



마취과 의사의 Optiscope™을 이용한 기관내삽관 시 학습곡선

제주대학교 의학전문대학원 마취통증의학과

박선경 · 윤소희 · 박종국 · 김현정

Learning curve of skilled anesthesiologists for endotracheal intubation using Optiscope™

Sun Kyung Park, So Hui Yun, Jong Cook Park, and Hyun Jung Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Jeju National University School of Medicine, Jeju, Korea

Background: Optiscope™ is a semi-rigid fiberoptic for endotracheal intubation. A camera attached to the distal end of the stylet shows the laryngeal view through an adjustable LCD-monitor attached at the handle. The aim of this study was to evaluate the learning curve of skilled anesthesiologists in the use of Optiscope™.

Methods: Eighty-patients with normal airways were randomly assigned to four anesthesiologists, who did not have previous experience of intubation with Optiscope™. After induction of general anesthesia, the four investigators performed 20 intubations each, using the Optiscope™. Time to intubation (TTI), number of intubation attempts, and reasons of prolonged TTI were evaluated.

Results: The success rate of intubation was 98.8%. The TTI was significantly faster in 16th-20th patients (35.0 s, interquartile range 27.3-41.4) than in the first 10 patients (54.1 s, interquartile range 31.2-75.5) ($P = 0.006$). All patients after the 16th intubation were intubated at the first attempt. Frequent problems encountered were difficulty in getting the stylet tip under the epiglottis, and mucous secretion obscuring the laryngeal anatomy.

Conclusions: Optiscope™ is an effective device for endotracheal intubation. About 15 intubations in patients with normal airways provided clinically adequate experience to the skilled anesthesiologists.

Received: April 14, 2017.

Revised: May 4, 2017.

Accepted: May 8, 2017.

Corresponding author: Hyun Jung Kim, M.D., Ph.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Jeju National University School of Medicine, Aran 13gil 15, Jeju 63241, Korea. Tel: 82-64-717-2029, Fax: 82-64-717-2042, E-mail: hjanesthesia@empas.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

siologists. Additional maneuver of airway opening such as jaw thrust and sufficient removal of oral secretion, are suggested to reduce TTI. (Anesth Pain Med 2017; 12: 271-274)

Key Words: Airway management, Intubation, Laryngoscope, Learning curve.

서론

전반적인 의학의 발전에도 불구하고 어려운 기도관리로 인한 심각한 부작용 및 사망은 여전히 마취와 관련된 중요한 문제 중 하나이다[1]. 최근에는 고식적인 직접후두경(direct laryngoscopy) 외에 비디오시스템을 포함하는 다양한 도구들이 상용화되어 어려운 기도관리에 도움이 되고 있다[2-4]. 그 중 Optiscope™ (Clarus Medical, USA)은 반경직 굴곡내시경(semi-rigid fiberoptic)으로서 속심(stylet) 끝에 카메라를 장착하여 손잡이에 부착된 LCD-모니터를 통해 후두의 모습을 보면서 기관내삽관을 시행하는 기구이다. 일반적인 광학내시경(optical fiberoptic)이 대안렌즈를 통해 직접 이미지를 보거나 케이블을 통해 모니터를 연결해야 하는 반면, Optiscope™은 손잡이에 LCD-모니터가 부착돼 있기 때문에 장비가 간편하고 좀 더 편한 자세로 기관내삽관을 시행할 수 있는 장점이 있으며, 정상 기도와 어려운 기도관리에 모두 효과적으로 사용할 수 있다[5,6].

새로운 장비의 적절한 활용을 위해서는 어느 정도의 경험이 필요한데, Optiscope™은 비교적 최근에 상용화된 장비로서 사용에 익숙해지는 데 필요한 경험에 대해서는 연구된 바가 적다. 따라서 저자들은 숙련된 마취과 의사의 Optiscope™을 이용한 기관내삽관 시 학습곡선에 대해 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 연구는 정형수술을 받기 위해 전신마취하에 기관내삽관이 예정된 미국마취과학회 신체등급분류(ASA class) I 또는 II인 20-65세 성인 환자 80명을 대상으로 본원 의학연구윤리심의위원회의 승인(JEJUNUH 2013-09-004) 및 환자의

동의를 얻은 후 진행되었다. Mallampati class III 이상, 상하악 앞니 간 간격(interincisor distance)이 3 cm 이하, 갑상연 골과 턱 끝 거리(thyromental distance)가 6 cm 이하 및 두경부 운동범위에 제한이 있는 등 어려운 기관내삽관이 예상되는 환자는 연구에서 제외하였다. 빠른연속마취유도가 필요한 환자, 경추 손상이 있는 환자, 폐질환이 있는 환자 및 기타 중증 전신질환이 있는 환자도 연구에서 제외하였다.

