

[Research Paper]

산소소생기 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II의 환기량과 기도내압 비교 - 마네킨 연구 -

심규식 · 김은미 · 노상균*[†]

나사렛대학교 응급구조학과, *선문대학교 응급구조학과

Comparison of the Ventilatory Volume and Airway Pressures using Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II - A manikin study -

Gyu-Sik Shim · Eun-Mee Kim · Sang-Gyun Roh*[†]

Dept. of Emergency Medical Technology, Korea Nazarene Univ.

*Dept. of Emergency Medical Services, Sunmoon Univ.

(Received February 24, 2017; Revised March 25, 2017; Accepted April 12, 2017)

요 약

이 연구는 산소소생기 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II을 이용하여 인공호흡을 시행할 때 환기량과 기도내압을 비교 분석하였다. 실험기간은 2017년 2월 13일로 수집된 자료는 SPSS 18.0을 이용하여 분석하였다. 연구결과 평균 환기량은 Oxylator EM-100이 551.44 ml (± 18.70), MicroVenT CSI-3000은 527.26 ml (± 17.89), OXY-LIFE II는 369.46 ml (± 12.30)의 환기량을 보였고, 평균 기도내압은 Oxylator EM-100이 11.89 cmH₂O (± 4.1), MicroVenT CSI-3000은 11.66 cmH₂O (± 3.4), OXY-LIFE II는 8.02 cmH₂O (± 2.5)로 측정되었다. 이 연구는 현장에서 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, and OXY-LIFE II에 따라 적절한 환기량 전달을 위한 방법을 검증하여 사용 방법에 대한 기초자료를 제공하였다.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the ventilatory volume and airway pressure using Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II. The data were obtained from February 13 in 2017 and analyzed using the SPSS WIN 18.0 program. The results of the ventilatory volume showed the Oxylator EM-100 551.44 ml (± 18.70), MicroVenT CSI-3000 527.26 ml (± 17.98), and OXY-LIFE II 369.46 ml (± 12.30). The airway pressure showed the Oxylator EM-100 11.89 cmH₂O (± 4.1), MicroVenT CSI-3000 11.66 cmH₂O (± 3.4), and OXY-LIFE II 8.02 cmH₂O (± 2.5). This study will provide the basic data for an appropriate ventilation method by an oxygen supply device including Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, and OXY-LIFE II.

Keywords : Airway Pressure, MicroVenT CSI-3000, Oxylator EM-100, OXY-LIFE II, Ventilatory Volume

1. 서 론

1.1 연구의 필요성

심정지 환자에게 높은 수준의 가슴압박과 효과적인 환기를 제공하는 것은 자발순환 회복에 큰 영향을 미친다. 기도유지가 잘 되지 않아 산소화가 불가능한 상황에서의 부적절한 환기는 환자의 생존과 사망, 정상기능의 회복과 장

애를 결정하는 중요한 요인이 될 수 있다⁽¹⁾. 2015년 미국심장협회 가이드라인에 따르면 효과적인 인공 환기는 가슴이 올라올 정도로 대략 500~600 ml (6~7 ml/kg)의 일회 호흡량을 유지하여야 한다고 권장하고 있다⁽²⁾.

인공 환기의 방법에는 여러 가지가 있으나 구조자의 감염방지와 일정한 환기량을 유지하기 위해 병원 전 처치에서는 백-벨브마스크(BVM)를 주로 사용한다. 그러나 백-벨

[†] Corresponding Author, E-Mail: emtno@hanmail.net, TEL: +82-41-530-2750, FAX: +82-41-530-2767

© 2017 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

브마스크의 사용은 사용자의 숙련도에 따라 일회 환기량, 환기빈도, 흡기-호기 비율, 백-압착 정도, 마스크와 안면 밀착정도 등이 변화하므로 성공적인 인공 환기에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽³⁻⁷⁾. 특히 병원 전 단계에서의 백-밸브마스크를 이용한 인공 환기는 구급차의 흔들림, 이송 환경의 불안정성 등으로 인해 더 많은 실패 요인이 상존하므로 이러한 문제점을 보완하기 위해 산소소생기가 많이 활용된다. 산소소생기는 호흡이 없는 환자에서 마스크만을 연결하여 사용할 수도 있고, 전문기도삽관을 시행한 후에 마스크를 제거하고 산소소생기를 연결하여 사용할 수 있기 때문에 현장 상황에 따라 사용방법을 달리할 수 있다.

