

韓國應急救助學會誌 第 17 卷 第 3 號, 21 ~ 28 (2013, 12)
 Korean J Emerg Med Ser Vol. 17, No. 3, 21 ~ 28 (2013, 12)
 The Korean Journal of Emergency Medical Services

모형폐의 물리적 특성 변화에 따른 Bag-Valve-Mask의 사용방법 연구

최혜경 · 정형근*

을지대학교 응급구조학과

Simulation study for Bag-Valve-Mask application guideline on pathologic pulmonary condition

Hae-Kyung Choi · Hyung-Keon Jung*

Department of Emergency Medical Services, Eulji University

=Abstract =

Purpose: The purpose of this study is to get basic user guidelines of safe and efficient bag-valve-mask application on patients having abnormal pathophysiological pulmonary conditions.

Methods: This study was performed by pre-qualified 35 EMS junior and senior students. Participants were instructed to compress ambulatory bag randomly about half, one-third, one-fourth within different airway resistance and pulmonary compliance. Resultant tidal volume and pulmonary wedge pressures on RespiTranier monitor were analysed in relation to pulmonary physiologic index.

Results: At least over half compression of bag guaranteed minimal tidal volume regardless of pulmonary conditions. There was no increase of pulmonary wedge pressure above the level of barotrauma on half compression at any pulmonary conditions.

Conclusion: Assisted ventilation with ambulatory bag on patients with pathological pulmonary conditions should be over half compressed regardless of respiratory disease entity.

Key words: Airway resistance, Barotrauma, Pulmonary compliance, Pulmonary wedge pressure, Tidal volume

접수일: 2013년 10월 10일 수정일: 2013년 11월 14일 게재확정일: 2013년 12월 17일

*Corresponding Author: Hyung-Keon Jung

Department of Emergency Medical Services Eulji University, 553 Sansungdae-ro, Sujeong-gu, Seongnam city 461-713, Republic of Korea

Tel: 82-31-740-7144 Fax: 82-31-740-7357 E-mail: chiro34394@eulji.ac.kr

I. 서 론

1. 연구의 필요성

응급구조사에 의한 내과적 심정지 환자 또는 중증 외상 환자에 대한 병원 전 기도유지나 인공호흡은 이러한 중증의 급성질환을 가지고 있는 환자의 생명을 유지시키고 사망률을 감소시키는데 있어서 필수불가결한 도구이다[1]. 이러한 중증 급성환자의 기도를 유지하거나 인공호흡을 목적으로 입인두 기도기(Oropharyngeal airway)나 Pocket-Mask, Bag-Valve-Mask(BVM), 후두마스크(Laryngeal mask airway), 기관내삽관튜브(Endotracheal tube), 유량제한산소호흡기(Flow-restricted oxygen-powered ventilation device, FROPVD) 등 다양한 기구들이 사용되고 있지만, 기관내삽관튜브 등과 같은 Advanced airway는 사용빈도도 높지 않고 또한 그 적절성에 대한 평가도 매우 낮게 보고되어 지고 있다[2-4]. 외국의 예에서는 응급구조사를 대상으로 하여 Advanced airway에 대한 교육이 지속적으로 이루어지고 있고 또한 지역에 따라서는 의료지도를 받지 않고도 Advanced airway를 사용할 수 있는 응급구조사의 자격요건이 확립되어 있어서 그 사용빈도가 높음에도 불구하고 부적절한 기관내삽관이 시행된 예가 전체의 약 25%에서 발생할 수 있다고도 보고되어 있으며 [5,6], BVM으로 인공호흡을 한 경우와 기관내삽관을 하여 인공호흡을 한 경우의 사망률에 차이가 없다고 보고된 연구도 존재한다[7]. 현재 국내에서 병원 전 호흡기 처치에 사용되는 기구로는 비재호흡마스크가 가장 많이 사용되고 있지만 이러한 기구는 환자가 자발호흡을 하는 경우에만 사용할 수 있기 때문에, 자발호흡 노력이 없거나 부족한 환자에게는 흔히 Bag- Valve-Mask로 인공호흡을 하는 경우가 대부분이다. 1600ml의 환기주머니를 가진 BVM으로 실험한 Cho와 Jung [8]의 연구에서