대상환자는 4명의 마취의에게 각각 20명씩 무작위로 배정되었다. 환자가 수술실에 도착하면 심전도, 맥박산소포화도 측정기 및 비침습적 자동혈압기를 거치하여 활력징후를 감시하면서 thiopental 4-5 mg/kg과 fentanyl 1-2 µg/kg을 투여하여 전신마취를 유도하였다. 환자의 의식이 소실되면 rocuronium 0.8 mg/kg 투여하고 100% 산소를 이용하여 2분간 마스크환기를 한 후 Optiscope™을 이용하여 기관내삽관을 시행하였다.

기관내삽관은 Optiscope™을 사용해본 경험이 없으면서 능숙하게 직접후두경을 사용할 수 있는 4년 이상의 경력을 가진 4명의 마취의가 시행하였다. 마취의는 본 연구를 시행하기 전 Optiscope™ 사용법을 숙지하고 마네킹을 대상으로 10번의 기관내삽관을 연습하였다. 기관내삽관 방법은 제조사가 직접후두경을 사용하지 않고 Optiscope™만을 이용할 때 권장하는 방법대로 먼저 입안의 분비물을 흡입하여 제거한 후 왼손으로 환자의 혀와 아래턱을 들어 올리면서 오른손으로 Optiscope™의 손잡이를 잡고 속침을 입의 중간선을 따라 삽입하였다. 모니터를 보면서 후두개를 찾은 후, 후두개를 살짝 들어 올리면서 속침을 아래로 전진시켜 성대를 확인하였다. 속침이 성대를 통과하면 왼손으로 기관튜브를 밀어서 필요한 깊이까지 삽입하고 속침을 제거하였다. 기관내삽관 과정 동안 필요한 경우 보조자가 턱을 들어올리거나 방편연골을 밀어주는 등의 보조요법을 허용하였다.

기관내삽관에 소요된 시간(time to intubation, TTI)은 Optiscope™을 입에 넣기 시작한 순간부터 기관내삽관 후 이산화탄소가 측정될 때까지 걸린 시간으로 정의하였다. TTI가 180초 이상 소요되거나 맥박산소포화도가 95% 아래로 떨어지면 기관내삽관을 중지하고 100% 산소로 마스크환기를 한 후 다시 기관내삽관을 시도하였으며, 세 번의 시도에도 성공하지 못하면 실패로 정의하고 직접후두경을 이용하여 기관내삽관을 하였다. 2번 이상 기관내삽관이 시도되었던 환자의 TTI는 각 시도의 TTI를 합친 시간으로 기록하였다. TTI가 60초 이상 소요된 경우에는 기관내삽관이 어려웠던 이유를 기록하였다.

마취의 4명의 각각의 경험에 따라 1-10번째 환자를 A군(n = 40), 11-15번째 환자를 B군(n = 20), 16-20번째 환자를 C군(n = 20)으로 정의하였다. 마취의당 배정된 20명의 환자수는 비디오후두경 학습에 관한 기존의 논문에서 20번의 경험이 충분하였다는 보고를 참고하여 결정하였다[5,7,8]. 군

간 성별은 Chi-square test를 이용하여 비교하였고 나이, 키, 몸무게는 Kolmogorov-Smirnov test로 정규성 검정 후 One-way ANOVA를 이용하여 비교하였다. 군간 기관내삽관 시도 횟수와 TTI가 60초 이상 소요된 환자수는 linear by linear association을 이용하였고, 군간 TTI는 Kruskal-Wallis test를 이용하여 분석한 후 Mann-Whitney test로 사후검정을 하였다. 4명의 마취의의 기관내삽관 경험에 따른 TTI의 변화는 Spearman's rank correlation test를 이용하여 분석하였다. 통계분석은 SPSS Statistics 20 (SPSS Inc., USA)를 사용하여 P 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였으며, 사후검정에는 Bonferroni correction을 적용하였다. 데이터는 평균 ± 표준편차 또는 중앙값(25%-75% 사분위수)으로 표시하였다.