자동식 산소 소생기는 구조·구급에 관한 법률에서 환자의 호흡보조를 위해 고정용·휴대용으로 구분하여 구급차량 내에 필수 장비로 규정되어 있다⁽⁸⁾. 자동은 환자의 자발호흡이 불규칙하여 보조 환기가 필요할 때 적용되고, 수동은 심폐소생술 또는 인공호흡이 필요한 환자에게 환기를 보조할 때 적용될 수 있다. 수동 방식 산소소생기는 버튼 또는 방아쇠 방식으로 누르거나 당기는 시간만큼 환기량이 전달되게 설계되어 있으며, 압력방식과 볼륨방식 두 종류가 있다. 압력방식으로는 Oxylator EM-100이 있고, 볼륨방식으로는 MicroVenT CSI-3000과 OXY-LIFE II가 있으며 제품마다 시간당 환기량과 방출압력이 다르다.

산소소생기는 산소공급 버튼을 누르거나 방아쇠를 잡아 당기는 시간만큼 고압으로 산소가 공급되는 기기로 사용자가 누르거나 당기는 시간에 따라 폐에 전달되는 환기량의 차이를 보일 수 있다. 이로 인한 과환기(hyperventilation) 및 과다량(high volume)의 인공호흡은 기도내압과 흉강내압을 증가시켜 심장으로 유입되는 혈류량을 방해하기 때문에 효율적인 가슴압박을 시행하여도 심박출량의 감소로 인해 뇌혈류량이 감소되며, 위장관 내용물의 역류를 유발시켜 역류성 및 흡입성 합병증을 유발시킬 수 있다⁽¹⁰⁻¹²⁾.

현재 구급차량에 비치되어 있는 산소소생기의 매뉴얼에는 2000년과 2005년 미국심장협회 가이드라인에 근거하여 품질기준을 획득한 제품으로 소개되어 있으며, 이러한 산소소생기는 산소공급 버튼이나 방아쇠를 2초 정도 누르거나 당기도록 권장하고 있다. 2010년과 2015년 미국심장협회 가이드라인에서 인공호흡 방법은 과환기를 방지하기 위하여 성인에서는 1초 동안 가슴이 올라올 정도인 500~600 ml의 호흡량으로 호흡보조를 권고하고 있음에도 불구하고 2005년 이전의 환기 방법을 매뉴얼에 소개하고 있어서 사용자에게 의해 과환기가 초래될 수 있다.

산소소생기와 관련된 선행 연구는 수요밸브와 포켓 마스크 환기에서 일회호흡량 비교⁽⁹⁾, 동물 기흉(pneumothorax) 모델에서의 수요밸브 환기비교⁽¹⁰⁾, 백-밸브마스크와 수요밸브 환기 비교⁽¹¹⁾, 백-밸브마스크와 수요밸브 환기비교⁽¹²⁾, Oxylator EM-100을 활용한 환기량과 기도내압 비교⁽¹³⁾ 등 국내·외에서 몇 편의 연구를 찾아볼 수 있었는데, 이는 모두 산소소생기와 백-밸브마스크 환기량 비교에 국한되어 있다. 산소소생

기는 백-밸브마스크에 비해 사용방법이 비교적 쉽고, 심폐소생술 중 흡기 산소농도를 100%로 유지할 수 있어서 고농도의 산소 공급이 가능하지만, 산소소생기 종류별 환기량과 기도내압을 분석한 연구는 없다. 따라서 이 연구는 3종류 산소소생기의 환기량과 기도내압을 비교하고자 한다.

