

개에서 Laryngeal Mask Airway의 임상적 효용성에 관한 연구

김용훈 · 이주명 · 정종태¹

Study on Clinical Utility of the Laryngeal Mask Airway in Dogs

Yong-hoon Kim, Joo-myung Lee and Jongtae Cheong¹

Department of Veterinary Medicine, Cheju National University, Jeju, Korea

Abstract: This experiment was conducted in order to identify the effect of the laryngeal mask airway and its clinical utility on cardiovascular system, intraocular pressure and stress reaction at the time of anesthesia care. The heart rate, systolic arterial pressure, diastolic arterial pressure and intraocular pressure were significantly reduced in the experimental group to be compared with the control group. But, there were no significant differences in mean arterial pressure, central venous pressure and blood cortisol concentration between both groups. In view of the above results, it is thought that the airway management using the laryngeal mask airway will be useful to reduce the stress condition in the induction of anesthesia.

Key words : LMA(laryngeal mask airway), ETT(endotracheal tube), cardiovascular system, intraocular pressure, stress reaction, dog.

서 론

현재 소동물 마취시에 흔히 사용되고 있는 기관내 삽관 방법은 마취시 기도 확보 뿐만 아니라 기도내 분비물 제거, 호흡 조절, 고농도의 산소 투여 등 많은 장점이 있지만 이러한 기관내 삽관에 의하여 다양한 혈액학적 변화가 나타날 수 있다. 이 방법은 후두경의 사용과 기도내 튜브의 유지로 인해 교감신경계가 자극되어 혈장 catecholamine 농도를 증가시키고¹⁶, 혈압 상승과 함께 심박수 증가를 유발하며¹⁹, 고혈압, 빈맥, 부정맥 등의 혈액학적 변화를 초래한다^{8,10}. 특히, 후두경 낄이 인두와 후두개를 자극하고 기관 튜브의 삽관과 기관 튜브 커프의 팽창에 의해 기관이 직접 자극되어 심혈관계에 더욱 영향을 미친다^{7,23}. 기관내 삽관으로 인한 합병증으로는 육이중, 접촉 궤양, 성문하 막형성, 성문하 부종, 기관염, 성대 출혈, 기관 식도 천공, 인후통, 애성, 동통, 연하곤란, 무성, 인후 궤양 등이 있다⁷.

후두마스크는 Archie Brain에 의해 1981년 개발되었으며 종래의 기관내 튜브를 삽관하는 방법과는 달리 후두 입구 부분에 후두마스크를 넣고 이 마스크 주위의 커프에 공기를 주입하여 후두에 밀착시키는 방법이다^{2,11}. 즉, 기관내로 삽관하지 않으므로 성대 또는 상부 식도괄약근을 지나지 않아 이 부위의 손상이 없고 식도와 성대가 불필요하게 열리거나 닫힌 상태를 유지할 필요가 없으므로 인두 후두부의 손상을 줄일 수 있고³, 후두경을 사용하지 않고 삽입할 수 있으며, 기도를 자극하지 않으므로 심혈관계의 반응을 둔화시킬 수 있고⁴, 점막섬모 운동의 장애가 없어 점막의 분비물도 감소

시킬 수 있다².

본 연구는 인의에서 전신마취 관리에 있어 기도 유지 및 마취 가스 및 산소 공급 통로의 방법으로 이용되고 있는 후두마스크를 개에 적용시켜 그 임상적 효용성을 알아보기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

실험동물

실험 동물로는 체중 4-7 kg, 1-3년령의 건강한 잡종견 14두를 암수 구별없이 사용하였다. 실험 동물을 실험군(LMA: laryngeal mask airway 삽입군)과 대조군(ETT: endotracheal tube 삽입군)으로 나누고 각각의 군에 7두씩 배치하였다.

Vascular Cannulation

본 실험 24시간 전에 평균 동맥압, 수축기 동맥압, 확장기 동맥압, 중심 정맥압을 측정하고자 총경동맥과 경정맥에 각각 일반적인 방법으로 vascular cannulation을 실시하였다.

