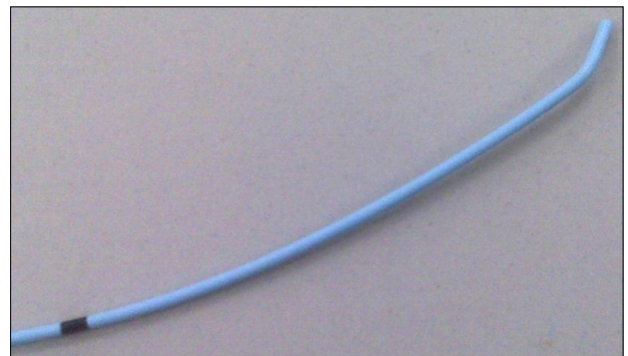


Fig. 9. Gum elastic bougie.

Post intubation management는 튜브의 고정 및 환자의 장시간 진정 및 필요하다면 마비를 시행하는 것이다. 기관내튜브의 커프는 가능한 한 최소의 부피로서 공기가 새어나오지 않도록 해야 하는데 기관의 허혈 및 extubation 후에 stridor의 위험성을 최소화 하기 위해서이다.²⁴

Intubation Bundle

Jaber 등²⁵은 중환자실에서 Intubation bundle을 통하여 저산소증 및 cardiovascular collapse 등의 life threatening complication을 감소할 수 있다고 하였다(Table 5).

Various Adjuncts

기관내삽관을 편하게 하거나 기관내삽관이 어려운 경우에 구난기술(rescue technique)로서 사용할 수 있는 여러 가지 장비가



Fig. 10. Video laryngoscope.

있다.

Gum elastic bougie

Fig. 9은 약 60 cm 정도이며 기관내삽관 튜브의 introducer 역할을 하며 끝이 약 35도로 꺾여 있다. Bougie를 trachea에 위치시킨 후 튜브를 밀어 넣으면 기관내삽관이 된다. 이러한 bougie는 성대가 잘 보이지 않을 때 성문의 입구(glottis aperture)가 적을 때에 사용하면 유용하다. Bougie가 기관으로 들어갔을 경우 bougie의 끝에서 기관의 링이 만져지는 것을 느낀다.

Video laryngoscope

Fig. 10은 보통 angled blade에 비디오카메라가 달려있다. 기관내삽관 튜브에 stylet을 넣어서 사용하며 튜브의 끝이 성문안으로 들어가는 것을 볼 수 있다. 시야가 더 좋기 때문에 직접 후두경에 비해서 기관내삽관의 성공률이 더 높은 편이며, 특히 술자의 숙련도가 낮을 경우에 더 유용하다고 알려져 있다.^{26,27}

Laryngeal Mask Airway (LMA™, LMA North America, Inc., San Diego, CA)

Fig. 11은 성문외기구로서 환기의 통로를 제공하며 실패한 기도에서 중요한 역할을 한다.⁷ 기관내삽관에 비해서 삽입이 쉽고 간편하며, 비숙련자라 할지라도 쉽게 사용할 수 있다.^{28,29} 하지만 밀봉이 완벽하지 않으며, 흡인으로부터 기도를 보호할 수 없는 점이 단점으로 1차적인 기술보다는 구난기술로서만 사용하여야 한다. 또한 LMA를 통하여 기관내삽관을 할 수 있도록 고안된 LMA도 있다.

이러한 장비들을 모두다 익히는 것 보다는 하나라도 평소에 연습하여 실전에서 기관내삽관이 어려울 때 사용할 수 있도록 익숙해지는 것이 좋다.



Fig. 11. Laryngeal Mask Airway.

Conclusion

중환자실에서의 기관내삽관은 수술실에서의 기관내삽관보다 어려운 경우가 많고, 합병증 또한 많다. 또한 기관내삽관이 언제라도 필요할 수 있으므로, 입원 시에 기도에 대한 평가를 하여야만 응급상황에서 기도관리 계획을 세우는 데 도움이 된다.

먼저 기관내삽관이 필요한 지를 결정한 후, 기관내삽관이 필요하다면, 기도관리의 알고리즘에 따라서 기관내삽관을 시도하며, 특별한 금기증이 없다면 RSI를 통하여 기관내삽관을 시도한다. 기관내삽관이 실패할 경우를 대비하여, Plan B로서 Gum elastic bougie, video laryngoscope, LMA 등을 미리 준비하고 있어야 하며, 평소에 하나라도 잘 사용할 수 있도록 익숙해져야 한다. 기관내삽관이 3번 이상 실패하거나 산소화에 실패하면 Plan C로서 지체없이 Cricothyroidotomy를 시행하도록 한다.