결 과

4명의 마취의가 각각 20명씩 총 80명의 환자를 대상으로 연구를 진행하였다. A, B, C 세 군 사이에 성별, 나이, 키, 몸무게는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Optiscope™을 이용한 기관내삽관 시도에서 총 성공률은 98.8%이었다. 1회 시도로 기관내삽관이 성공한 환자는 72명(90%), 2회 시도로 성공한 환자는 5명(6.3%), 3회 시도로 성공한 환자는 2명(2.5%)이었고 기관내삽관이 실패한 환자는 1명(1.3%)이었다. 2회 이상 기관내삽관을 시도한 경우는 A군에서 6명, B군에서 2명, C군에서 0명이었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. Optiscope™으로 기관내삽관이 실패한 환자는 직접후두경을 이용하여 쉽게 기관내삽관이 가능하였다.

총 80명 환자의 평균 TTI는 70.3 ± 98.9초였다. 4명의 마취과 의사의 TTI는 기관내삽관 경험이 증가할수록 유의하게 감소하는 경향을 보였다(Spearman's rank correlation coefficient [Rho] = -0.323, P = 0.003) (Fig. 1). 군에 따른 TTI는 A군에서 54.1 (31.2-75.5)초, B군에서 32.2 (24.9-41.2)초, C군에서 35.0 (27.3-41.4)초이었다(Fig. 2). 군간 비교에서

Table 1. Demographic Data

	Group A (n = 40)	Group B (n = 20)	Group C (n = 20)
Gender (M/F)	13/27	7/13	4/16
Age (yr)	42 ± 12	44 ± 12	48 ± 10
Height (cm)	161.1 ± 7.7	162.6 ± 8.9	161.1 ± 8.4
Weight (kg)	63.6 ± 10.8	63.8 ± 11.5	62.9 ± 8.1

Values are number or mean ± SD. Group A: first-10th patients, Group B: 11th-15th patients, Group C: 16th-20th patients intubated by four anesthesiologists.

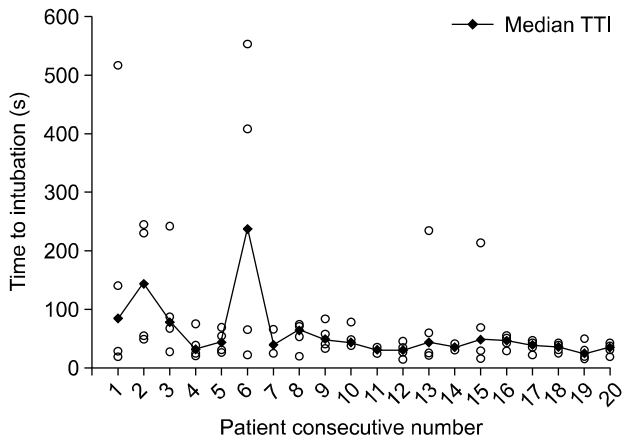


Fig. 1. Change of time to intubation in twenty consecutive patients intubated by four anesthesiologists. The time to intubation decreased with experience (Spearman's rank correlation coefficient [Rho] = -0.323 , $P = 0.003$). TTI: Time to intubation.

C군은 A군과 비교하여 통계적으로 유의하게 TTI가 짧았으며($P = 0.006$), A군과 B군($P = 0.022$) 및 B군과 C군($P = 0.871$) 사이에는 유의한 차이가 없었다.

TTI가 60초 이상이었던 환자는 총 21명이었다. 군에 따른 분포는 A군 17명, B군 4명, C군 0명으로 경험이 증가할수록 TTI가 60초 이상 소요되었던 경우가 통계적으로 유의하게 감소하였다($P < 0.001$). 이 환자들에서 기관내삽관이 어려웠던 이유는 후두개 밑으로 진입의 어려움 13명(61.9%), 입안의 분비물로 인한 시야 확보의 어려움 7명(33.3%), 후두개 발견의 어려움 1명(4.8%)이었다. 모든 환자에게 기관내삽관과 관련된 치아 손상이나 특별한 치료가 요구되는 기도손상은 발생하지 않았다.

고 찰

본 연구에서 Optiscope™을 이용한 기관내삽관의 성공률은 98.8%이었다. 한 번의 기관내삽관 실패는 6번째 환자에서 발생했는데, 실패의 원인은 후두개 밑으로 Optiscope™ 진입이 어려웠기 때문이었다. 이 환자는 직접후두경으로 쉽게 기관내삽관을 할 수 있었기 때문에, 실패의 원인은 환자 기도의 해부학적인 문제가 아닌 Optiscope™ 사용 경험 부족에 의한 것으로 추측된다. 또한, 기관내삽관에 필요한 시간은 마취의 경험이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 16번째-20번째 환자군은 1번째-10번째 환자군과 비교하여 유의하게 TTI가 감소하는 것을 확인할 수 있었고, 이 때 TTI 중앙값은 35.0초로 임상적으로 적절한 범위였다. 따라서 Optiscope™의 효과적인 사용을 위해서는 최소한 15번의 경험이 필요하다고 할 수 있을 것이다.