마취 유도 후 삽관 및 삽입

각 군 모든 환측에게 마취 유도 10분 전에 atropine sulfate를 투여한 후 미리 장착한 cannula에 환측감시장치(Datex-Engstrom®, Instrumentarium Corp., Finland)를 연결하고 심전도(lead II)를 이용하여 심박수를 측정하였다.

마취 유도 전의 혈압과 심박수가 3분 이상 지속됨을 확인하고, thiopental sodium으로 유도하였다. 기관내 삽관은 표준형의 Macintosh laryngoscope blade와 5.5-6.5 mm의 polyethylene 재질의 삽관튜브를 사용하였으며, 후두마스크 삽입은 후두경을 사용하지 않고 후두마스크 1번(The Laryngeal

¹Corresponding author.
E-mail : cjt123@cheju.ac.kr

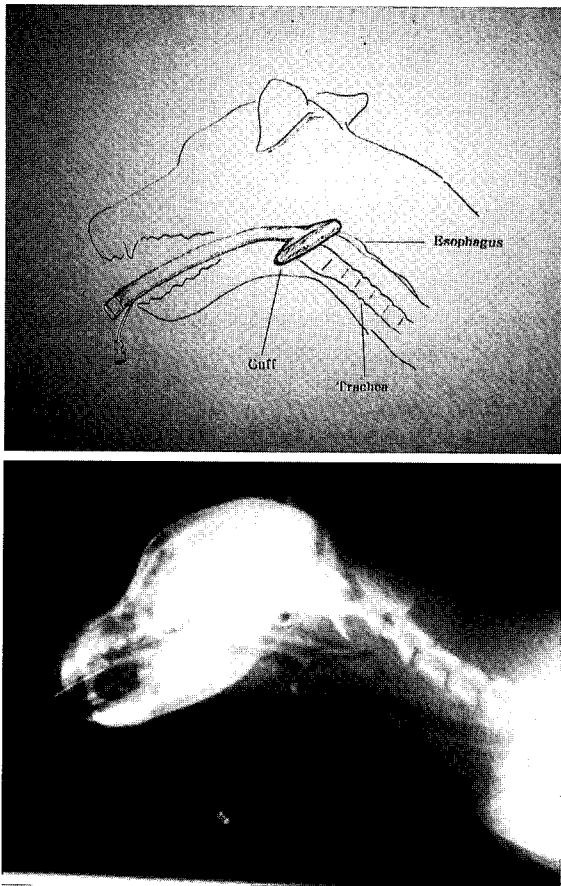


Fig 1. Diagram illustration (left) and X-ray correct placement (right) of an laryngeal mask airway in a dog.

Mask Co. Ltd, England)으로 삽입하였는데(Fig 1), 기관내 삽관과 후두마스크 삽입기술에 따른 영향을 배제하기 위해 1명의 시술자가 실시하였다. 마취 유지는 enflurane 1-2 vol %로 하였고 N₂O와 O₂를 각각 3 L/min씩 투여하였다.

측정방법

마취 유도 전, LMA 및 ETT 장착 직후, 장착 후 1, 3, 5, 10분에 각각의 항목을 측정하였다.

심혈관계 관련수치 측정

총경동맥과 경정맥에 장착한 cannula와 연결된 환측감시장치(Datex-Engstrom®, Instrumentarium Corp., Finland)를 이용하여 평균 동맥압, 수축기 동맥압, 확장기 동맥압, 중심 정맥압을 측정하고 심전도(lead II)를 이용하여 심박수를 측정하였다.

안압 측정

우안의 각막에 Schiøtz tonometer(Medton Co, Germany)를 이용하여 시술자 1인이 측정하였으며, 2회 측정 후 그 평균값을 실험값으로 취하였다. 그 결과는 nomogram을 이용하여 tonometric data로 환산한 후 mmHg로 표시하였다.