1.2 연구의 목적

이 연구는 기관내삽관이 시행된 상태에서 산소소생기 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II을 이용하여 호흡보조를 시행할 때 산소공급을 1초 동안 버튼을 누르거나 방아쇠를 당길 때 폐에 전달되는 환기량과 기도내압을 비교하여 심정지 환자에게 산소소생기를 효과적으로 사용하기 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

2. 연구방법

2.1 실험설계 및 자료수집

이 연구는 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II를 이용하여 폐에 전달되는 환기량과 기도내압을 RespiTrainer[®] Advance로 측정하여 비교 분석한 연구이다. 환기량 비교를 위하여 기관내삽관은 응급구조학과 교수 1인과 1급응급구조사 1인에 의해 시행되었다. 환기방법은 산소소생기의 산소공급 버튼과 방아쇠를 1초 동안 누르거나 당긴 후 RespiTrainer[®] software (version 1.1, IngMar, Pittsburgh, USA)를 이용하여 폐에 전달되는 환기량과 기도내압을 수집하였다.

연구자들은 초시계(stopwatch)를 이용하여 1초 동안 산소공급 버튼과 방아쇠를 누르는 연습을 60분 동안 충분히 시행하였다. 산소소생기 종류 별 각각 70회의 환기를 시행한 후 산소공급 버튼과 방아쇠를 1.10초를 초과한 경우와 0.90초 이하로 누르거나 당긴 경우를 제외하고, 1.09초에서 0.91초 이내로 산소공급 버튼과 방아쇠를 누르거나 당긴 경우만을 연구에 이용하였다. 산소소생기 종류 별 각각 50회의 환기 횟수를 수집하였고, 평균 산소공급 소요시간은 Oxylator EM-100의 경우 1.00초(±0.036), MicroVenT CSI-3000은 1.00초(±0.039), OXY-LIFE II는 1.00초(±0.034)에 시행되었으며, 모든 변수 간 통계적 유의성이 없었다($p=0.914$). 각 변수 간 평균과 표준편차의 차이가 크지 않은 점을 고려한다면 실험에서 1초 동안 산소공급 버튼과 방아쇠를 적절히 누르거나 당긴 것으로 생각해볼 수 있다(Table 1). 모든 환기 동안에는 연구자가 RespiTrainer[®] Advance의 가슴 상승을 볼 수 없도록 가슴 부위를 가린 후 시행하였다. 실험기간은 2017년 2월 13일에 진행하였다.