BVM을 안전하게 사용할 수 있는 방법은 호흡수에 관계없이 환기주머니를 1/2 압박하는 것이라고 밝힌 것처럼, 대부분의 의료기관이나 교육기관에서 환기주머니를 1/3~2/3를 압박하여 인공호흡을 시행하라고 교육되어지고 있지만, 이는 기도저항이나 폐탄성이 정상범위 안에 있는 환자에게 적합한 기준이라고 여겨지며, 이러한 기도저항이나 폐탄성의 변화를 초래하는 여러 질환들에서는 이러한 기준에 변화가 있어야 될 것이라고 예상되어, 이러한 질환들에서 발생할 수 있는 폐의 생리학적 변화를 가정하여 기도모형의 조건을 변화시켜 같은 조건인 BVM으로 인공호흡을 할 때의 일회환기량, 기도내압(Pulmonary pressure)의 변화 등을 관찰하는 실험을 시행하였다.

2. 연구의 가설

- 1) 기도저항이 증가할수록 환기주머니 압박에 따른 일회환기량은 감소할 것이다.
- 2) 기도저항이 증가할수록 환기주머니 압박 정도에 따른 기도내압은 증가할 것이다.
- 3) 폐탄성이 감소할수록 환기주머니 압박에 따른 일회환기량은 감소할 것이다.
- 4) 폐탄성이 감소할수록 환기주머니 압박 정도에 따른 기도내압은 증가할 것이다.
- 5) 환기주머니 압박의 깊이가 증가할수록 일회환기량과 기도내압은 증가할 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 연구의 목적에 동의하고, 응급기초관리학을 수강한 경기도 성남 소재 일개 대학의 응급구조학과 3, 4학년 학생 40명을 대상으로 분당 12회의 속도에서 1분간 인공호흡을 실시하여 2010

American Heart Association guideline의 권장 최소 일회호흡량인 6-7ml/kg 이상의 일회호흡량을 발생시킬 수 있는 35명의 학생을 대상으로 실시하였다.

2. 연구방법

RespiTrainer(Quick Lung Advance, Ingmar, Pittsburgh)를 사용하여 각 경우마다 분당 12회의 인공호흡을 시행한 후, 모형에 내장되어 있는 software를 통해 일회환기량과 기도내압의 평균 값, 과다기도내압(20 cmH₂O)을 보인 횟수를 측정하였으며, 사용된 BVM은 Laerdal사의 저장낭(Reservoir bag)이 연결되어 있지 않은 1600 ml의 환기주머니(Laerdal Silicone Resuscitators, Laerdal, Stavanger, Norway)와 Cuff가 없는 마스크(Adult Mask 4-5+ Laerdal, Stavanger, Norway)를 이용하여 인공호흡을 시행하였다. RespiTrainer의 모형폐에 연결된 호흡관의 직경을 변화시켜 기도저항(cmH₂O/L/sec)을 5, 20, 50으로 변화시켰고, 역시 모형폐에 연결된 spring을 조작하여 폐탄성(ml/cmH₂O)을 20, 50으로 변화시키면서 각각의 변화를 측정하였다. 이상의 모형폐의 조작으로 6개의 실험군을 만들어 각 군에서 환기주머니를 분당 12회의 속도로 중앙의 실선을 그은 부위에서 매회 1초의 속도로 환기주머니를 1/4, 1/3, 1/2 압박하도록 유도하여 평균 일회환기량, 평균 기도내압을 측정하였다. 폐질환이 없는 건강한 폐의 기준치인 기도저항 5 cmH₂O/L/sec, 폐탄성 50 ml/cmH₂O의 정상적인 상태에서 측정된 Cho와 Jung[8]의 결과에서 환기주머니를 1/2만 압박한 경우라도 충분한 일회호흡량이 발생한다는 이전의 실험 결과로 미루어 환기주머니를 1/1, 즉 완전히 압박하는 경우는 과다한 일회환기량이나 높은 기도내압이 발생할 것으로 예상되어 실험에서 제외하였다. 또한 측정시 무작위로 환기방법과 조건을 배열하고, 매 측정시마다 최소 5분

간의 휴식 시간을 주어 피로도에 의한 기간효과를 최소화 하였다.

3. 분석 방법

기도저항이나 환기주머니 압박 정도의 변화에 따른 일회환기량이나 기도내압의 변화는 SPSS (version 18.0)의 t-test를 이용하여 비교분석하였고, 동일한 기도저항과 압박 정도에서 폐탄성에 따른 일회환기량이나 기도내압의 변화는 paired t-test를 이용하여 분석하였다.

