

## 전신마취시 후두마스크 삽관과 기관내튜브 삽관시 Thoracic Electrical Bioimpedance법을 이용한 혈역학변화의 비교

계명대학교 의과대학 마취과학교실

### 유 한 목·김 진 모·전 재 규

= Abstract =

#### Comparison of Hemodynamic Changes by the Thoracic Electrical Bioimpedance Device during Endotracheal Intubation or Insertion of Laryngeal Mask Airway in General Anesthesia

Han Mok You, M.D., Jin Mo Kim, M.D. and Jae Kyu Cheun, M.D.

Department of Anesthesiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

**Introduction:** we measured the hemodynamic changes by the thoracic electrical bioimpedance(TEB) device during induction of anesthesia, endotracheal intubation or insertion of laryngeal mask airway (LMA). This TEB device is safe, reliable and estimate continuously and invasively hemodynamic variables.

**Methods:** We measured the cardiovascular response of endotracheal intubation or that of LMA insertion in thirty ASA class I patients. General anesthesia was induced with injection of fentanyl 1 µg/kg, thiopental sodium 5 mg/kg and vecuronium 1 mg/kg intravenously. Controlled ventilation was for 3 minutes with inhalation of 50% nitrous oxide and 1.5 vol% of enflurane before tracheal intubation or LMA insertion in all patients. The patient was randomly assinged to either tracheal intubation group(ET group) or laryngeal mask airway group(LMA group). Heart rate(HR), mean arterial pressure(MAP), systemic vascular resistance(SVR), stroke index(SI) and cardiac index(CI) were measured to pre-induction, pre-intubation, 1 minute after intubation, 2 minute, 3 minute, 5 minute, 7 minute.

**Results:** MAP and SVR were decreased effectively LMA group than ET group during 1 minute after intubation, 2 minute, 3 minute, 5 minute, 7 minute( $p < 0.05$ ). HR was decreased effectively LMA group than ET group between pre-induction and 1 minute after intubation, between 1 minute after intubation and 2 minute after intubation( $p < 0.05$ ). But, SI and CI were no difference between ET group and LMA group during induction of anesthesia and intubation( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The insertion of LMA is beneficial for certain patients than endotracheal tube to avoid harmful cardiovascular response in the management of airway during anesthesia.

---

**Key Words:** Anesthetic technique: endotracheal intubation; laryngeal mask airway. Monitoring: thoracic electrical bioimpedance.

## 서 론

기도유지의 목적으로 중환자관리나 전신마취시 시행하는 후두경하 기관내튜브의 삼관은 교감신경계의 자극으로 혈장 catecholamine의 농도를 증가시켜 심박수 및 혈압상승 등으로 인한 혈역학적 변화에 대한 많은 보고<sup>1~4)</sup>들이 있었다. 이러한 혈역학적 변화는 고혈압, 관상동맥질환, 뇌혈관질환의 환자의 경우 기관내삽관후 혈역학적 변화로 정상인과는 다르게 위험을 초래할 수 있다<sup>1)</sup>. 그래서 이러한 혈역학적인 변화를 둔화시켜 심혈관계를 안정화시키려는 많은 보고<sup>4~9)</sup>들도 있었다. 1983년 영국의 Brain<sup>12,13)</sup>이 laryngeal mask airway(LMA)를 기관내삽관을 실패한(failed intubation) 환자에게 처음으로 사용하였으며, 이러한 후두마스크(LMA)는 기관내삽관과는 다르게 후두경을 사용하지 않고 시술할 수 있어서 치아를 손상시킬 가능성을 배제할 수 있고, 인후통을 감소시키며, 심혈관계 반응을 최소화하여, 간편하며 근육이완제를 요구하지 아니하는 등의 장점<sup>14)</sup>으로 점차적으로 많이 사용하고 있다. 본 연구에서 저자들은 thoracic electrical bioimpedance법을 이용한 non-invasive cardiac output monitor(CardioDynamics Bioz System, U.S.A)를 이용해서 마취유도시 후두경하 기관내튜브의 삼관과 후두마스크 삼관시의 혈역학적 변화를 비교하고자 한다.