최근에 어려운 기도관리를 위하여 비디오시스템을 포함

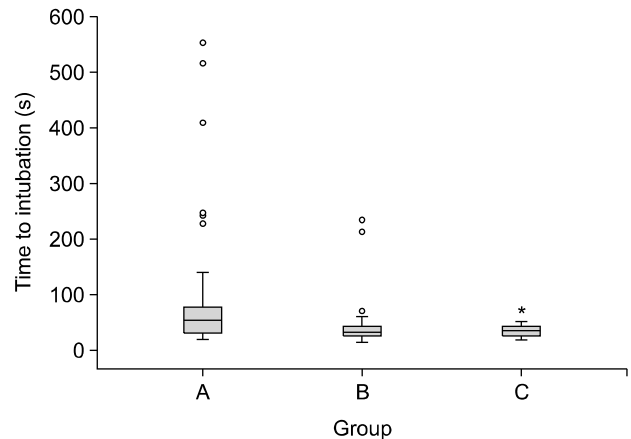


Fig. 2. Time to intubation according to the groups. Cases with unusual long time to intubation were happened in group A and group B. Group A: first-10th patients, Group B: 11th-15th patients, Group C: 16th-20th patients intubated by four anesthesiologists. * $P < 0.05/3$ (Bonferroni correction) compared with group A.

한 다양한 도구들이 상용화되고 있는데, 이를 효과적으로 활용하기 위해서는 어느 정도 경험이 필요하다. 기존의 연구에 의하면 직접후두경과 비슷한 형태를 가진 비디오후두경의 경우 기도관리에 숙련된 의료진에게 10건 이하의 경험이면 충분한 것으로 생각된다. Rai 등[7]은 Glidescope® (Saturn Biomedical Systems, Canada) 사용경험에 대한 연구에서 기관내삽관에 실패한 환자는 처음 7번째 경험 이내에 발생했으며, 8번째 경험 이후에 기관내삽관 성공률은 100%였다고 보고하였다. Savoldelli 등[8]은 마네킹을 대상으로 Glidescope®, McGrath™ (Aircraft Medical Ltd., UK), Airtraq™ (Airtraq, Prodol Meditec S.A., Spain) 세가지 종류의 비디오후두경을 다섯 번째 기관내삽관한 연구에서 모든 비디오후두경이 첫 번째 경험에서 다섯 번째 경험에 이르는 동안 빠르게 TTI가 감소하였다고 보고하였다.

그러나 본 연구에서 사용한 Optiscope™처럼 속침형 굴곡내시경 형태인 경우 좀 더 많은 경험이 필요한 것으로 생각된다. 광학내시경인 Bonfils™ (Karl Storz, Germany)의 경우 정상 기도를 가진 환자는 20명, 어려운 기도를 가진 환자는 50명의 경험이 필요하다는 연구가 보고된 바 있다 [5,9]. 본 연구에서는 A군, B군, C군의 TTI 중앙값이 각각 54.1초, 32.2초, 35.0초로 10회의 경험 이후에 TTI가 빠르게 감소하는 경향을 보였다. 그러나 A군과 C군은 통계적으로 유의한 차이가 있는 반면, A군과 B군은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그것은 B군에서 TTI가 60초 이상이었던 환자가 4명이 있었고 그 중 2명은 2회의 기관내삽관 시도로 TTI가 200초 이상 소요되어 TTI가 넓은 분포를 나타낸 반면, C군에서는 모든 환자에게 1회 시도로 기관내삽관이 성공하였고 TTI도 60초 이하로 좁은 분포를 나타냈기 때문인

것으로 생각된다. 그러므로 10회의 경험으로도 Optiscope™ 사용 시에 기관내삽관에 소요되는 시간을 어느 정도 단축시킬 수는 있지만, 기관내삽관 시도 회수와 기관내삽관에 소요되는 시간을 보다 효과적으로 단축하기 위해서는 최소한 15번의 경험이 필요하다고 할 수 있을 것이다.

