

# 개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술이 인공호흡기 사용 중환자의 산소포화도와 활력징후에 미치는 효과

서민숙<sup>1</sup> · 박경숙<sup>2</sup>

중앙대학교 의과대학 간호학과 대학원생<sup>1</sup>, 교수<sup>2</sup>

## A Comparison of the Opened Versus Closed-System of Suctioning -In Oxygen Saturation, Vital Signs and Suction Time-

Seo, Min Sook<sup>1</sup> · Park, Kyung Sook<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate Student, <sup>2</sup>Professor, Department of Nursing, Chung-Ang University

**Purpose:** The purpose of this study was to compare the difference of change in oxygen saturation, vital signs and suction time taken for the suctioning during endotracheal suctioning performed with closed suction system and with opened suction system. **Methods:** Data were collected from 31 adult patients with ventilator treatment who were admitted to a university hospital in Seoul and the collection period was from July 1 to November 15, 2005. Oxygen saturation, heart rate, respiration rate and mean arterial pressure were collected immediately prior to the suctioning intervention, during and 1 and 5 minutes after the suctioning from opened suction system and closed suction system. **Results:** 1) The difference in oxygen saturation was statistically significant in recovery time for oxygen saturation to return to baseline values after suctioning was significantly rapid on closed suction system ( $p < .05$ ). 2) The difference in heart rate, respiration rate and mean arterial pressure was statistically insignificant 3) The suction time was shorter in closed suction system. **Conclusion:** Closed suction system is more efficient, as compared with the open suction system in the ventilator treatment.

**Key Words :** Opened suction system, Closed suction system, Oxygen saturation, Vital signs, Suction time

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성

중환자실에 입원한 환자가 인공호흡기 치료를 받기 위해서는 기관 내 삽관이 필요하다. 기관 내 삽관을 시행하면 하기도 분비물의 제거가 감소되고 기침을 효과적으로 할 수 없게 되어 분비물의 이동이 약화됨으로써 자연적인 분비물 배출이 힘들어지게 된다. 또한 연

하기능이 방해되어 분비물이 상기도에 고여 있게 되므로 분비물의 제거를 위해 흡인이 필수적이다(Yum, Lee, Lee, Chin, & Choi, 2005). 이러한 기관지 흡인에는 흔히 개방형 흡인이 사용되고 있다.

그러나 기관지 흡인을 실시하면 기도내의 분비물뿐만 아니라 동시에 상당량의 산소를 폐로부터 빨아내므로 저산소증을 초래하고(Yum et al., 2005), 무기폐, 저산소증, 서맥, 부정맥, 뇌압상승 등의 부작용을 초래하여 환자의 치료과정에 부정적인 영향을 미칠 수 있다

**Corresponding address:** Park, Kyung Sook, Department of Nursing, Chung-Ang University, 221 Heuksuk-dong, Dongjak-gu, Seoul 156-756, Korea. Tel: 82-2-820-5676, Fax: 82-2-824-7961, E-mail: kspark@cau.ac.kr

투고일 2007년 9월 5일 수정일 2008년 8월 18일 게재확정일 2008년 8월 19일

(John, 2004). 또한 기관지 흡인으로 인한 저산소혈증에 관련된 요인에는 흡인시간이 있는데, 지나치게 긴 흡인시간이 기도에 잔류하는 산소량을 감소시키고 팽창되어 있는 공기를 같이 흡인하여 폐포를 쪼그라들게 하여 저산소증과 무기폐를 일으킨다(Clochesy, Breu, Carlin, Whittaker, & Rudy, 1996).

기관지 흡인 시 중요한 점은 흡인으로 인한 저산소혈증을 예방하는 것이다. 일반적인 기관지 흡인술은 개방형 흡인술로서 인공호흡 회로가 일시적으로 분리되고, 카테터 삽입으로 기도가 부분적으로 막힘으로 저산소증이 발생된다. 이에 반해 폐쇄형 흡인술은 인공호흡기와 기관 내 튜브를 특수관으로 연결하여 인공호흡기를 환자에게서 분리시키지 않고 흡인하는 방법으로 흡인동안 지속적인 산소공급으로 호기말 양압을 유지시켜줌으로써 저산소혈증을 예방할 수 있다(Sole, Byers, Ludy, & Ostrow, 2002).