혈청 cortisol 농도 측정

혈청 cortisol 농도의 측정을 위한 채혈을 총경동맥에 장착한 cannula에서 4 ml 채혈하였다. 채혈된 혈액은 항응고 처리가 되지 않은 시험관에 옮겨 원심 분리(3,000 rpm, 10 분)를 실시하여 혈청을 분리한 후, 생화학적 검사를 실시하였다. 혈청은 -72°C에서 보관 후 ELISA Kit(Neogen Corp., USA)를 이용하여 측정하였다.

통계 처리

통계 처리는 Student t-test를 이용하여 P값이 0.05 미만인 것을 통계적으로 유의성 있는 것으로 판단하였다.

결 과

심박수의 변화

대조군에 비해 실험군에서 LMA 삽입 직후, 삽입 후 1, 3, 5, 10분에 심박수가 유의성 있게 낮게 측정되었다(Fig 2).

평균 동맥압의 변화

대조군에 비해 실험군의 평균 동맥압이 전체 실험기간 동안 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의성은 관찰되지 않았다(Fig 3).

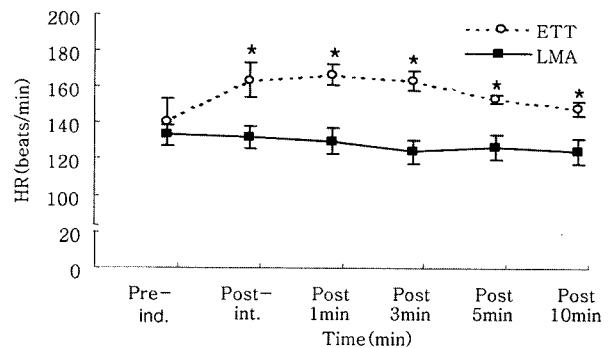


Fig 2. Change in the heart rate according to the time.

*: significance in two groups (p<0.05).

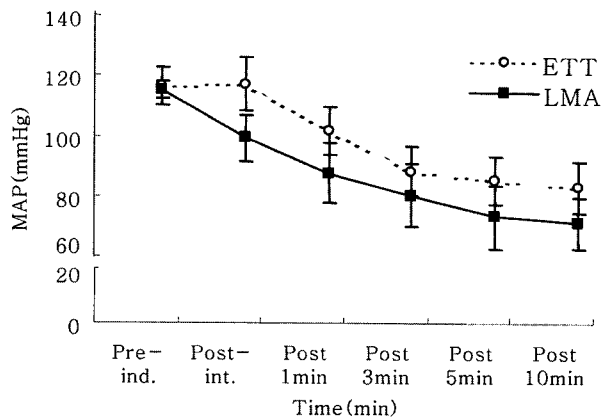


Fig 3. Change in the mean arterial blood pressure according to the time.

수축기 동맥압의 변화

대조군에 비해 실험군에서 LMA 삽입 직후에 유의성 있게 낮게 측정되었으나, 삽입 후 1, 3, 5, 10분에는 두 군 간에 유의성이 관찰되지 않았다(Fig 4).

확장기 동맥압의 변화

대조군에 비해 실험군에서 LMA 삽입 직후 및 삽입 후 1분에서 확장기 동맥압이 유의성 있게 낮게 측정되었으나, 삽입 후 3, 5, 10분에는 두 군 간에 유의성이 관찰되지 않았다(Fig 5).

중심 정맥압의 변화

LMA 및 ETT 장착 직후를 제외한 장착 후 1, 3, 5, 10분에는 대조군에 비해 실험군에서 중심 정맥압이 높게 나타났으나, 두 군 간의 유의성은 관찰되지 않았다(Fig 6).

