Light Wand와 직접후두경의 비교연구: 삽관소요시간과 Thyromental Distance의 관계, 기관내삽관후 혈압 및 심박수의 변화

한일병원 마취과, *서울대학교 의과대학 마취과학교실

황 정 원 · 노 규 정 · 오 용 석*

- Abstract -

Comparative Study of Light Wand and Direct Laryngoscope: Correlation of Time to Intubation and Thyromental Distance, and Change of Blood Pressure and Heart Rate after Intubation

Jung Won Hwang, M.D., Gyu Jeong Noh, M.D. and Yong Seok Oh, M.D.*

Department of Anesthesiology, Hanil General Hospital, and
College of Medicine, *Seoul National University, Seoul, Korea

Background: Direct laryngoscope may be less useful under conditions of limited visualization. Light wand is a lighted stylet to transilluminate neck tissues allowing intubation without visualization. Thus, difficult intubation due to anatomy can be overcome. For comparison of light wand and direct laryngoscope, we checked time to intubation (TTI), success rate, relation of TTI and thyromental distance (TMD), and change of blood pressure and heart rate after intubation.

Methods: We selected and randomly allocated sixty adults to direct laryngoscope group (D) and light wand group (L). Without premedication, propofol and vecuronium were injected for intubation. Time to intubation was measured from the time of grasping direct laryngoscope or light wand until the time of inserting endotracheal tube into trachea. We checked the change of blood pressure and heart rate after intubation, and studied the correlation of TTI and TMD.

Results: TTI was 16.5 sec (6.53~115.3 sec) for group D and 11.8 sec (4.31~36.0 sec) for group L. There was no significant difference between the groups. The rise of blood pressure and heart rate was less with light wand. There was a correlation of $[TTI] = 1248 - 388[TMD] - 30[TMD]^2$ in group L patients whose TMD is less than 7 cm.

Conclusion: Compared with direct laryngoscope, light wand is as easy to use and can be more effective especially for patients whose anatomy may make intubation difficult or whose cardiovascular system is unstable. (Korean J Anesthesiol 1999; 36: 949~954)

Key Words: Anatomy: thyromental distance. Intubation, tracheal: direct laryngoscope; light wand; time to intubation. Monitoring: blood pressure; heart rate.

서 론

직접후두경은 오랜 역사를 갖고 있으며 현재 가장 보편적으로 사용되는 기관내삽관용 기구이다. 그러나 직접후두경은 수술자의 눈으로 성대를 직접 확인해야 하므로 환자 상기도의 해부학적 구조에 영향을 받으며,^{1,2)} 따라서 후두경의 삽입이 어렵거나 성대의 노출이 용이하지 않다면 숙련자일지라도 기관내 삽관에 실패하거나 식도내로 잘못 삽입할 가능성이 있다. 한 연구에서³⁾ 환자의 1.2~3.1% 정도가 직접후두경에 의한 기도삽관이 어려울 것으로 예측되는 해부학적 구조를 갖고 있다고 보고하였으며, 다른 연구에서는^{4,5)} 직접후두경을 사용할 때 첫 번째 시도에서 실패할 확률은 2%이며 여러 차례의 시도에도 실패하여 결국 저산소증으로 사망할 확률은 100만명당 1명 정도라고 하였다. 기관내 삽관이 실패하여 기도 유지와 산소공급이 불가능하게 되면 치명적이므로 직접후두경으로 기관내 삽관이 어려울 것으로 예상된다면 직접후두경을 대체하여 기관내 삽관을 시행할 수 있는 기구들을 준비해야 한다.⁶⁾ 후두마스크(laryngeal airway), 기관지경, 역행성 유도 기관내 삽관(retrograde wire-guided intubation), combitube, light wand 등 여러 방법이 있다. 이 중에서 광유도법을 이용한 light wand는 수술이 용이하고 눈으로 직접 보지 않고 기관내로 삽입할 수 있으므로 환자의 해부학적 구조의 영향을 적게 받을 것이다.^{1,7)}