2.2 실험도구

2.2.1 Oxylator EM-100

Oxylator EM-100 (Roswell, USA)은 압력 전달 방식의 기

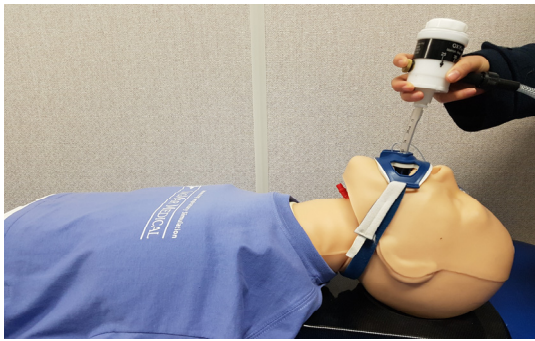


Figure 1. Oxylator EM-100

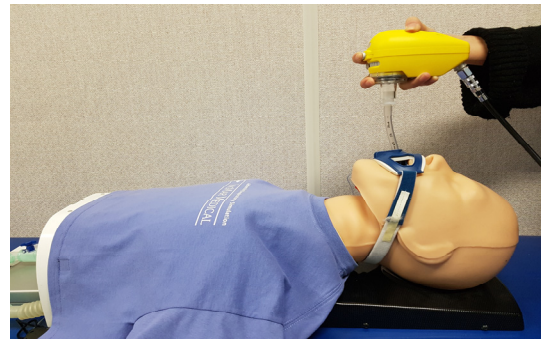


Figure 3. OXY-LIFE II

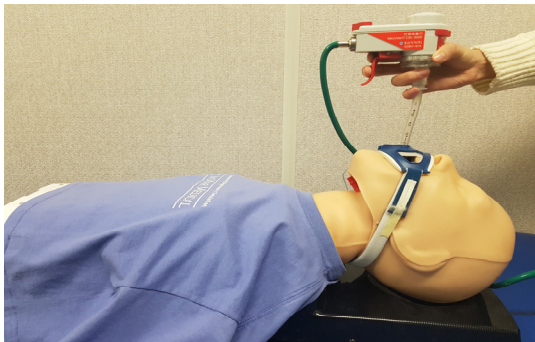


Figure 2. MicroVenT CSI-3000

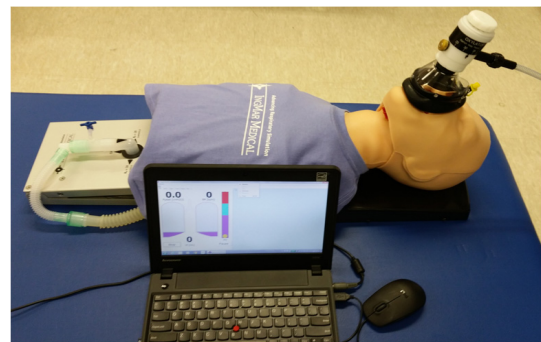


Figure 4. RespiTrainer® Advance and RespiTrainer® software

기로 자동과 수동 방식이 모두 가능하며, 기도내 공급압력 (Airway pressure) 25~50 cmH₂O으로 설정한 상태에서 산소 공급 버튼을 누르고 있는 시간만큼 산소가 공급되는 기구이다. 이번 실험에서는 수동 방식으로 사용하였으며, Oxylator EM-100의 관을 산소흡인시스템(MEF-22)에 연결한 후 기도내 공급압력은 제조회사에서 권고하고 있는 25 cmH₂O로 설정하여 사용하였다(Figure 1).

2.2.2 MicroVenT CSI-3000

MicroVenT CSI-3000 (Chosun Instrument Inc, Korea)은 압축산소 전달 방식의 기기로 자동과 수동 방식이 모두 가능하며, 수동모드에서는 분당 40 L의 유량으로 산소농도를 공급할 수 있고, 방아쇠 형태의 산소공급 손잡이를 잡아당기고 있는 시간만큼 산소가 공급되는 기구이다. 이번 실험에서는 수동 방식으로 사용하였으며, MicroVenT CSI-3000의 관을 산소흡인시스템(MEF-22)에 연결한 후 사용하였다 (Figure 2).

2.2.3 OXY-LIFE II

OXY-LIFE II (SanCheong, Korea)는 미국심장협회 2000년 가이드라인에 근거하여 품질기준을 획득한 제품으로 압축산소 전달 방식의 기기로 자동과 수동 방식이 모두 가능하며, 1회 환기량을 200~1,100 mL의 범위 내에서 설정할 수 있고, 수동버튼을 누르고 있는 시간만큼 산소가 공급되는 기구이다. 이번 실험에서는 수동 방식으로 사용하였으며, OXY-LIFE II의 관을 산소흡인시스템(MEF-22)에 연결한 후 사용하였다(Figure 3).

2.2.4 RespiTrainer® 와 RespiTrainer® software

RespiTrainer® Advance (version 1.1, IngMar, Pittsburgh, USA)는 광범위 전문기도삽관 교육과 숙련에 최적화된 장비로 실제와 같은 재질과 해부학적 구조를 따르고 있다. 고성능의 시험 폐(QuickLung®)는 성인에서 실제와 같은 폐 용량을 구현할 수 있고, 소프트웨어를 통해 환기량, 기도압력 등의 데이터 확인이 가능하다. 기도저항(resistance)과 순응도 (compliance)는 폐 질환이 없는 건강인의 평균치인 5 cmH₂O/

Table 1. Inspiratory Time of Positive Pressure Ventilation

Variables	Number of Ventilation	Mean (sec)	Min	Max	SD	F	p
Oxylator EM-100	50	1.00	.94	1.08	.036	.090	.914
MicroVenT CSI-3000	50	1.00	.93	1.07	.039		
OXY-LIFE II	50	1.00	.95	1.06	.034		

Table 2. Comparison of Delivered Volume

Variables	Mean (ml)	Min	Max	SD	F	p	Scheffe'
Oxylator EM-100 ^a	551.44	515.00	585.00	18.70	2086.40	.000	a>bc
MicroVenT CSI-3000 ^b	527.26	501.00	564.00	17.89			b<a, b>c
OXY-LIFE II ^c	369.46	341.00	398.00	12.30			c<ab