## 대상 및 방법

본원에서 수술하는 성인환자를 대상으로 고혈압, 관상동맥질환, 뇌혈관질환이 없는 ASA Class I인 환자 30명 중 기관내 삼관군(ET군)과 후두마스크 삼관군(LMA군) 각각 15명을 대상으로 하였다(Table 1). 환자는 수술실 도착 30분 전에 마취 전 처치로 nalbuphine 0.1 mg/kg, midazolam 0.05 mg/kg, glycopyrrolate 0.2 mg을 근주하였다. 수술실 도착 직후 심전도를 부착한 후 lead II를 관찰하였으며 비 침습적 자동혈압 측정기(HP M1205A omnicare, Germany)를 이용하여 평균 동맥압을 측정하고 bioimpedance법을 이용한 CardioDynamics Bioz System를 이용하여 심박수, 일회박출지수(SI), 심박출지수(CI), 전신혈관저항(SVR)을 측정하였다. 마취유도는 fentanyl 1 µg/kg를 근주

Table 1. Demographic Data

|            | ET group        | LMA group       |
|------------|-----------------|-----------------|
| Number(n)  | 15              | 15              |
| Age(years) | $40.0 \pm 11.2$ | $31.0 \pm 7.7$  |
| Height(cm) | $162.4 \pm 7.1$ | $165.1 \pm 6.8$ |
| Weight(kg) | $58.5 \pm 8.9$  | $56.0 \pm 6.7$  |

All the values are expressed as mean  $\pm$  SD. ET group: endotracheal group, LMA group: laryngeal, mask airway group

하고 2분후에 thiopental sodium 5 mg/kg를 근주하여 의식소실 후 vecuronium 1 mg/kg을 근주하고  $N_2O/O_2$  3 l/3 l와 enflurane 1.5 Vol%로 안면마스크를 이용해서 3분동안 조절호흡을 시행한후 ET군은 후두경을 사용하여 기관내튜브(여자는 7 mm, 남자는 7.5 mm)를 기도내로 삼관하였으며 LMA군은 후두마스크(여자는 #3, 남자는 #4)를 구강내로 삽입하였다. 기관내튜브와 후두마스크 거치후 vecuronium 1 mg/kg를 정주하고 산소 3 l/min, 이산화질소 3 l/min, 흡입마취제(enflurane) 1 Vol%로 양압조절호흡( $V_T=10$  ml/kg, RR=10회)을 시행하였다. 혈역학적 계수의 측정은 마취유도전, 기관내 튜브와 후두마스크 삼관전, 삼관후 1분, 2분, 3분, 5분, 7분때의 심박수(HR), 평균동맥압(MAP), 일회박출지수(SI), 심박출지수(CI), 전신혈관저항(SVR)을 측정하였다. 각각 측정치는 mean  $\pm$  SD으로 표시하였으며 대조군(기관내 삼관군)과 후두마스크 군 간의 시기별 측정지간의 비교는 unpaired t-test를 사용하였으며 각군의 한 시기와 다음시기 사이 측정치를 군간의 비교는 repeat ANOVA test를 이용하였다.

## 결 과

### 1) 심박수(HR), 평균동맥압(MAP), 전신혈관저항(SVR)의 비교(Fig. 1)

심박수는 두군 간의 시기별 비교는 유의한 차이가 없었으나 삼관전과 삼관후 1분간(ET군:  $74 \pm 14$  vs  $95 \pm 13$  beat/min, LMA군:  $84 \pm 8$  vs  $90 \pm 8$  beat /min, mean  $\pm$  SD)과 삼관후 1분과 삼관후 2분간(ET군:  $95 \pm 13$  vs  $87 \pm 14$  beat/min, LMA군:  $90 \pm 8$  vs  $87 \pm 7$  beat/min, mean  $\pm$  SD)에서 기관내 삼관군에 비해 후두마스크군에서 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 평균