기관내 삽관은 심혈관계를 자극하므로 혈압과 심박수가 현저하게 상승하는데 특히 심혈관계가 불안정한 환자에서는 이로 인해 심근허혈, 뇌혈관과열 등의 심각한 합병증이 유발될 수 있다. 그러므로 기관내 삽관에 따른 혈압상승은 최소화되어야 하며 이를 위해 마취를 깊게 하거나, 진통제 혹은 교감신경억제제를 투여하는 방법들이 있다. 기관내 삽관의 자극 자체를 줄일 수 있다면 혈압상승을 근본적으로 예방할 수 있을 것이다. Light wand를 사용하여 기관내 삽관을 시행한다면 직접후두경보다 후두개와(vallecule)에 대한 압박과 견인(traction)의 강도가 작고 지속시간이 짧기 때문에 혈압과 심박수의 상승폭을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 기관내 삽관을 위한 light wand의 유용성을 알아보기 위하여 기관내 삽관의 성공률과

삽관소요시간(time to intubation, TTI)을 측정하고 활력징후의 변화를 관찰하였으며 그 결과를 직접후두경에 의한 기관내 삽관과 비교하였다. 또한 Light wand에 영향을 미치는 해부학적 구조로서 갑상선결절과 mentum사이의 거리(thyromental distance, TMD)와 TTI의 상관관계를 분석하였다.

대상 및 방법

정례수술을 위해 전신 마취를 받는 환자 중에서 미국 마취과학회에서 정한 신체상태 등급 1, 또는 2에 속하는 60명의 성인남녀를 대상으로 하였다. 기관내 삽관에 사용한 기구에 따라 무작위로 직접후두경군(D군)과 Light Wand군(L군)으로 나누었다. 각 군별 남녀비, 연령, 체중, 신장, thyromental distance의 분포의 차이는 없었다(Table 1).

마취전 투약은 하지 않았으며, 환자가 수술실에 도착하면 심전도, 혈압, 맥박산소포화도(Cardiacap, Datex, Finland)를 감시하였다. 양와위에서 목을 최대한 신전시킨 후에 줄자를 사용하여 thyroid notch에서 mentum까지의 거리인 thyromental distance (TMD)를 측정하였다. Propofol 2 mg/kg를 정주하여 의식이 소실되면 안면마스크를 통해 100%의 산소를 투여하면서 vecuronium 0.15 mg/kg를 정주하였다. 마취의 유지는 propofol 10 mg/kg/hr의 지속정주와 N₂O : O₂ = 2L : 2L의 흡입으로 하였다. Vecuronium (0.15 mg/kg) 정주 3분 후에 기관내 삽관을 시행하였는데 남자는 내경 8.0 mm, 여자는 내경 7.0 mm의 기관내튜브를 사용하였다. D군은 직접후두경(Macintosh blade No.3, Medicon, Germany)을 사용하여 기관내 삽관을 시행하였으며

Table 1. Demographic Data

	Direct laryngoscope	Light wand
Sample size (n)	30	30
Men/Women	12/18	11/19
Age (yr)	54.4 ± 10.1	44.3 ± 15.1
Body weight (kg)	61.3 ± 9.2	62.1 ± 10.8
Height (cm)	161.8 ± 8.1	163.7 ± 7.7
TMD (cm)	6.8 ± 1.1	6.9 ± 0.8

values are expressed by mean ± SD. TMD=thyromental distance

L군은 light wand (Eximed Inc, Sweden)를 사용하였는데 light wand에 윤활젤리를 바르고 기관내 튜브를 끼워서 튜브의 기낭 기시부에서 90°가량 구부린 상태로 미리 준비해 두었다. 수술방의 조명을 어둡게 한 후 시술자의 왼쪽 엄지손가락을 환자 입안에 넣고 왼손으로 좌측 하악골을 잡아올린 후 오른손으로 light wand가 끼워진 기관내 튜브를 구강내로 삽입하였다. 환자의 목 중앙에 불빛이 환하게 비치면 기관내 튜브의 끝이 기관 입구에 올바르게 위치했다고 판단하여 light wand를 고정된 채 기관내 튜브만을 더 전진, 삽입하였다. 시행자의 수기에 의한 영향을 배제하기 위하여 마취과 전문의 한 사람이 모든 기관내 삽관을 시행하였다.