III. 연구결과

폐탄성의 변화와 관련 없이 기도저항이 증가할수록 일회환기량이 감소하였다. 기도저항이 정상범위인 5 cmH₂O/L/sec에서 20 cmH₂O/L/sec로 중등도로 증가한 경우에는 폐탄성과 압박의 정도에 관계없이, 통계적으로 유의 있는 일회환기량의 감소를 보이지 않았으나 50 cmH₂O/L/sec로 심한 기도저항의 증가가 있는 경우에는 모든 경우에서 유의 있게 일회환기량이 감소하였다(Table 1-6). 폐탄성이 정상범위(50 ml/cmH₂O)이고 기도저항이 정상이나 중등도로 증가된 경우에 환기주머니 압박을 1/2 시행한 경우를 제외하고는 AHA 권장

Table 1. Tidal volume difference at pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O and BVM 1/2 compression according to different airway resistance

	Average(ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	369±128	325~413	
AR* 20	338±123	296~381	.907 [†]
AR* 50	259±88	229~289	.001 [‡]

*AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 2. Tidal volume difference at pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O and BVM 1/3 compression according to different airway resistance

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	270±84	241~299	
AR* 20	249±92	218~281	.927 [†]
AR* 50	196±72	171~221	.003 [‡]

*AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 3. Tidal volume difference at pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O and BVM 1/4 compression according to different airway resistance

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	217±68	193~241	
AR* 20	191±78	164~218	.470 [†]
AR* 50	156±64	134~179	.001 [‡]

*AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 4. Tidal volume difference at pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O and BVM 1/2 compression according to different airway resistance

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	279±79	251~306	
AR* 20	261±83	233~290	.944 [†]
AR* 50	216±65	193~238	.007 [‡]

*AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 5. Tidal volume difference at pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O and BVM 1/3 compression according to different airway resistance

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	224±64	202~246	
AR* 20	209±61	187~230	.908 [†]
AR* 50	174±56	154~193	.012 [‡]

*AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 6. Tidal volume difference at pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O and BVM 1/4 compression according to different airway resistance

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
AR* 5	184±49	167~201	
AR* 20	169±50	152~187	.908 [†]
AR* 50	147±46	131~163	.111 [‡]

AR: Airway resistance

[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test

[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 7. Tidal volume difference at pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O and Airway resistance 5 cmH₂O/L/sec according to bag compression depth

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	p
1/2*	369±128	325~413	
1/3 [†]	270±84	241~299	.010 [§]
1/4 [‡]	217±68	193~241	.000

*1/2(1/2 compression of bag)

[†]1/3(1/3 compression of bag)

[‡]1/4(1/4 compression of bag)

[§] Difference between 1/2 and 1/3 by t-test

^{||} Difference between 1/2 and 1/4 by t-test

일회호흡량인 6~7 ml/kg의 기준을 충족하지 못하였다(Table 1). 또한 환기주머니의 압박의 깊이가 1/3 이하의 경우에는 폐탄성이나 기도저항과 관계없이 모든 경우에서 권장기준치 이하의 일회호흡량을 보이고 있었다(Table 1-6). 기도저항이 정상범위인 5 cmH₂O/L/sec이고, 폐탄성도 정상범위인 경우에 환기주머니를 1/2 이상으로 압박한 경우를 제외하고는, 폐탄성이 감소하거나 환기주머니 압박의 정도를 감소시키면 일회환기량이 권장량 미만으로 의의 있게 감소하였다(Table 7,8). 그리고 같은 기도저항과 환기주머니 압박의 정도에서도 폐탄성이 감소하면 일회환기량이 의의 있게 감소하였다(Table 9). 이상의 결과로 “기도저항이 증가할수록 환기주머니 압박에 따른 일회환

Table 8. Tidal volume difference at pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O and Airway resistance 5 cmH₂O/L/sec according to compression depth

	Average (ml)	95% Confidence interval(ml)	<i>p</i>
1/2 [*]	279±79	202~246	
1/3 [†]	224±64	202~246	.011 [§]
1/4 [‡]	184±49	167~201	.000