동맥압과 전신혈관저항은 각각 삽관후 1분, 2분, 3분, 5분, 7분 각 시기별로 기관내 삽관군에 비해 후두마스크군에서 유의하게 감소하였으며( $p<0.05$ ), 평균동맥압은 삽관전과 삽관후 1분간(ET군:  $72\pm13$  vs  $108\pm15$  mmHg, LMA군:  $68\pm10$  vs  $77\pm14$  mmHg, mean $\pm$  SD), 삽관후 1분과 삽관후 2분간(ET군:  $108\pm14$  vs  $93\pm14$  mmHg, LMA군:  $77\pm14$  vs  $75\pm8$  mmHg,

mean $\pm$  SD) 그리고 삽관후 2분과 삽관후 3분간(ET군:  $93\pm14$  vs  $88\pm13$  mmHg, LMA군:  $75\pm8$  vs  $72\pm7$  mmHg, mean $\pm$  SD)에서 기관내 삽관군에 비해 후두마스크군에서 각각 유의하게 감소하였으며, 전신혈관저항은 삽관전과 삽관후 1분간(ET군:  $1284\pm510$  vs  $2368\pm515$  dyne/sec/cm $5$ , LMA군:  $1034\pm287$  vs  $1283\pm334$  dyne/sec/cm $5$ , mean $\pm$  SD)에서 기관내 삽관군에

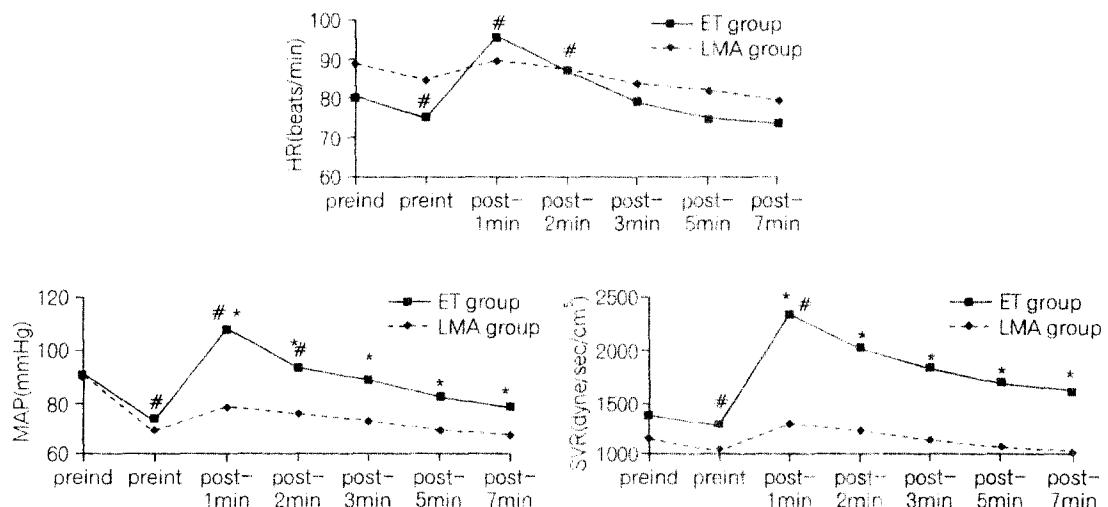


Fig. 1. Changes of heart rate(HR), mean arterial pressure (MAP) and systemic vascular resistance(SVR) during induction of anesthesia and after insertion of LMA or intubation of endotracheal tube. pre-ind: pre-induction, pre-int: pre-intubation, post-1 min: 1 minute after intubation. \* $p<0.05$ : compared to the value of LMA group. # $p<0.05$ : compared to the value of LMA group change between one time and another time.

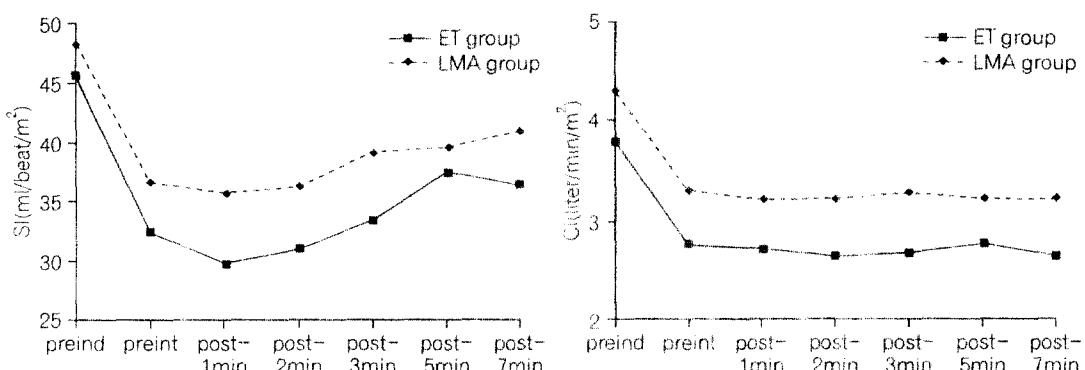


Fig. 2. Changes of stroke index(SI) and cardiac index(CI) during induction of anesthesia and after insertion of LMA or intubation of endotracheal tube. There are no significant difference for SI and CI between ET group and LMA group.