Table 3. Comparison of Airway Pressure

Variables	Mean (cmH ₂ O)	Min	Max	SD	F	p	Scheffe'
Oxylator EM-100 ^a	11.89	11.40	12.90	.41	2598.34	.000	a>bc
MicroVenT CSI-3000 ^b	11.66	11.20	12.60	.34			b<a, b>c
OXY-LIFE II ^c	8.02	7.50	8.60	.25			c<ab

L/s와 50 ml/cmH₂O로 설정하였다. RespiTrainer[®] software는 폐에 전달되는 평균 환기량, 최소 환기량, 최대환기량, 평균 기도내압, 최소 기도내압, 최대 기도내압, 분당 환기량 등을 측정할 수 있는 소프트웨어이다(Figure 4).

2.2.5 기관내삽관

기관내삽관에 사용된 튜브는 Mallinckrodt[®] I.D. 7.5를 사용하였고, 삽관 깊이는 22 cm에 고정하였으며, 커프는 10 mL의 공기를 주입한 후 고정기(Thomas[®] Tube Holder)로 움직이거나 빠지지 않도록 외부에서 고정하였다.

2.3 분석방법

수집된 자료는 SPSS software 18.0 (SPSS Ins., Chicago, IL, USA)을 이용하였고, 환기량과 기도내압은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로 분석하였다. 산소소생기 종류 별 환기량과 기도내압의 평균은 ANOVA를 이용하여 분석하였으며, 사후분석은 Scheffe를 이용하였다.

3. 결 과

3.1 일회 환기량 비교

기관내삽관을 통한 산소소생기 종류 별 환기량은 “Table 2”와 같다. 평균 환기량은 Oxylator EM-100이 551.44 ml (±18.70), MicroVenT CSI-3000은 527.26 ml (±17.89), OXY-LIFE II는 369.46 ml (±12.30)순으로 환기량의 차이를 보였다(p=.000).

3.2 기도압 비교

기관내삽관을 통한 산소소생기 종류 별 기도내압은 “Table 3”와 같다. 평균 기도내압은 Oxylator EM-100이 11.89 cmH₂O (±.41), MicroVenT CSI-3000은 11.66 cmH₂O (±.34), OXY-LIFE II는 8.02 cmH₂O (±.25)순으로 기도내압의 차이를 보였다(p=.000).

4. 고 찰

구급차량에 비치되어 있는 산소소생기 종류 별 환기방법이나 환기량, 기도내압 등을 비교 분석한 연구는 전혀 없다. 유사한 연구가 Oxylator EM-100을 활용한 환기량과 기도내압 비교 연구로 전문기도삽관 종류에 따른 적절한 환기량을 제공하는 연구가 있었다⁽¹³⁾. 그러나 산소소생기 종류 별 흡기시간에 따른 환기량이나 기도내압을 비교분석하여 사용방법에 대한 근거를 제시한 연구가 없다.

이 연구는 기관내삽관이 시행된 심정지 모델을 이용하였고, 2015년 가이드라인에 근거해서 산소공급 시간을 1초 동안 시행하였을 때 폐에 전달되는 환기량과 기도내압을 측정하였다. 연구결과 환기량은 Oxylator EM-100이 551.44 ml로 가장 높게 나타났고, 그 다음이 MicroVenT CSI-3000으로 527.26 ml를 보여 두 그룹 간 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 OXY-LIFE II는 369.46 ml로 낮게 나타났으며, 다른 그룹에 비해 158~182 ml의 차이를 보였다. 이는 2015년 지침에서 권고하는 일회호흡량에 비해 부족한 환기량으로 산소공급 버튼을 1초 동안 눌러서는 적정량의 환기량을 기대할 수 없는 결과이다. Joseph 등⁽¹⁴⁾의 Oxylator EM-100을 산소마스크와 연결한 마네킹 연구에서 보여준 1196 ml의 환기량 보다 많이 낮았다. 이러한 차이는 1992년 가이드라인에 근거한 일회호흡량 700~1000 ml 권고기준에 의해 시행된 결과이며, Shin 등⁽¹³⁾의 전문기도 삽관에서 Oxylator EM-100을 활용한 환기량 비교연구에서는 537.97~488.19 ml 보여 2015년 가이드라인에 근거한 일회호흡량 500~600 ml 권고기준을 충분히 반영한 결과로 생각되어진다.