^{*}1/2(1/2 compression of bag)
[†]1/3(1/3 compression of bag)
[‡]1/4(1/4 compression of bag)
[§] Difference between 1/2 and 1/3 by t-test
^{||} Difference between 1/2 and 1/4 by t-test

Table 9. Tidal volume difference at Airway resistance 5 cmH₂O/L/sec and 1/2 bag compression according to different pulmonary compliance

	M	SD	t	<i>p</i>
PC 50 [*]	369	128	4.648	.000
PC 20 [†]	279	79		

^{*}PC 50=Pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O)
[†]PC 20=Pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O)

Table 10. Pulmonary pressure difference at Airway resistance 5 cmH₂O/L/sec and 1/2 bag compression according to different pulmonary compliance

	M	SD	t	<i>p</i>
PC 50 [*]	7.49	2.50	-10.338	.000
PC 20 [†]	13.98	3.86		

^{*}PC 50=Pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O)
[†]PC 20=Pulmonary compliance 20 ml/cmH₂O)

기량은 감소할 것이다”라는 가설1과 “폐탄성이 감소할수록 환기주머니 압박에 따른 일회환기량은 감소할 것이다”라는 가설3은 지지되었다.

동일한 기도저항과 환기주머니 압박 정도에서는 폐탄성이 감소하면 기도내압이 의의 있게 증가하였고<Table 10>, 환기주머니를 1/2 압박한 경우

Table 11. Pulmonary pressure difference at pulmonary compliance 50 ml/cmH₂O and 1/2 bag compression according to different airway resistance

	Average PP [†] (cmH ₂ O)	95% Confidence interval(cmH ₂ O)	<i>p</i>
AR [*] 5	7.49±2.50	6.63~8.35	
AR [*] 20	8.97±3.63	7.72±10.22	.361 [†]
AR [*] 50	12.84±4.62	11.25±14.43	.000 [‡]

^{*}AR: Airway resistance
[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test
[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

Table 12. Pulmonary pressure difference at pulmonary compliance 20ml/cmH₂O and 1/2 bag compression according to different airway resistance

	Average PP [†] (cmH ₂ O)	95% Confidence interval(cmH ₂ O)	<i>p</i>
AR [*] 5	13.98±3.86	12.65~15.31	
AR [*] 20	13.72±4.30	12.24~15.19	.999 [†]
AR [*] 50	14.42±4.50	12.87±19.97	.998 [‡]

^{*}AR: Airway resistance
[†]Difference between AR 5 and AR 20 by t-test
[‡]Difference between AR 5 and AR 50 by t-test

에 기도저항이 증가하면, 기도내압도 증가하였다. 폐탄성이 정상범위에 있으면, 기도저항이 심하게 증가한 경우에만 통계적으로 의의 있는 기도내압의 증가가 관찰되었으나<Table 11>, 폐탄성이 감소된 경우에는 기도저항 증가와 관계없이 기도내압의 증가가 관찰되었다<Table 12>. 하지만 만성 폐쇄성폐질환(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)에서처럼 폐탄성이 20 ml/cmH₂O로 저하되고 기도저항이 50 cmH₂O/L/sec로 증가된 경우에도 폐에 직접적인 압력손상(Barotrauma)를 줄 수 있는 20 cmH₂O 이상의 과도한 기도내압 상승은 관찰되지 않았다. 환기주머니를 1/3, 1/4 압박한 경우에는 <Table 11>에서와 동일하게

기도저항이 심하게 상승된 경우에만 의의 있는 기도내압의 상승을 보였지만, 역시 압력손상을 유발할 수 있을 정도로 이상으로 상승하지 않았다. 이상의 결과로 “기도저항이 증가할수록 환기주머니 압박 정도에 따른 기도내압은 증가할 것이다”라는 가설2와 “폐탄성이 감소할수록 환기주머니 압박 정도에 따른 기도내압은 증가할 것이다”라는 가설4는 지지되었으나, 환기주머니를 1/2 이하로 압박하는 경우에는 AHA 권장 일회호흡량 이하의 저환기 발생이 관찰되므로 임상적으로는 의의가 없다고 생각되어진다.