비해 후두마스크군에서 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ).

## 2) 일회박출지수와 심박출지수의 비교(Fig. 2)

일회박출지수와 심박출지수는 각각 두군간의 시기별 비교는 유의한 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).

## 고 찰

중환자관리나 전신마취시 기도유지의 방법으로 일반적으로 후두경을 이용하여 기관내삽관을 시행하고 있으나 기관내 삽관 및 발판시 교감신경계를 자극하여 고혈압, 빈맥, 부정맥등의 혈역학 변화를 초래한다<sup>1~4)</sup>. 이런 혈역학적인 반응을 둔화시키고자 alpha-adrenergic blocker, beta-adrenergic blocker(esmolol)을 정주하거나<sup>5)</sup>, opioid(소량의 fentanyl)을 정주하거나<sup>6)</sup>, 혈관확장제인 adenosine triphosphate(ATP)<sup>7)</sup>, sodium nitroprusside<sup>8)</sup>, nitroglycerin<sup>9)</sup>, prostaglandin<sup>10)</sup>을 정주하거나, 또한 오용석등<sup>11)</sup>에 의하면 상후두신경차단 및 기도내 lidocaine을 투여시 심혈관계를 안정화 하였다. 후두마스크(LMA)는 1981년 영국의 Royal London Hospital에서 Brain<sup>12,13)</sup>이 Goldman Dental Mask을 개조하여 고안한 후 1983년 최초로 사용하였으며 최근에 1991년 8월 미국의 Food and Drug Administration에서 공인하기에 이르렀다<sup>14)</sup>. 이런 후두마스크는 고혈압, 관상동맥 질환, 뇌혈관 질환 등의 환자의 기도유지의 목적으로 후두마스크를 사용할 수 있고, 또한 기관내 삽관의 어려움이 예상되는 환자, 두경부 수술, 안면화상, 성악가, 중환자실, 간질수술 환자에서 사용할 수 있다<sup>14)</sup>. 저자들이 기관내 삽관과 후두마스크 삽관시 야기되는 혈역학적 변화를 측정에 non-invasive cardiac output monitor인 TEB device(CardioDynamics Bioz System)을 이용하였다. 이때 측정한 일회박출량 및 심박출량은 심장 및 순환계의 혈역학적 상태를 반영하는 중요한 척도의 하나며 이를 측정함으로서 환자의 전신순환상태를 평가가 가능하고 적절한 치료의 선택과 효과판정에 유익한다. 심박출량을 측정하기 위하여 많은 진단적 방법이 시도되어 왔으며 그 중 정확도가 인정되어 있는 방법은 Fick법이거나 열 희석법을 보편적으로 사용되며<sup>15~17)</sup> 비 침습적 방법으로 thoracic impedance법과 경식도 doppler법등이 이용되고 있다. 비교적으로 정확하다는 열 희석법은 근위부에 실온의 생

리식염수 주입시는 7~8% 정도의 오차가 있으나 0°C 생리식염수 주입시는 11~13% 정도의 오차가 있었으며<sup>18)</sup> Fick법과는 높은 상관관계를 보았다( $r=0.96$ )<sup>19,20)</sup>.