안압의 변화

대조군에 비해 실험군에서 LMA 삽입 직후, 삽입 후 1, 3분에 안압이 유의성 있게 낮게 측정되었으며, 삽입 후 5, 10분에는 대조군에 비해 실험군의 안압이 낮게 측정되었으

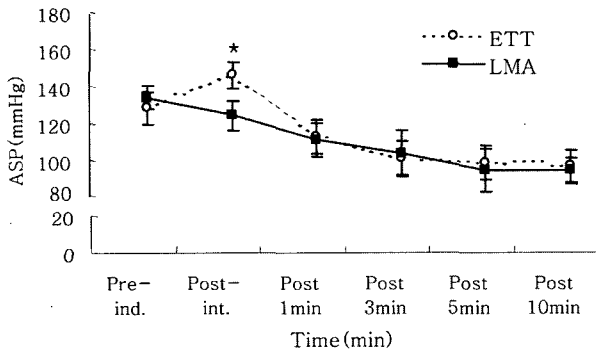


Fig 4. Change in the arterial systolic blood pressure according to the time.

*: significance in two groups ($p < 0.05$).

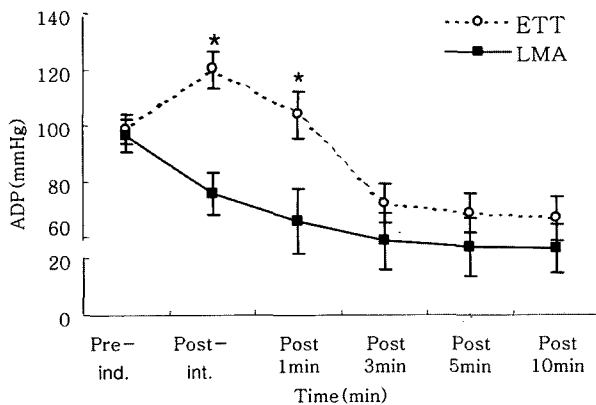


Fig 5. Change in the arterial diastolic blood pressure according to the time.

*: significance in two groups ($p < 0.05$).

나, 유의성은 관찰되지 않았다(Fig 7).

혈청 cortisol의 변화

대조군에 비해 실험군에서 LMA 삽입 1, 3, 5, 10분에 낮게 측정되었으나, 유의성은 관찰되지 않았다(Fig 8).

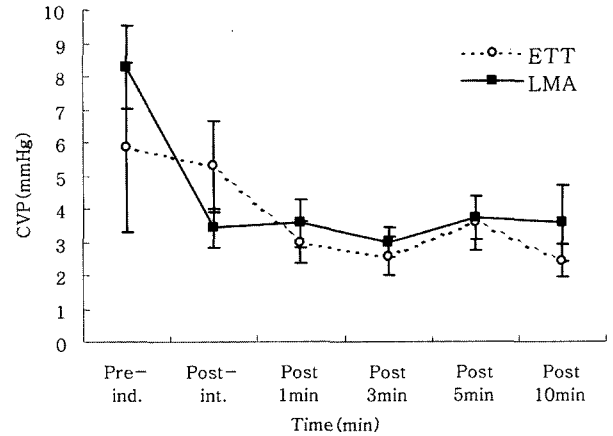


Fig 6. Change in the central venous pressure according to the time.

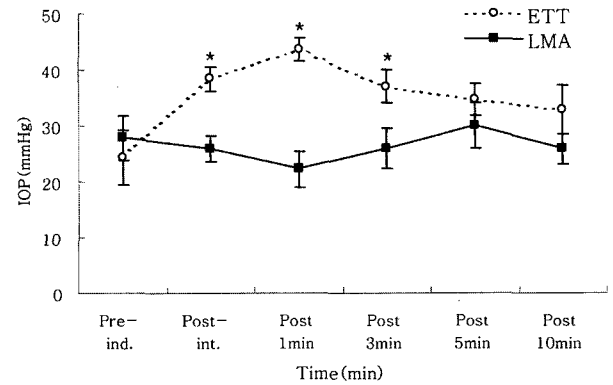


Fig 7. Change in the intraocular pressure according to the time. *: significance in two groups ($p < 0.05$).