기관내 삽관에 소요된 시간을 측정함에 있어 D군은 후두경을 손에 든 시점부터 기관내로 튜브가 삽입된 시점까지, L군은 light wand가 삽입된 기관내 튜브를 오른손에 잡은 시점부터 튜브가 삽입된 시점까지의 시간을 삽관소요시간(time to intubation, TTI)으로 정하였다. 삽입된 기관내 튜브의 위치에 대한 적절성 여부를 평가하기 위하여 호기말 이산화탄소 분압을 감시하였으며 청진기로 사용하여 양측폐음이 동일하게 청진됨을 확인하였다. 기관내 삽관에 의한 혈압과 심박수 변화를 보기 위하여 기관내 삽입 직전과 기관내 삽입 직후의 수축기혈압, 이완기 혈압, 평균혈압, 심박수를 측정하여 비교, 분석하였다.

모든 관찰치는 평균±표준편차로 표시하였다. 연령, 체중, 신장 분포의 군간비교를 위하여 'Student t-test'를, 남녀비의 비교는 'Chi-square'를 이용하였다. 기관내 삽관에 따른 혈압과 심박수 변화 유무는 'paired

t-test'를 시행하였으며, 혈압과 심박수의 증가율에 있어서 두 군간의 차이유무를 검증하기 위하여 'Student t-test'를 시행하였다. TMD와 기관내 삽관 소요 시간과의 상관관계를 알아보기 위하여 'polynomial regression'을 이용하였다. 모든 경우에 있어서 p 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

본 연구에서의 기관내 삽관 성공률은 D군이 93.3%이고 L군은 96.7%이었으며 군간의 차이는 없었다. D군에서 첫 시도에 실패한 2예 중 하나는 재시도에서 탐침(stylet)을 사용하여 성공하였으며 다른 하나는 재시도에도 실패하고 3차 시도에서는 light wand를 사용하여 성공하였다. L군에서는 첫 시도에서 성공하지 못한 경우가 1예 있었는데(3.3%) 시행 도중 light wand의 불이 꺼졌기 때문이며 다시 꺼내 불이 켜짐을 확인한 후 재삽관하였다.

기관내 삽관에 소요된 시간을 살펴보면 D군은 16.5 ± 19.9 초이고 L군은 11.8 ± 6.6 초이었으며 두 군 사이의 의미있는 차이는 없었다. 첫 시도에서 성공했던 경우만을 보면 D군이 12.8 ± 4.6 초, L군은 10.9 ± 4.8 초로서 이 또한 차이를 보이지 않았다. 가장 짧았던 소요시간은 D군이 6.53초, L군이 4.31초였으며, 가장 긴 소요시간은 D군이 115.3초, L군이 36초로서 모두 첫시도에서 실패하고 재시도에 성공한 경우이다.

Thyromental distance (TMD)와 삽관소요시간(TTI)과의 관계를 살펴보면 D군과 L군 모두 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 TMD가 7 cm 미만으로 목이

Table 2. Change of Systolic, Diastolic, Mean Blood Pressure (mmHg), and Heart Rate (bpm) by Intubation

	Direct laryngoscope			Light Wand		
	Before	After	Δ (%)	Before	After	Δ (%)
SBP	102.1 ± 13.2	$167.3 \pm 20.0^*$	65.3 ± 22.6	110.0 ± 16.2	$159.4 \pm 21.6^*$	$46.8 \pm 22.7^\dagger$
MBP	75.3 ± 10.5	$133.2 \pm 20.5^*$	77.8 ± 23.5	80.5 ± 13.3	$124.9 \pm 19.0^*$	$57.7 \pm 27.2^\dagger$
DBP	60.0 ± 9.1	$108.6 \pm 18.7^*$	82.2 ± 27.7	61.6 ± 12.2	$101.4 \pm 18.8^*$	$68.6 \pm 35.6^\dagger$
HR	71.1 ± 14.9	$97.2 \pm 18.1^*$	38.5 ± 20.0	74.4 ± 14.5	$91.7 \pm 14.1^*$	$25.9 \pm 21.6^\dagger$

values are expressed by mean $\pm$ SD. Δ increasing rate=(after value-before value) $\times$ 100/before value. * $p < 0.05$ compared with before intubation (before vs after), $^\dagger p < 0.05$ compared with direct laryngoscope group (DL vs LW). SBP: systolic blood pressure, MBP: mean blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, HR: heart rates