Thoracic eletrical bioimpedance(TEB)법은 심장주기에 따라 변화는 전기저항의 미미변화로부터 심박출량을 산출해내는 방법으로 저자들은 사용한 CardioDynamics Bioz System은 Stamek-Berstein equation<sup>21,22)</sup>을 이용하여 심박출량을 측정하였다. Bioimpedance 법을 이용한 심박출량의 측정은 흉부 및 경부에 모두 4쌍의 전극을 피부에 부착하는데 경부 기저부와 상방 5 cm에 각각 1쌍의 전극을 부착하고 흉부에는 겹상돌기(xiphoid process)와 중간 액와선(middle axillary line)이 만나는 지점과 하방 5 cm에 각각 1쌍의 전극을 부착한다. 최상단과 최하단에 위치한 각 1쌍의 전극에서 고주파 교류전류(70 Kz, 4 mA)을 발생하면 대축의 전극에서 심장의 수축기와 이완기에 따라 변화하는 저항(impedance)을 감지하여 modified Stamek 공식이 입력되어 있는 컴퓨터에 의해 일회박출량과 심박출량이 계산되어 표시된다. 초기에는 1966년 Kubicek의 공식에 의해서 심박출량이 산출되었다<sup>23~26)</sup>. 즉 Kubicek의 공식은 다음의 가정을 바탕 하에서 이루어지는데, 즉 사람의 흉곽을 원주(cylinder)로 가정할 때 겹상돌기 위치에서 흉곽돌레를 원주의 기저돌레로 생각하고 원주의 길이는 겹상돌기에서부터 경부 기저부의 전기저항 감지전극사이의 길이(L)로 한다. 이렇게 형성된 원주는 용적전도체(volume condutor)로서 혈액에 의해 균일한 전기저항을 갖고 있으며 이는 Hemotocrit의 정도에 따라 특이한 전기저항( $\rho$  b)을 갖게되어 흉곽은 균일한 용적전도체로서 기본 impedance( $Z_0$ )을 갖고며 흉곽내 대동맥 혈류의 변화에 따라 impedance의 변화는 음성(negative)표시한다. 즉,

$$PF = \rho b \cdot \frac{L^2}{Z_0^2} \cdot (dZ/dt)_{max}$$

PF: 상행대동맥의 최고혈류

$\rho$  b: 혈액의 특이 저항력

L: 흉곽의 길이

(dZ/dt)max: 전기저항의 변화를 시간으로 미분한 최대치

즉, 일회박출량은 상행대동맥의 최고혈류에 좌심 실구혈시간( $T_{LVE}$ )을 곱하면 얻을수있다.

$$SV = \rho b \frac{L^2}{Z_0} T_{LVE} (dZ/dt)_{max}$$

그 후, 1981년 Sramek에 의해 검상돌기 위치에서 흉곽둘레 원주(C)는 경부 기저부에서 검상돌기까지 길이(L)의 3배이며, 용적 전도체(volume conductor)는 원추대(truncated cone)이며 실린더(cylinder) 부피의 1/3이다. 그리고 경부 기저부에서 검상돌기까지 길이(L)는 신장(H)의 17%이라는 전제하에서 다음과 같은 식이된다.

$$SV = \frac{(0.17H)^3}{4.2} T_{LVE} \frac{(dZ/dt)_{max}}{Z_0}$$

1986년 Bernstein<sup>10</sup>] weight correction factor( $\delta$ )을 추가하여 다음과 같은 식이 된다. 즉,

$$SV = \delta \frac{(0.17H)^3}{4.2} T_{LVE} \frac{(dZ/dt)_{max}}{Z_0}$$

이러한 Srameck-Bernstein equation을 이용해서 일회 박출량과 심박출량을 측정하였으며 이러한 TEB 측정법의 장점은 심박출량의 측정이 매우 간편하고 환자에게 위해가 없으며, 심혈관 저수를 지속적으로 관찰과 기록이 가능하다는 점이다<sup>21~23)</sup>. 그리고, thermodilution법과 높은 상관관계를 보이며 비교적 정확하다는 점이다<sup>24~29)</sup>. 예를들면, Thangathurai 등<sup>24)</sup>에 의하면 고위험도 23명의 oncological surgery 시 수술중 심박출량 측정시 thermodilution법과 TEB 법간의 높은 상관관계를 보았다( $r=0.89$ )<sup>24)</sup>. 그러나, Doering 등<sup>30)</sup>, Sageman 등<sup>31)</sup>에 의하면 심장수술 후 low-flow state 에서는 thoracic fluid의 증가 및 저혈압, 전신혈관저항의 증가로 혈액의 전도성의 변화로 thermodilution법은 심박출량이 과대평가되며 TEB법은 과소평가되어 낮은 상관관계를 보였다.