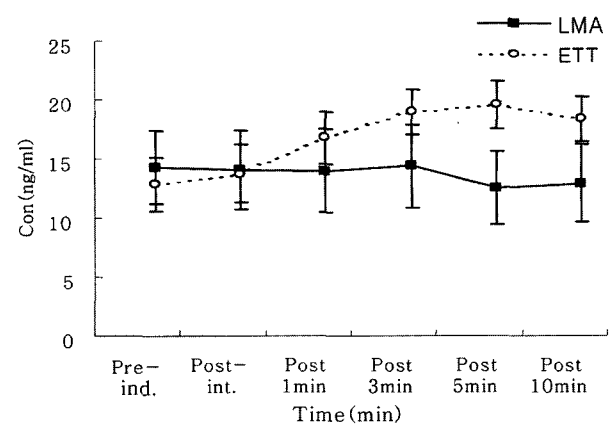


Fig 8. Change in the serum cortisol concentration according to the time.

고 찰

안압이 증가되는 기전은 혈압 및 중심 정맥압의 상승, 안구내 혈관 긴장도 증가, 교감신경자극에 의한 방수배출 등과 관련이 있으며¹³, 마스크 압박, 후두경 거치 및 기관내 삽관, 저산소증, 과이산화탄소 혈증, 기침 등도 안압증가와 관련될 수 있다²¹. 관통성 안손상이나 녹내장, 백내장 등의 안압이 증가된 경우에 기관내 삽관에 의한 과도한 안압의 상승은 심각한 합병증을 초래할 수 있으며²², 폐쇄우각형 녹내장 시에는 단시간에 약간의 안압이 증가되더라도 optic disc 허혈이 초래되어 실명할 수 있다.¹² 후두마스크는 이러한 기관내 삽관에 따른 교감신경반응을 감소시키고 안압의 증가도 감소시키므로 기관내 삽관을 대체하여 그 사용이 증가하고 있다.⁷ 개에서의 정상 안압은 10-31 mmHg로 연구자에 따라 다양하지만,¹⁸ 본 연구에서는 정상 최고 안압을 30 mmHg로 설정하였다. Thiopental sodium 투여 후 평균 30%의 안압 감소가 관찰되었다는 보고가 있었으나,^{6,17} 본 실험에서는 마취제에 의한 안압 변화는 무시하였다.

본 실험에서 안압 측정 결과, 실험군에서의 LMA 삽입 직후, 삽입 후 1분 및 3분에 대조군에 비해 유의성 있게 안압이 낮게 측정되었다. 대조군은 ETT 삽관 직후 안압이 상승하기 시작하여 삽관 후 1분에 최고치에 이르렀으며, 그 이후 안압이 감소하기 시작하여 ETT 삽관 후 5분부터는 실험군과의 유의성이 관찰되지 않았다. 또한, 대조군은 정상 최고 안압인 30 mmHg를 초과하기도 하였으나, 실험군에서는 모든 측정기간 동안 30 mmHg 이하를 나타내었다. 즉, 후두마스크는 기관내 삽관튜브에 따른 교감신경 반응을 상대적으로 감소시키고, 안압의 증가를 억제한다는 사실을 알 수 있었다. 이러한 결과는 타 연구자의 보고와도 일치하였다.^{5,17,19}

Watcha 등¹⁹은 기관내 튜브 삽관(ETT) 후 5분까지 안압의 변동을 관찰한 결과, 기관내 튜브 삽관 후 15-30초 사이에 기준치보다 약 40% 증가되어 최대로 증가되고, 그 후 점차 감소되어 기관내 튜브 삽관 후 2분에는 기준치 이내에 도달되고, 그 후 계속 감소되었으며, 삽관 후 2-4분까지 안압의 변동과 더불어 심박수 및 혈압도 증가되었다가 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서도 삽관 후 1분에 최고치를 보인 후 감소하는 경향을 보였으며, 심박수도 모든 측정 기간 동안 두 군 간에 유의성 있는 결과를 보였다.