기도내압은 20~25 cmH₂O를 초과할 경우 폐 손상을 가능성과 역류성 및 흡입성 합병증을 초래할 수 있다^(15,16). Oxylator EM-100을 이용하여 환기를 시행한 결과 기도내압은 11.89 cmH₂O로 나타났고, MicroVenT CSI-3000은 11.66 cmH₂O를 보여 두 그룹 간 차이는 크지 않았다. 그러나

OXY-LIFE II는 8.02 cmH₂O를 보여 비교적 낮은 압력으로 환기가 제공되고 있는 것을 확인할 수 있었다. Shin 등⁽⁷⁾의 연구에서는 기관내삽관을 통한 496 ml의 호흡량을 전달하기 위한 기도내압은 11.67 cmH₂O이었고, Shin 등⁽¹³⁾ 537.97~488.19 ml의 호흡량을 전달하기 위한 기도내압은 11.34~10.61 cmH₂O임을 고려한다면 Oxylator EM-100과 MicroVenT CSI-3000은 적절한 기도내압을 보여준 것으로 생각해볼 수 있다.

그동안 심정지 현장에서 백-벨브마스크를 활용한 환기 방법을 일반적으로 사용하고 있었는데, Jo 등의⁽¹⁷⁾ 연구, Cho 등의⁽¹⁸⁾ 연구, Lee 등의⁽¹⁹⁾ 연구, Moon 등의⁽²⁰⁾ 연구에서 보여준 평균 환기량은 320~524 ml로 다양한 결과를 보여 주었고, 이상의 연구들은 2010년 가이드라인에 근거한 일회호흡량을 전달하기 위한 1/3 백 압착 방법으로 진행된 연구였다. 이러한 이유는 백-벨브마스크의 밀착도와 백-압착 정도에 따라 차이를 보이는 것으로 생각할 수 있으며, 과환기(hyperventilation) 및 과다량(high volume), 저용량(low volume)을 줄이기 위해서는 지속적인 교육 및 질적 관리가 이루어져야 한다. 반면, 기관내삽관 등 전문기도삽관이 시행된 경우에는 산소소생기의 수동방식을 이용한 환기가 백-벨브마스크 환기방법에 비해 사용이 비교적 쉽고, 특히 현장에서 병원으로 이송 중 움직이는 공간에서 산소공급이 쉽게 공급될 수 있다.

그러나 현재 구급차량에 비치되어 있는 산소소생기 수동방식 사용은 Oxylator EM-100과 OXY-LIFE II는 2초 동안 흡기시간을 유지하고, MicroVenT CSI-3000은 환자의 가슴이 충분히 오르면 수동레버를 풀어줄 수 있도록 사용매뉴얼에 소개되어 있다. 이러한 이유는 과거 2005년 이전의 가이드라인에 근거한 산소공급 방식이며, 그 이후 119구급대에 지속적으로 산소소생기가(Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II) 공급되었음에도 불구하고 사용방법에 대한 매뉴얼은 개선되지 못하였다. 이번 연구에서 1초 동안 산소공급 버튼을 누르거나 방아쇠를 잡아 당겼을 경우 Oxylator EM-100과 MicroVenT CSI-3000은 551.44~527.26 ml의 산소가 공급되어 일회호흡량(500-600 ml)이 효과적으로 전달되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 2015년 새로운 지침에 맞게 사용설명서를 수정하여 현장에서 사용하는 구급대원들에게 교육의 기회를 주고 산소소생기 종류 별 사용방법의 혼선을 차단하여 적정량의 환기량이 전달될 수 있도록 수정·보완되어야 한다. 또한 사용자의 과호흡과 과다기도내압을 피하기 위해 지속적인 연습과 교육을 통하여 문제점을 해결하여야 한다.