속침형 굴곡내시경 형태인 Optiscope™이 직접후두경과 비슷한 형태의 비디오후두경보다 많은 경험이 요구되는 이유는 기관튜브 안으로 내시경을 삽입하여 사용하는 기관내삽관 방법 때문인 것으로 생각된다. 본 연구에서 TTI가 60초 이상 소요되었던 가장 흔한 이유는 후두개 밑으로 진입의 어려움이었다. 이것은 Optiscope™을 사용할 경우 고식적인 직접후두경처럼 후두개를 충분히 들어 올리기 힘들기 때문에 후두개 주위의 제한적인 공간을 통해 속침을 성문까지 전진시켜야 하는 특성에 기인한다. 따라서 환자의 턱을 들어 올려 기도를 열어주는 등의 보조요법을 적극적으로 시행하고, 필요한 경우 직접후두경을 이용하여 후두개를 들어올리는 방법을 병용해야 할 것이다. 또한, 굴곡내시경의 특성상 속침 끝에 있는 카메라가 입안의 분비물로 쉽게 오염되어 시야 확보가 어려웠던 것도 TTI를 증가시키는 중요한 요인이었다. 그러므로 마취유도 전에 미리 입안의 분비물을 감소시킬 수 있는 약제를 통상적으로 투여하고 기관내삽관을 시도하기 전에 입안의 분비물을 충분히 흡인하는 것이 TTI를 감소시킬 방법이 될 것이다.

본 연구의 제한점으로는 정상적인 기도를 가진 환자를 대상으로 했다는 점을 들 수 있다. 어려운 기도를 가진 환자에게 능숙하게 도구를 적용하기 위해서는 더 많은 경험이 필요할 수 있으므로 이에 관한 추가적인 연구가 시행되어야 할 것이다. 또한, C군에서 TTI 중앙값은 35.0초로 일반적인 임상상황에서 적절한 범위였지만, 추가적인 경험을 통해 TTI를 좀 더 단축해 취약한 폐기능을 가진 환자의 기관내삽관 시에도 적용할 수 있는지에 관해 연구가 필요할 것이다.

결론적으로 Optiscope™은 기관내삽관을 수행하기에 효과적인 도구였으며, 기도관리에 능숙한 마취의가 임상적으로 적절하게 기관내삽관을 하기 위해서는 정상기도를 가진 환

자를 대상으로 15번의 경험이 필요하였다. Optiscope™을 이용한 기관내삽관에 소요되는 시간을 단축하기 위해서는 턱을 들어 올리는 등의 보조요법을 적극적으로 사용하고 입안의 분비물을 충분히 제거하는 것이 도움이 될 것이다.

REFERENCES

1. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1991; 75: 1087-110.
2. Jun JH, Kim JK, Lee EJ. Awake endotracheal intubation using a video-assisted intubating stylet in a patient with a large supraglottic mass: A case report. *Anesth Pain Med* 2015; 10: 219-22.
3. Kim ES, Shin YD, Lee KS, Baek DH. The use of Pentax-AWS for a difficult airway due to post-thyroidectomy hematoma : A case report. *Anesth Pain Med* 2009; 4: 272-5.
4. Kim HJ, Choi YS, Park SH, Jo JH. Difficult endotracheal intubation secondary to tracheal deviation and stenosis in a patient with severe kyphoscoliosis: a case report. *Korean J Anesthesiol* 2016; 69: 386-9.
5. Corbanese U, Morossi M. The Bonfils intubation fibrescope: clinical evaluation and consideration of the learning curve. *Eur J Anaesthesiol* 2009; 26: 622-4.
6. Ko DD, Kang H, Yang SY, Shin HY, Baek CW, Jung YH, et al. A comparison of hemodynamic changes after endotracheal intubation by the Optiscope™ and the conventional laryngoscope. *Korean J Anesthesiol* 2012; 63: 130-5.
7. Rai MR, Dering A, Verghese C. The Glidescope system: a clinical assessment of performance. *Anaesthesia* 2005; 60: 60-4.
8. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C, Baeriswyl V, Clergue F, Waeber JL. Learning curves of the Glidescope, the McGrath and the Airtraq laryngoscopes: a manikin study. *Eur J Anaesthesiol* 2009; 26: 554-8.
9. Bein B, Yan M, Tonner PH, Scholz J, Steinfath M, Dörge V. Tracheal intubation using the Bonfils intubation fibrescope after failed direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 2004; 59: 1207-9.