혈압과 맥박수 상승, 혈장내 norepinephrine 증가 등의 심혈관계 반응 기전은 교감신경계 자극에 의한 압력반응으로,¹⁶ 그 원인으로는 삽관 튜브의 커프 압력, 후두경 거치 및 기관내 삽관 등이 있다. 또한, 안압 증가 원인도 삽관 튜브의 커프 압력, 후두경 거치 및 ETT 때문이라고 보고하였는데,²⁰ 이는 안압과 심혈관계 반응사이에는 긴밀한 관계가 있음을 의미한다. 이러한 연구들을 고려한다면, LMA 삽입방법은 상당한 장점을 가진다고 판단되는데, 본 연구도 이와 일치하는 결과를 보였다. 본 연구의 심박수 측정결과에서도, 실험군은 측정 기간동안 전체적으로 큰 변화없이 정상 심박수 내에서 측정되었지만, 대조군은 ETT 삽관 직후부터 상승하여 삽관

후 10분까지 실험군에 비해 유의성 있게 높은 수치를 나타내었다.

본 실험에서 대조군의 수축기 동맥압은 ETT 삽관 직전 131 mmHg에서 삽관 직후에 148 mmHg로 상승한 후 시간경과에 따라 감소하면서 안정화된 반면, 실험군에서는 LMA 삽입 직전 136 mmHg에서 시간 경과에 따라 지속적으로 감소하면서 안정화되었다. 확장기 동맥압은 대조군에서 ETT 삽관 직전 99 mmHg에서 삽관 직후 120 mmHg로 상승한 후, 시간 경과에 따라 감소하여 안정화되면서 삽관 10분 후에는 66 mmHg를 나타내었지만, 실험군에서는 LMA 삽입 직전 97 mmHg에서 시간경과에 따라 지속적으로 감소하여 안정화되면서 삽입 후 10분 후에는 56 mmHg가 되었다. 즉, 안압, 수축기 동맥압, 확장기 동맥압이 유사한 압력변화 양상을 보임을 알 수 있었다.

안압과 중심 정맥압 사이에 유의성은 관찰되지 않았는데, 이는 안압을 상승시키는 원인으로 중심 정맥압보다 기관내 삽관 튜브의 커프 압력, 후두경 거치 및 기관내 삽관 등이 안압 상승에 더 큰 인자로 작용하였기 때문이라고 사료된다. Zimmerman 등²⁰은 후두경 거치와 기관내 삽관이 안압의 증가에 가장 큰 영향을 미친다고 보고하였다.

뇌에서 급성 생리적 stress를 인식하게 되면 시상하부-뇌하수체-부신으로 이어지는 시스템이 활성화되어 혈청 ACTH와 cortisol이 증가한다. 체액 중의 cortisol 농도는 동물과 사람에서 부신피질 기능항진증 및 저하증을 진단하는데 이용될 뿐만 아니라, 동물이나 사람에서 stress의 정도를 파악하기 위해서도 측정되는데,¹ 동물에서 수송 및 보정에 따른 stress 정도를 알기 위한 지표로서 cortisol 농도를 이용할 수 있다고도 하였다.⁹ 정상적인 개에서 조사된 혈중 cortisol 농도는 6.0-57.7 ng/ml로 연구자에 따라 다양하게 보고되어 있다.²⁴ Nguyen 등¹⁴은 혈중 cortisol 농도 변화에서 최초 혈중 cortisol 농도의 상승은 피부절개 후에 시작되며, 그 후 3시간 후에 최고치에 도달하고, 수술 후 48시간에 초기 수준으로 돌아온다고 하였다.

본 연구에서는 두 군 간에 cortisol 농도는 유의성 있는 변화를 보이지 않았고, 혈중 cortisol 농도 최고치가 측정된 시기는 대조군에서 삽관 후 5분으로 19.5 ng/ml로 측정되었는데, 이는 다른 연구자들의 측정수치에 비해 낮게 측정된 것이다. 또한, 두 군 간에 유의성이 없었던 이유는 기관내 튜브 삽관과 후두마스크 삽입이 충분한 스트레스 인자로서 부족하였을 가능성과 cortisol 측정 기간이 짧아서 유의성 있는 결과를 얻지 못하였을 가능성이 모두 있지만, 삽관 후 1분부터 삽관 후 10분까지 대조군에서 실험군보다 높은 경향을 보였으므로 후자의 가능성에 더욱 무게를 두고 있다.