김희수 등<sup>32)</sup>, 임혜자 등<sup>33)</sup>의 연구보고에 의하면 후두마스크군이 기관내 삽관군에 비해서 평균동맥압, 심박수에서 유의한 차이를 보였으나, 본 연구 결과에서는 일회박출지수, 심박출지수는 유의한 차이가 없었고 전신혈관저항, 평균동맥압은 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 이는 마취유도시 사용한 흡입마취제(enflurane)의 심근수축력의 억제작용 즉 음성적 변력작용<sup>34)</sup>(negative inotropic effect)이 기관내 삽관이나

후두마스크 삽관시의 catecholamine의 양성적 변력작용(positive inotropic effect)보다 강하여 일회박출지수, 심박출지수는 기관내 삽관군이나 후두마스크 삽관군간의 유의한 차이가 없었다( $p<0.05$ ). 상대적으로 평균동맥압, 전신혈관저항은 catecholamine의 분비로 인해 혈관수축작용을 둔화시킬 수 없었던 기관내 삽관군이 후두마스크 삽관군에 비해 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 저자들이 마취유도와 유지시 사용한 enflurane 대신에 전신혈관저항을 감소시키는 isoflurane을 사용하면 본 연구와는 상이한 결과를 얻을 수 있으리라 사료된다. 결론적으로 중환자관리나 마취유도시 후두경 하 기관내 삽관에 비하여 후두마스크 삽관은 혈역학적인 반응을 둔화시켜 심혈관계의 안정을 확보할 수 있고 noninvasive cardiac output monitor(TEB device)를 이용하면 중환자실이나 수술실에서 지속적으로 혈역학적 변화를 알 수 있으며 또한 적절한 대처가 가능하므로 뇌혈관질환, 관상동맥질환, 고혈압등의 환자에서 유익하리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Fox EJ, Sklar GS, Hill CH, Villanueva R, King BD: Complication related to the pressor response to endotracheal intubation. Anesthesiology 1977; 47: 524-5.
- Derbyshire DR, Chamielewski A, Fell D, Vater M, Achola K, Smith G: Plasma catecholamine response to tracheal intubation. Br J Anaesth 1983; 55: 855-9.
- Russell WJ, Morris RG, Frewin DB, Drew SE: Change in catecholamine concentrations during endotracheal intubation. Br J Anaesth 1981; 53: 837-9.
- Derbyshire DR, Smith G: Sympathoadrenal response to anaesthesia and surgery. Br J Anaesth 1984; 56: 725-39.
- Helfman SM, Gold MI, Delisser EA, Herrington CA: Which drug prevents tachycardia and hypertension associated with tracheal intubation: lidocaine, fentanyl, or esmolol? Anesth Analg 1982; 64: 680-3.
- Martin DE, Rogenberg H, Aukburg SJ, Bartkowiak RR, Edward MW, Greenhow DE, et al: Low-dose fentanyl blunts circulatory responses to tracheal intubation. Anesth Analg 1982; 64: 680-3.
- Mikawa K, Mawakawa N, Kaetsu H, Goto R, Yaku H, Obara H: Effects of adenosine triphosphate on the cardiovascular response to tracheal intubation. Br J Anaesth 1984; 53: 837-9.