References

1. Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2008;34:1835-42.
2. Schwartz DE, Matthay MA, Cohen NH. Death and other complications of emergency airway management in critically ill adults. A prospective investigation of 297 tracheal intubations. *Anesthesiology* 1995;82:367-76.
3. Mort TC. Preoxygenation in critically ill patients requiring emergency tracheal intubation. *Crit Care Med* 2005;33:2672-5.
4. Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple-center study. *Crit Care Med* 2006;34:2355-61.
5. Li J, Murphy-Lavoie H, Bugas C, Martinez J, Preston C. Complications of emergency intubation with and without paralysis. *Am J Emerg Med* 1999;17:141-3.
6. Walls RM, Murphy MF. *Manual of emergency airway management*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2008.
7. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98:1269-77.
8. Mallampati SR. Clinical sign to predict difficult tracheal intubation (hypothesis). *Can Anesth Soc J* 1983;30:316-7.
9. Reed MJ, Dunn MJ, McKeown DW. Can an airway assessment score predict difficulty at intubation in the emergency department? *Emerg Med J* 2005;22:99-102.
10. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 2005;103:429-37.
11. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anesthesia* 1984;39:1105-11.
12. Crosby ET, Cooper RM, Douglas MJ, Dovie DJ, Hung OR, Labrecque P, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Can J Anaesth* 1998;45:757-76.
13. Tayal VS, Riggs RW, Marx JA, Tomaszewski CA, Schneider RE. Rapid-Sequence intubation at an emergency medicine residency: success rate and adverse events during a two-year period. *Acad Emerg Med* 1999;6:31-7.
14. Pearson S. Comparison of intubation attempts and completion times before and after the initiation of a rapid sequence intubation protocol in an air medical transport program. *Air Med J* 2003;22:28-33.
15. Bair AE, Filbin MR, Kulkarni RG, Walls RM. The failed intubation attempt in the emergency department: analysis of prevalence, rescue techniques, and personnel. *J Emerg Med* 2002;23:131-40.
16. Benumof JL, Dagg R, Bneumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997;87:979-82.
17. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, et al. Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2005;102:1110-5.
18. Hohl CM, Kelly-Smith CH, Yeung TC, Sweet DD, Doyle-Waters MM, Schulzer M. The effect of a bolus dose of etomidate on cortisol levels, mortality, and health services utilization: a systematic review. *Ann Emerg Med* 2010;105:105-13.
19. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, Dhaouadi M, Ricard-Hibon A, Vivien B, et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicenter randomized controlled trial. *Lancet* 2009;374:293-300.
20. Shaprio HM, Wyte SR, Harris AB. Ketamine anesthesia in patients with intracranial pathology. *Br J Anaesth* 1972;44:1200-4.
21. Naguid M, Lien CA. *Pharmacology of muscle relaxants and their antagonists*. London: Churchill Livingstone, 2010.
22. Jones JH, Weaver CS, Rusyniak DE, Brizendine EJ, McGrath RB. Impact of emergency medicine faculty and an airway protocol on airway management. *Acad Emerg Med* 2002;9:1452-6.
23. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med* 2002;28:701-4.
24. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatsxo M, Vergne C, Souche B, et al. Post extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med* 2003;29:69-74.
25. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective, multiple center study. *Intensive Care Med* 2010;36:248-55.
26. Sun DA, Warriner CB, Parsons DG, Klein R, Umedaly HS, Moulton M. The Glidescope Video Laryngoscope: randomized clinical trial in 200 patients. *Br J Anaesth* 2005;94:381-4.
27. Nouruzi-Sedeh P, Schumann M, Groeben H. Laryngoscopy via Macintosh blade versus GlideScope: success rate and time for endotracheal intubation in untrained medical personnel. *Anesthesiology* 2009;110:32-7.
28. Davies PR, Tighe SQ, Greenslade GL, Evans GH. Laryngeal mask airway and tracheal tube insertion by unskilled personnel. *Lancet* 1990;336:977-9.
29. Brimacombe J, Berry A, Verghese C. The laryngeal mask airway in critical care medicine. *Intensive Care Med* 1995;21:361-4.