IV. 고 찰

BVM은 병원 전 단계에서 호흡보조에 빈번히 사용되는 기구로, 별도의 외부동력이 필요 없이 환자에게 양압의 환기를 제공할 수 있는 기구이다 [9]. BVM의 사용에 대한 AHA의 기준은 환기주머니를 1/3~2/3 압박하여서 6~7 ml/kg의 일회환기량을 제공하도록 권장되어지고 있다. 저자 등의 선행연구에서 폐의 생리학적인 지표가 정상범위 안에 있는 경우, 환기주머니를 1/2 압박하면 폐 압력손상의 위험성을 최소화하면서 충분한 일회환기량을 제공할 수 있다는 것이 확인되었다. 그러나 일회호흡량의 변화를 초래할 수 있는 여러 요인들 중 특히 폐탄성과 기도저항의 변화는 동일한 환기주머니 압박 정도에서 발생하는 일회환기량의 증감을 가져올 수 있기 때문에 이와 같은 호흡기계의 병리학적 환경에서 안전한 일회호흡량을 보장하는 BVM 사용기준에 대한 선행연구가 아직 없기에 대한 연구를 진행하였다. 폐의 생리학적인 지표에는 대표적으로 폐탄성과 기도저항이 있는데 기도저항은 0~5 cmH₂O/L/sec, 폐탄성은 40~60 ml/cmH₂O가 정상범위로 간주되고 있고 폐렴이나 천식, 폐부종, 폐색전증, 만성폐쇄성폐질환 등의

내과적인 질환뿐만이 아니라 공기가슴증, 혈액가슴 등의 외상성질환에서도 폐탄성이나 기도저항의 급격한 변화를 초래한다[10,11]. 응급현장에서 인공호흡에 주의를 기울여야 하는 대표적인 질환으로는 천식이나 급성성인형호흡곤란증후군(Adult respiratory distress syndrome, ARDS)이 있는데, 전자에서는 기도저항과 폐탄성의 증가를 초래하고, 후자에서는 기도저항은 증가하면서 폐탄성은 감소하는 대표적인 급성 호흡기계 질환이다 [12-14]. 이러한 급성호흡기 질환을 가진 환자에게 BVM을 사용하여 보조호흡을 시행하려면, 변화된 폐의 생리학적 지표를 고려하여 환기주머니의 압박 정도를 변화시켜야만 적절한 일회호흡량을 보장하면서도 폐 압력손상의 가능성을 최소화시킬 수 있다고 생각되어진다. 기도저항이 증가하면 최소한의 일회환기량을 보장하기 위하여 더 높은 환기주머니 압박압력이 필요하고, 폐탄성이 증가하여도 마찬가지로 더 높은 압박압력이 필요하다. 이러한 높은 압박압력에 의해 상승한 기도내압으로 인한 압력손상을 방지하고 일회환기량을 보장하기 위한 BVM의 사용지침은 폐탄성이 비교적 정상범위 내에 있고 기도저항이 증가한 급성기 천식과 같은 질환에서는 기도저항이 중등도로 증가할 때까지는 정상적인 생리지표를 가진 폐에서처럼 환기주머니를 1/2 압박하면 기도내압을 과도하게 (20 cmH₂O) 증가시키지 않고 필요한 일회환기량을 보장할 수 있다. 그러나 중증으로 기도저항이 증가한 중증천식(50 cmH₂O/L/sec)에서 환기주머니를 1/2 압박하면 기도내압이 과도하게 증가할 것이라는 저자 등의 예상과는 상이하게 압력손상을 유발할 수 있을 정도로 기도내압이 상승하지는 않으면서 일회환기량만이 권장량 미만으로 감소하는 결과를 보였다. 이러한 결과로 미루어 기도저항이 심하게 상승한 경우에도 환기주머니를 1/2 이상으로 압박하여야만 최소한도의 일회환기량을 보장할 수 있다고 사료된다. 폐렴, 급성성인형호

흡곤란증후군, 공기기슴증 등과 같이 기도저항이 증가하고 폐탄성이 감소하는 경우에서도 환기주머니를 1/2 압박한 모든 경우에, 과도하게 기도내압을 상승시키지 않으면서 최소 일회환기량을 보장하지 못했다. 이러한 결과는 상기의 질환에서도 역시 환기주머니를 1/2 이상으로 압박하여야 한다고 예상할 수 있다. 이상의 연구결과로 폐의 생리학적인 지표가 변화되는 병리학적인 상태에서는 환기주머니를 최소 1/2 이상으로 압박하여야만 필요한 최소한의 일회환기량을 유지시킬 수 있다는 결론을 내릴 수 있는데, 기도내압을 압력손상의 임계수준 이상으로 올리지 않는 환기주머니 압박의 정도를 얼마로 정해야 하는지는 추가적인 연구가 필요하다