이 연구는 소방 구급차에 비치되어 있는 산소소생기 수동방식을 이용하였을 경우 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II의 환기량과 기도내압을 비교분석한 연구이다. 기존의 연구결과와 비교해보면 Oxylator EM-100과 MicroVenT CSI-3000은 대략 500 ml의 산소를 공급할 때 필요한 기도내압은 11 cmH₂O인 것으로 생각해볼 수

있었고, 1 초 동안 산소공급 버튼을 눌러 환기를 시행할 경우 일회호흡량(500-600 ml)이 전달 가능한 것으로 확인되었다. 그러나 OXY-LIFE II는 동일한 조건에서 환기량 369.46 ml와 기도내압 8.02 cmH₂O를 보여 현장에서 사용할 경우 일회호흡량 전달에는 부족함을 보여 추가 연구를 통한 보완이 필요해 보인다.

산소소생기 수동방식은 산소공급 버튼과 방아쇠를 누르거나 당기는 시간이 따라 폐에 전달되는 환기량에 차이가 난다. 산소공급 버튼을 누르는 시간이 Oxylator EM-100의 경우 1.00초(±0.036), MicroVenT CSI-3000은 1.00초(±0.039), OXY-LIFE II는 1.00초(±0.034)에 시행된 것으로 확인되었지만 1초 동안 산소공급 버튼을 누르거나 당기는데 발생하는 어려움, 실제 환자를 대상으로 진행된 연구가 아닌 실험 폐를 이용한 연구이었던 관계로 기도저항과 해부학적 차이 등을 고려하지 못한 점, 움직이는 상태에서 진행한 실험이 아니라 고정된 침대에서 실험을 진행 점 등은 연구의 제한점이다.

5. 결 론

이 연구는 119구급대에 필수 장비로 비치되어 있는 산소소생기 Oxylator EM-100, MicroVenT CSI-3000, OXY-LIFE II의 환기량과 기도내압을 비교분석한 연구로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다. 첫 번째, 평균 환기량은 Oxylator EM-100이 551.44 ml (±18.70), MicroVenT CSI-3000은 527.26 ml (±17.89), OXY-LIFE II는 369.46 ml (±12.30)의 환기량 보였다. 두 번째, 평균 기도내압은 Oxylator EM-100이 11.89 cmH₂O (±.41), MicroVenT CSI-3000은 11.66 cmH₂O (±.34), OXY-LIFE II는 8.02 cmH₂O (±.25)의 기도내압을 보였다. 세 번째, 수동모드 사용 시 1초 동안 산소공급을 할 경우 Oxylator EM-100과 MicroVenT CSI-3000은 551.44~527.26 ml의 산소가 공급되어 일회호흡량(500-600 ml)이 전달되는 것으로 확인할 수 있었다. 이 연구는 선행연구가 없었다는 점, 현장에서 산소소생기 종류 별 적절한 환기량 전달을 위한 방법을 검증하여 사용방법에 대한 기초자료를 제공하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

References

1. T. P. Aufderheide, G. Sigurdsson, R. G. Pirralo, D. Yannopoulos, S. McKnite, C. von Briesen, C. W. Sparks and C. J. Conrad, et al. "Hyperventilation Induced Hypotension During Cardiopulmonary Resuscitation", *Circulation*, Vol. 109, No. 16, pp. 1960-1965 (2004).
2. V. Dorges, H. Ocker, S. Hagelberg, V. Wenzel and P. Schmucker, "Optimisation of Tidal Volumes Given with Self-inflatable Bags without Additional Oxygen", *Resuscitation*, Vol. 43, No. 3, pp. 195-199 (2000).