후두마스크 사용시의 후두와의 불완전한 밀착은 가장 심각한 단점으로 생각되며, 이러한 경우에는 위내용물의 흡인이 가능하므로, 수술 전 금식이 매우 중요하며 불완전한 밀착을 방지하기 위해 수술 중 체위 변화를 최소화해야 할 것으로 사료된다. 후두마스크의 삽입 직후에 드물게 나타나는 약간의 공기누출은 두부와 경부의 신전과 굴절 등 체위 변

경으로 해결할 수 있지만 공기누출에 따른 위 팽만이 초래될 수 있으므로 세심한 주의가 필요하다.

Pennant와 White¹⁵는 금식이 지시되지 않은 경우, 후두종양이나 혈종과 같은 후두질환, 편측 폐 환기시, 기도저항이 증가되거나 폐 유순도가 감소된 경우 등을 제외하고는 거의 모든 전신 마취시 기도확보 및 유지에 사용할 수 있다고 하였다.

위의 결과로 미루어 전신마취 관리에 있어 기도 유지 및 마취가스와 산소의 공급통로를 위한 대체 기구인 후두마스크가 개에 있어서도 적용시킬 수 있음을 알 수 있고, 특히, 고혈압, 빈맥, 부정맥 등 심혈관계에 이상이 있는 환축이나 기관 절개술, 기도내 중앙, 안압의 증가를 보이는 녹내장과 백내장 수술의 환축에서 매우 유용할 것으로 사료된다.

결 론

전신마취시에 기도 유지 및 마취 가스와 산소 공급 통로의 방법으로 이용되고 있는 후두마스크를 개에 적용시켜 그 임상적 효용성을 알아보기로, 체중 4-7 kg, 1-3년령의 건강한 잡종견 14두를 각각 7두씩 실험군과 대조군으로 나누어 실험군에는 LMA를 삽입하였고 대조군에는 ETT를 삽입하여 심박수, 평균 동맥압, 수축기 동맥압, 확장기 동맥압, 중심 정맥압, 안압, 혈중 cortisol 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

심박수의 변화는 실험군에서 삽입 직후, 삽입 후 1, 3, 5, 10분에 유의성 있는 감소를 보였으며($p < 0.05$), 수축기 동맥압의 변화는 실험군에서 LMA 삽입 직후에, 확장기 동맥압은 실험군에서 LMA 삽입 직후와 삽입 후 1분에 각각 유의성 있는 감소를 보였다($p < 0.05$). 안압의 변화에서는 실험군에서 LMA 삽입 직후, 삽입 후 1분, 3분에 대조군에 비해 유의성 있는($p < 0.05$) 감소를 보였다. 평균 동맥압과 중심 정맥압 그리고 혈청 cortisol 농도에서는 두 군 간에 유의성 있는 변화는 없었다.