- Anaesth 1991; 67: 410-5.
- 8) Stoelting RK: Attenuation of blood pressure to laryngoscopy and tracheal intubation with sodium nitroprusside. Anesth Analg 1979; 58: 116-9.
  - 9) Fassoulaki A, Kaniaris P: Intranasal administration of nitroglycerine attenuates the pressor response to laryngoscopy and intubation of the trachea. Br J Anaesth 1983; 55: 49-52.
  - 10) Mikawa K, Iegaki J, Maekawa N, Hoshina H, Tanaka O, Goto R, et al: Effect of prostaglandin E<sub>1</sub> on the cardiovascular response to tracheal intubation. J Clin Anesth 1990; 2: 420-4.
  - 11) 오용석, 김종덕: 상후두신경차단 및 기도내 lidocaine 투여가 기관내 튜브삽관에 따른 혈압 및 심박수에 미치는 영향. 대한마취과학회지 1985; 11: 227-34.
  - 12) Brain AJJ: 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 Anesthesiol Suppl 1991; 4: 5-17.
  - 13) Brain AJJ: The laryngeal mask: A new concept in airway management. Br J Anaesth 1983; 55: 801-4.
  - 14) Biebuyck JF: The laryngeal mask airway: Its uses in anesthesiology. Anesthesiology 1993; 79: 144-63.
  - 15) Weisel RD, berger RL, Hechtman HB: Measurement of cardiac output by thermodilution. N Engl Med 1975; 292: 682-4.
  - 16) Forrester JS, Gans W, Diamond G: Thermodilution cardiac output determination with a single flow-directed catheter. Am Heart J 1972; 83: 306-11.
  - 17) Ganz W, Donoso R, Marcus MS: A new technique for measurement of cardiac output by thermodilution in man. Am J Cardio 1971; 27: 392-6.
  - 18) Bilfinger TV, Lin CY, Anagnostopoulos CE: In vitro determination of accuracy of cardiac output measurements by thermal dilution. J Surg Res 1982; 33: 409.
  - 19) Goodyer AVN, Huvos A, Eckhardt WF: Thermal dilution curve in the intact animal. Circ Res 1959; 7: 432.
  - 20) Pavek K, Lindquist O, Arfors KE: Validity of thermodilution method for measurement of cardiac output in pulmonary edema. Cardiovas Res 1973; 7: 419.
  - 21) Bernstein DP: A new stroke volume equation for thoracic electrical bioimpedance; Theory and rationale. Crit Care Med 1986; 14: 904-9.
  - 22) Bernstein DP: Continuous noninvasive real-time monitoring of stroke volume and cardiac output by thoracic electrical bioimpedance. Crit Care Med 1986; 14: 898-901.
  - 23) Tremper KK: Continuous noninvasive cardiac output: Are we getting there? Crit Care Med 1987; 15: 278-9.
  - 24) Thangathurai D, Charbonet C, Roessler P, Mikhail M, Yoshida R, Shoemaker WC, et al: Continuous intraoperative noninvasive cardiac output monitoring using a new thoracic bioimpedance device. J Cardiothorac Vasc Anesth 1997; 4: 440-4.
  - 25) Shoemaker WC, Wo CJ, Bishop MH, Appel PL, Water VD, Harrington GR, et al: Multicenter trial of a new thoracic bioimpedance device for cardiac output estimation. Crit Care Med 1994; 22: 1907-12.
  - 26) Perrino AC, Lippman A, Ariyan C, Ariyan C, O'Connor TZ, Lutter M: Intraoperative cardiac output monitoring: Comparison of impedance cardiography and thermodilution. J Cardiothorac Vasc Anesth 1994; 8: 24-9.
  - 27) Caster G, Molter G, Helms J, Niedermak I, Altmayer P: Determination of cardiac output during positive end-expiratory pressure: Noninvasive electrical bioimpedance compared with standard thermodilution. Crit Care Med 1990; 18: 544-6.
  - 28) Masakio D, Greenspoon J, Ouzouhian J: Measurement of cardiac output in pregnant by thoracic electrical bioimpedance and thermodilution. Am J Obstet Gynecol 1989; 161: 680-4.
  - 29) Tremper K, Hufstedler S, Barker S, Zaccari J, Harris D, Anderson S, et al: Continuous noninvasive estimation of cardiac output by electrical bioimpedance: An experimental study in dogs. Crit Care Med 1986; 14: 231-3.
  - 30) Doering L, Lum E, Dracup K, Friedman A: Predictor of between method differences in cardiac output measurement using thoracic electrical bioimpedance and thermodilution. Crit Care Med 1995; 23: 1667-73.
  - 31) Sageman WC, Amundson DE: Thoracic electrical bioimpedance measurement of cardiac output in post-aortocoronary bypass patients. Crit Care Med 1993; 21: 1139-42.
  - 32) 김희수, 오용석, 김용락: 마취유도시 기도유지의 방법으로 후두마스크 삽관법과 기관내 튜브 삽관법의 심혈관계 반응의 비교 연구. 대한마취과학회지 1993; 25: 559-63.
  - 33) 임혜자, 조현, 이혜원, 채병국, 장성호, 신정준: 기관내튜브와 Laryngeal mask의 삽입시 혈역학적 변동에 대한 비교연구. 대한마취과학회지 1991; 24: 668-73.
  - 34) Vohra A, Thomas AN, Haper JN, Pollard BJ: Non-invasive measurement of cardiac output during induction of anesthesia and tracheal intubation: Tiopentone and propofol compare. Br J Anaesth 1991; 67: 64-8.