3. S. M. Jo and H. K. Jung, "Differentiation of Tidal Volume & Mean Airway Pressure with Different Bag-Valve-Mask Compression Depth and Compression Rate", *Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 16, No. 2, pp. 67-74 (2012).
4. T. P. Aufderheide and K. G. Lurie, "Death by Hyperventilation: A Common and Life-Threatening Problem During Cardiopulmonary Resuscitation", *Crit Care Med*, Vol. 32, No. 9, pp. 345-351 (2004).
5. J. F. O'Neill and C. D. Deakin, "Do We Hyperventilate Cardiac Arrest Patients?", *Resuscitation*, Vol. 73, No. 1, pp. 82-85 (2007).
6. B. S. Abella, J. P. Alvarado, H. Myklebust, D. P. Edelson, A. Barry, N. O'Hearn, T. L. Vanden Hoek and L. B. Becker, "Quality of Cardiopulmonary Resuscitation During In-Hospital Cardiac Arrest", *JAMA*, Vol. 293, No. 3, pp. 305-310 (2005).
7. S. Y. Shin, J. G. Lee and S. G. Roh, "Comparative Analysis of Tidal Volume and Airway Pressure with a Bag-valve Mask using RespiTrainer", *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 28, No. 6, pp. 76-81 (2014).
8. Law for Rescue·Emergency Medical Services, Ministry of Government Legislation.
9. J. M. Murray and D. C. Seaberg. "Demand Valve Ventilation in a Swine", *American journal of Emergency Medicine*, Vol. 14, No. 1, pp. 13-15 (1996).
10. J. Joseph, Osterwalder and W. Schuhwerk, "Effectiveness of Mask Ventilation in a Training Mannikin. A Comparison Between the Oxylator EM100 and the Bag-Valve Mask Device", *Resuscitation*, Vol. 36, pp. 23-27 (1998).
11. V. N. Jr Mosesso, K. Lukitsch, J. Menegazzi and J. Mosesso, "Comparison of Delivered Volumes and Airway Pressures when Ventilating Through an Endotracheal Tube with Bag-Valve Versus Demand-Valve", *Prehosp Disaster Med*, Vol. 9, No. 1, pp. 24-28 (1994).
12. R. R. Jr Fluck and J. G. Sorbello, "Comparison of Tidal Volumes, Minute Ventilation, and Respiratory Frequencies Delivered by Paramedic and Respiratory Care Students with Pocket Mask Versus Demand Valve", *Respir Care*, Vol. 36, No. 10, pp. 1105-1112 (1991).
13. S. Y. Shin and S. G. Roh, "Comparative of Ventilatory Volume and Airway Pressures using Oxylator EM-100", *Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 29, No. 5, pp. 104-109 (2015).
14. J. Joseph, Osterwalder and W. Schuhwerk, "Effectiveness of Mask Ventilation in a Training Mannikin. A Comparison Between the Oxylator EM100 and the Bag-valve Mask device", *Resuscitation*, Vol. 36, pp. 23-27 (1998).
15. R. M. Walls, M. F. Murphy and R. C. Luten, "Manual of Emergency Airway Management 3rd ed", Philadelphia, USA (2008).
16. A von Goedecke, K. Bowden, V. Wenzel, C. Keller and A. Gabrielli : "Effects of Decreasing Inspiratory Times During Simulated Bag-Valve-Mask Ventilation", *Resuscitation*, Vol. 64, No. 3, pp. 321-325 (2005).
17. S. M. Jo and H. K. Jung, "Differentiation of Tidal Volume & Mean Airway Pressure with Different Bag-Valve-Mask Compression Depth and Compression Rate", *Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 16, No. 2, pp. 67-74 (2012).
18. Y. C. Cho, S. W. Cho, S. P. Chung, K. Yu, O. Y. Kwon and S. W. Kim, "HOW can a Single Rescuer Adequately Deliver Tidal Volume with a Manual Resuscitator? An Improved Device for Device for Delivering Regular Tidal Volume", *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*, Vol. 28, No. 1, pp. 40-43 (2010).
19. H. Y. Lee, K. W. Jeung, B. K. Lee, S. J. Lee, Y. H. Jung, G. S. Lee, Y. I. Min and T. Heo, "The Performances of Standard and ResMed Masks During Bag-Valve-Mask Ventilation", *Prehosp Emerg Care*, Vol. 17, No. 2, pp. 235-240 (2013).
20. J. S. Moon, J. H. Oh, C. W. Kim, S. E. Kim and S. J. Lee, "Effects of Audio Tone Guidance on Performance of Positive-pressure Ventilation using a Bag-valve Device", *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*, Vol. 23, No. 4, pp. 464-469 (2012).