Fig. 1. Correlation of the thyromental distance (TMD) and time to intubation (TTI). There was a correlation of $TTI = 1248 - 388[TMD] - 30[TMD]^2$ in patients whose TMD is less than 7 cm at group L.

짧은 환자에서는 L군에서만 $TTI = 1248 - 388[TMD] - 30[TMD]^2$ 의 식으로 나타낼 수 있는 상관관계가 있었다(Fig. 1).

기관내 삽관에 따른 혈압과 심박수의 변화를 Table 2에 정리하였다. 두 군 모두 기관내 삽관 후 수축기, 이완기, 평균혈압 및 심박수가 증가하였는데 그 증가폭에 있어서는 직접후두경을 사용한 군이 light wand보다 더 많이 증가하였다($p < 0.05$).

고 찰

본 연구결과에서 볼 때 기관내 삽관시 light wand를 사용하면 직접후두경과 마찬가지로 신속하게 삽입할 수 있음을 알 수 있다. 삽관소요시간에 관한 기존연구를 보면 염등은⁸⁾ 직접후두경이 16.8초, light wand가 14.5초였으며, Ellis등은⁴⁾ 각각 33초와 37초로 두 군의 차이는 없다고 보고하였다. Hung등의⁹⁾ 연구에서는 기도의 해부학적 특성에 따라 light wand의 삽관소요시간이 달라졌는데 기관내 삽관이 용이할 것으로 예측했던 군에서는 19.7 ± 13.5 초, 어려울 것으로 예측했던 군은 25.7 ± 20.1 초의 시간이 소요되었다. 이에 비해 여자 환자만을 대상으로 했던 한등은¹⁰⁾ 삽관소요시간이 매우 짧았으며 같은 군에서의 환자간의 차이도 거의 없어서 4.3 ± 0.5 초와 3.9 ± 0.6 초였으며 직접후두경보다 light wand의 삽관소요시간이 더 짧았다고 보고하였다. 이렇듯 기관내 삽관에 소요되는 시간이 연구자에 따라 조금씩 다른 이유는

시술자 수기에 의한 영향도 있겠지만 삽관소요시간의 시작과 끝지점에 대한 정의가 서로 같지 않고 연구 대상의 분포가 다르기 때문으로 생각된다. 본 연구에서의 삽관소요시간은 시술자가 기구를 손에 든 시점으로부터 기관내 튜브가 기관내로 삽입된 시점까지로 정의하였다. 이에 비해 염등은⁸⁾ 안면마스크를 제거한 시점에서부터 기관내 삽관이 완료된 시점까지, Ellis는⁴⁾ 안면마스크를 제거한 시점에서부터 굴곡성 튜브와의 연결 시점까지를 삽관소요시간으로 하였기 때문에 더 많은 시간이 소요된 것처럼 보인다.

첫 시도에서 실패하고 재시도에서 성공한 경우의 삽관소요시간을 살펴보면 D군이 115.3초, L군이 36초로서 많은 차이를 보였다. 또한 가장 짧았던 소요시간에 대한 가장 긴 소요시간의 비율을 보면 L군이 7.0배인데 비해 D군은 17.7배로서 직접후두경이 light wand보다 환자별 차이가 더 큼을 알 수 있다. 기관내 삽관이 어려웠던 경우만을 따로 비교하기에는 표본수가 크지 않아서 일반화시키는데 무리가 따르지만, 하악위축, 경부 신전장애 등 환자의 해부학적 구조로 인해 직접후두경에 의한 기관내 삽관이 어려울 것으로 예측될 때 light wand를 선택하는 것이 더 좋을 수 있다는 가능성을 보여준다.