2. 과도한 기도내압을 예상하고 환기주머니 최대압박의 정도를 1/2로 제한하여 병리학적인 상태의 폐에서 안전한 인공호흡을 시킬 수 있는 환기주머니 압박정도를 연구하지 못하였다.
3. 모형폐의 기계적인 한계로 중증천식에서처럼 기도저항과 폐탄성이 동시에 증가하는 사례의 환기주머니 압박의 정도를 연구하지 못하였다.
4. 저장낭에 외부 산소공급원을 연결하지 않아 환기주머니 재팽창 속도 차이에 따른 차이점이 있을 수 있다.

V. 결 론

1. 폐탄성이 정상범위라면, 기도저항이 중등도로 증가할 때까지는 환기주머니를 1/2 압박하여 과도한 기도내압의 증가 없이 최소한의 필요한 일회환기량을 제공할 수 있었다.
2. 폐탄성이 저하되면, 기도저항과 관련 없이 환기주머니를 1/2 압박하여도 일회환기량을 보장할 수 없었다.
3. 폐탄성이나 기도저항이 병리학적으로 변화하면, 최소 1/2 이상의 환기주머니 압박정도를 유지해야만 필요한 최소한의 일회환기량을 보장할 수 있었다.

VI. 연구의 제한점

1. 연구대상을 응급구조학과 학생으로 제한하여 인공학적인 차이가 있을 수 있다.

References

1. Nolan JP, Soar J. Airway techniques and ventilation strategies. *Curr Opin Crit Care* 2008;14(3):279-86.
2. Sim GS, Kim EM. Advanced airway management for the prehospital traumatic. *J Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 2013;14(5):2360-67.
3. Strote J, Roth R, Cone DC, Wang HE. Prehospital endotracheal intubation; the controversy continues. *Am J Emerg Med* 2009;27(9):1142-7.
4. Jacobs LM, Berrizbeitia LD, Bennet B, Madigan C. Endotracheal intubation in the prehospital phase of emergency medical care. *JAMA* 1983;250(16):2175-7.
5. Egly J, Custodio D, Bishop V, Prescott M, Lucia V, Jackson RE, et al. Assessing the impact of prehospital intubation on survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 2010;15(1): 44-9.

6. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tube by paramedics in an urban emergency medical service system. *Ann Emerg Med* 2001;37(1):32-7.
7. Christensen EF, Høyer CC. Prehospital tracheal intubation in severely injured patients: a Danish observational study. *BMJ* 2003;327(7414):533-4.
8. Cho SM, Jung HK. Differentiation of tidal volume & mean airway pressure with different Bag-Valve-Mask compression depth and compression rate. *Korean J Emerg Med Ser* 2012;16:67-74.
9. Lim JS, Cho YC, Kwon OY, Chung SP, Yu K, Kim SW. Precise minute ventilation deliveredly using a Bag-Valve-Mask and audible feedback. *Am J Emerg Med* 2012;30(7):1068-71.
10. Her C, Cerabona T, Baek SH, Shin SW. Increased pulmonary resistance in morbidly obese patients without daytime hypoxia: clinical utility of the pulmonary artery catheter. *Anesthesiology* 2010;113(3): 552-9.
11. Mahajan A, Hoftman N, Hsu A, Schroeder R, Wald S. Continuous monitoring of dynamic pulmonary compliance enables detection of endobronchial intubation in infants and children. *Anesth Analg* 2007;105(1):51-6.
12. Kim MS, Cho YJ, Moon HB, Cho SH. Factors for poor prognosis of near-fatal asthma after recovery from a life threatening asthma attack. *Korean J Intern Med* 2008;23(4):170-5.
13. Weiss ST, Horner A, Shapiro G, Sternberg AL. The prevalence of environmental exposure to perceived asthma triggers in children with mild-to-moderate asthma: data from the childhood asthma management program(CAMP). *J Allergy Clin Immunol* 2001;107(4):634-40.
14. Kane C, Galanes S. Adult Respiratory Distress Syndrome. *Crit Care Nurs Q* 2004;27(4):325-35.