이상의 결과로 보아 개에서 마취 관리에 있어 LMA는 ETT보다 심혈관계의 변화 및 안압을 유의성 있게 낮게 유지할 수 있음을 보여주었으며 특히, 녹내장, 백내장 등의 안압이 증가된 경우와 심혈관계 질환이 있는 환축인 경우에 유용하게 사용될 수 있을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- Benjamins C, Asscheman H, Scuurs AH. Increased salivary cortisol in severe dental anxiety. *Psychophysiology*. 1992; 29: 302-305.
- Brain AIJ. The laryngeal mask-A new concept in airway management. *Br J Anaesth*. 1983; 55: 801-805.
- Brain AIJ. The development of the laryngeal mask-A brief history of the invention, early clinical studies and experimental work from which the laryngeal mask evolved. *Eur J Anaesth*. 1991; 4: 5-17.
- Braude N, Clements EAF, Hodges UM, Andrews BP. The pressor response and laryngeal mask insertion. A comparison with tracheal intubation. *Anaesthesia*. 1989; 44: 551-554.
- Brimacombe J. 1995. The advantage of the LMA over the tracheal tube or facemask: A meta-analysis. *Can J Anaesth*. 1995; 42: 1017-1023.
- Calla S, Gupta N, Sen N, Garg IP. 1987. Comparison of the effects of etomidate and thiopentone on intraocular pressure. *Br J Anaesth*. 1987; 59: 437-439.
- David MS, Michael JB, Jochen FD, Bruce FC. Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anesthesia. *Anesthesiology*. 1987; 67: 419-421.
- Derbyshire DR, Smith G. Sympathoadrenal response to anaesthesia and surgery. *Br J Anaesth*. 1984; 56: 725-739.
- Greenwood PL, Shutt DA. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. *Aust Vet J*. 1992; 69: 161-163.
- Hickey S, Cameron AE, Asbury AJ. Cardiovascular response to insertion of Brain's laryngeal mask. *Anaesthesia*. 1990; 45: 629-633.
- Imal M, Matsumura C, Hanaoka Y, Kemmotsu O. Comparison of cardiovascular response to airway management: Fiberoptic intubation using a new adapter, laryngeal mask insertion, or conventional laryngoscopic intubation. *J Clin Anesth*. 1995; 7: 14-18.
- Lamb K, James MFM, Janicki PK. The laryngeal mask airway for intraocular surgery: Effects on intraocular pressure and stress response. *Br J Anaesth*. 1992; 69: 143-147.
- Murphy DF. Anesthesia and intraocular pressure. *Anesth Analg*. 1985; 64: 520-530.
- Nguyen NT, Goldman CD, Ho HS, Gosselin RC, Singh A, Wolfe BM. Systemic stress response after laparoscopic and open gastric bypass. *J Am Coll Surg*. 2002; 194: 557-567.
- Pennant JH, White PF. The laryngeal mask airway. It is uses in anesthesiology. *Anesthesiology*. 1993; 79: 144-163.
- Russell WJ, Morris RG, Frewin DB, Drew SE. Change in plasma catecholamine concentration during endotracheal intubation. *Br J Anaesth*. 1981; 53: 837-839.
- Shribman AJ, Smith G, Achola KJ. Cardiovascular and catecholamine response to laryngoscopy with and without tracheal intubation. *Br J Anaesth*. 1987; 59: 295-299.
- Slatter D. *Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders. 2001: 106.
- Watcha MF, White PF, Tyehsen L, Stevens JL. Comparative effects of laryngeal mask airway and endotracheal tube insertion on intraocular pressure in children. *Anesth Analg*. 1992; 75: 355-360.
- Zimmerman AA, Funk KJ, Tidwell JL. Propofol and alfentanil prevent the increase in intraocular pressure caused by succinylcholine and endotracheal intubation during a rapid sequence induction of anesthesia. *Anesth Analg*. 1996; 83: 814-817.
- 김상현, 이선학, 심세홍, 김진수, 박수달, 김천숙, 안기량.

- Etomidate, Propofol 및 Thiopental Sodium을 이용한 마취 유도시 안압에 미치는 영향. 대한마취과학회지. 2000; 39: 309-313.
22. 김재완, 김윤희, 이상웅, 최세진. Etomidate와 Thiopental 이 Succinylcholine을 사용한 기관내 삽관시 안압에 미치는 영향. 대한마취과학회지. 2001; 41: 153-158.
23. 김현수, 남현우, 김윤희. 고혈압 환자에서 마취유도 후 후두마스크 ProSealTM과 기관튜브 삽관 시 활력징후의 최대 변화의 비교. 대한마취과학회지. 2002; 43: 145-149.
24. 나기정, 이창우. ELISA를 이용한 cortisol 측정법의 정립 및 임상적 응용. 대한수의학회지. 1996; 36: 731-741.