기관내 삽관시 제일 중요한 것은 성공률이다. 기관내 삽관 첫 시도에서의 성공률을 비교하면 직접후두경은 93.3%이고 light wand는 96.7%로서 차이가 없었다. 그런데 light wand의 실패원인은 환자에게 있지 않고 기구의 접촉불량 때문이었으며, 직접후두경으로 실패했던 환자에서 light wand를 사용하여 성공하였으므로 연구대상수를 늘리거나 기관내 삽관이 어려운 해부학적 구조를 가진 환자들을 대상으로 한다면 다른 결과가 나올 것으로 기대된다.

기도확보가 어려운 경우(difficult airway)는 기관내 삽관이 어려운 경우(difficult intubation)와 꼭 일치하지 않으며,¹¹⁾ 안면마스크로는 기도가 잘 유지되는데도 불구하고 기관내 삽관이 안되는 해부학적 구조를 가진 환자가 더러 있다. 그러므로 마취전 환자를 평가할 때 기관내 삽관이 어려울 것으로 예상된다면, 그 환자의 해부학적 구조에 영향을 적게 받는 기구를 선택해야 성공률을 높일 수 있다. 사용기구에 따라 기관내 삽관의 성공률이 달라질 수 있기 때문이다. 직접후두경에 영향을 주는 해부학적 구조는 비만, 개구정도(mouth opening), 경부신전여부, 목의 굵

기 및 길이, 하악후퇴증, TMD, 돌출된 앞니, 손상된 치아, 인두의 구조물 등이 있다.^{1,12)} Light wand는 목을 신전하지 않고, 입을 조금만 벌린 상태에서 맹목(blind technique)으로 하기 때문에 많은 해부학적 장애물들로부터 자유로울 수 있다.¹³⁾ 목이 너무 굽거나, 종양 등으로 인해 빛이 통과되지 못하는 경우에만 사용이 제한될 뿐¹⁴⁾ 거의 대부분의 환자에서 사용이 가능하다.

본 연구에서는 직접후두경과 light wand를 사용할 때 TTI에 영향을 미칠 수 있는 주요인자로 TMD를 측정하였으며 이들의 상관관계를 알아보았다. 그 결과 대상환자 전체에서는 두 군 모두 상관관계가 없었지만 목이 짧았던(TMD < 7 cm) 환자에서는 L군에서만 상관관계를 보였다. 이는 light wand를 사용한 경우, TMD가 어느 정도까지는 삽관소요시간에 영향을 미치지 않지만 어느 이하로 작아지게 되면 기관내 삽관에 더 많은 시간이 소요되었음을 의미한다. 본 연구에서는 light wand가 삽입된 기관내튜브의 꺾는 위치를 항상 cuff 기시부로 고정하였는데 튜브 끝에서부터의 길이가 약 7 cm이므로 이의 영향도 있으리라 생각된다. 만약 TMD가 짧은 환자인 경우 TMD에 맞추어 기관내튜브의 꺾는 위치를 조절해 준다면, 삽관소요시간은 TMD로부터 자유로울 수 있으며 그로 인해 시간이 더 단축될 수 있을 것이다. 그런데 D군의 경우, 통계적으로는 TMD와 TTI의 상관관계가 없었지만 이것이 직접후두경이 TMD의 영향을 전혀 받지 않는다는 것을 의미하지는 않는다. 왜냐하면 직접후두경에 영향을 미치는 다른 해부학적 구조의 교란효과를 배제하지 못한 결과일 수 있기 때문이다.

기관내 삽관 후 혈압과 심박수가 증가하는 이유는 물리적 자극에 인한 교감신경계의 활성화 때문이며, epinephrine의 증가보다는 norepinephrine과 stress hormone의 증가에 의한 것이다.¹⁵⁻¹⁷⁾ 마취방법이 다르면 catecholamine의 반응 양상이 달라질 수 있는데¹⁸⁾ Pernstorfer등은¹⁵⁾ 직접후두경을 사용했을 때보다 삽관소요시간이 더 길어도 아무 기구없이 맹목적인 방법으로 기관내 삽관을 시행했을 때 혈압 및 심박수가 더 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 직접후두경을 사용한 군에서 혈압상승이 더 컸는데 후두개와(vallecula)를 견인하는 것 자체가 커다란 자극으로 작용했기 때문이며, light wand를 사용하면 후두개와

에 대한 자극의 강도가 약하고 지속적이지 않으며 삽관소요시간도 길지 않으므로 혈압 및 심박수의 변화가 적은 것으로 생각된다.

결론적으로 light wand는 기존의 직접후두경과 마찬가지로 시술이 용이하고 삽관소요시간이 짧으며, 혈압 및 심박수에 대한 영향은 직접후두경보다 작으므로 light wand의 금기상황이 되지 않는 한 일반환자는 물론 심혈관계가 불안정한 환자와 입을 크게 벌릴 수 없거나 경부신전이 불가능한 환자에서 매우 유용한 기구이다.

참 고 문 헌

1. Hung OR, Pytka S, Morris I, Murphy M, Launcelott G, Stevens S, et al: Clinical trial of a new light wand device (Trachlight) to intubate the trachea. *Anesthesiology* 1995; 83: 509-14.
2. Van der Linde JC, Roelofse JA, Steenkamp EC: Anatomical factors relating to difficult intubation. *Sa Med J* 1983; 63: 976-7.
3. Deller A, Schreiber MN, Gramer J, Ahnefeld FW: Difficult intubation: Incidence and predictability. A prospective study of 8284 adult patients. *Anesthesiology* 1990; 73: A1054.
4. Ellis DG, Jakymec A, Kaplan RM, Stewart RD, Freeman JA, Bleyaert A, et al: Guided orotracheal intubation in the operating room using a lighted stylet: A comparison with direct laryngoscopic technique. *Anesthesiology* 1986; 64: 823-6.
5. Butler PJ, Dhara SS: Prediction of difficult laryngoscope: An assessment of the thyromental distance and Mallampati predictive test. *Anaesth Intens Care* 1992; 20: 139-42.
6. Benumof JL: Management of the difficult adult airway with special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1991; 75: 1087-110.
7. Hung OR, Stewart RD: Lightwand intubation: I-A new lightwand device. *Can J Anaesth* 1995; 42: 820-5.
8. 영광원, 오용석, 오승은: Lightwand와 후두경을 이용한 기관삽관법이 혈역학 및 합병증에 미치는 영향의 비교연구. 대한마취과학회지 1995; 28: 203-9.
9. Hung OR, Pytka S, Morris I, Murphy M, Stewart RD: Lightwand intubation: II-Clinical trial of a new lightwand for tracheal intubation in patients with difficult airways. *Can J Anaesth* 1995; 42: 826-30.
10. 한성희, 이윤석, 허 진, 오용석: 기관내 삽관시 광봉 또는 직접후두경의 사용에 따른 혈압과 심박수의 변화. 대

한마취과학회지 1997; 33: 858-63.

11. Berberich JJ: Intubation by use of the light wand. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 581.
 12. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P: Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth* 1988; 61: 211-6.
 13. Holzman RS, Nargozian CD, Florence FB: Lightwand intubation in children with abnormal upper airways. *Anesthesiology* 1988; 69: 784-7.
 14. Weis RF, Hatton MN: Intubation by use of the light wand: Experience in 253 patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47: 577-80.
 15. Pernerstorfer T, Krafft P, Fitzgerald RD, Krenn CG, Chiari A, Wagner O, et al: Stress response to tracheal intubation: direct laryngoscope compared with blind oral intubation. *Anaesthesia* 1995; 50: 17-22.
 16. Russell WJ, Morris RG, Frewin DB, Drew SE: Changes in plasma catecholamine concentrations during endotracheal intubation. *Br J Anaesth* 1981; 53: 837-9.
 17. Derbyshire DR, Chmielewski A, Fell D, Vater M, Achola K, Smithe G: Plasma catecholamine responses to tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1983; 55: 855-60.
 18. Chr/Emmer-Jorgensen B, Hertel S, Strom J, Hoilund-Carlson PF, Bjerre-Jepsen K: Catecholamine response to laryngoscope and intubation. *Anaesthesia* 1992; 47: 750-6.
-