개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술을 비교한 선행연구들이 이루어졌는데 일부 연구에서 폐쇄형 흡인술이 저산소혈증으로 인한 합병증 예방에 효과가 있는 것으로 나타났다. 폐쇄형 흡인술은 개방형 흡인술에 비해 산소포화도 변화(Hopkin, Mahlmeister, Koo, & Cohen, 1990; Park, 1997; Park, 2002), 심박동수 변화(Lee, Ng, Tan, & Ang, 2001; Park, 2002), 흡인시간(DePew, Moseley, Clark, & Morales, 1994)이 적은 것으로 나타났다. 그러나 미숙아를 대상으로 한 Kim, Ahn, Park, Choi와 Yoo(1998)의 연구에서는 산소포화도 변화와 심박동수 변화에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 급성호흡부전 환자를 대상으로 한 Hardie와 Kirchhoff(1989)의 연구에서는 산소포화도, 심박동수, 호흡수, 혈압 모두에서 차이가 없는 것으로 나타나서 상반된 결과를 보여주었다.

이는 폐쇄형 흡인술이 개방형 흡인술에 비해 흡인기간이 짧고 저산소혈증 유발을 적게 함으로써 산소포화도를 포함한 혈액학적 변화를 감소시킨다는 근거로서 상반된 결과를 보였으므로 반복 연구가 필요하다. 또한 폐쇄형 흡인술은 저산소혈증 예방뿐 아니라 인공호흡기 관련 폐렴에도 효과적인 것으로 나타났다(Lee, Kim, & Kim, 2004). 폐쇄형 흡인술은 개방형 흡인술에

비해 많은 장점을 가지고 있으므로 폐쇄형 흡인술에 대한 연구가 필요하다. 한편 국내 연구에서는 산소포화도, 심박동수, 평균 동맥압 변화를 본 연구(Kim et al., 1998; Lee et al., 2004; Park, 1997; Park, 2002)가 대부분이므로 저산소혈증과 관련이 있는 흡인시간, 호흡수를 같이 본 연구는 없다.

이에 본 연구는 성인 중환자를 대상으로 산소포화도와 활력 징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압), 흡인 시간에 대해서 비교하여 폐쇄형 흡인술의 효율성을 밝히고자 하며 이를 통해 임상에서의 활용을 도모하고자 한다.

## 2. 연구목적

본 연구의 목적은 인공호흡기를 사용하는 중환자에게 교대료(중복노출) 적용한 개방형과 폐쇄형 기관지 흡인술이 산소포화도와 활력 징후에 미치는 영향을 비교하는 것이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 개방형 기관지 흡인술과 폐쇄형 기관지 흡인술 후 대상자의 산소포화도 차이를 확인한다.
- 개방형 기관지 흡인술과 폐쇄형 기관지 흡인술 후 활력징후 차이를 확인한다.
- 개방형 기관지 흡인술과 폐쇄형 기관지 흡인술 후 흡인소요 시간의 차이를 확인한다.

## 3. 연구가설

**가설 1.** 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군 보다 산소포화도의 변화가 적을 것이다.

**가설 2.** 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군 보다 활력징후의 변화가 적을 것이다.

· 부가설 2-1. 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군 보다 심박동수의 변화가 적을 것이다.

· 부가설 2-2. 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군보다 호흡수의

변화가 적을 것이다.

- 부가설 2-3. 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군보다 평균 동맥압의 변화가 적을 것이다.

**가설 3.** 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 실험군은 개방형 기관지 흡인술을 한 대조군보다 흡인 소요시간이 짧을 것이다.

#### 4. 용어정의

##### 1) 인공호흡기

인공호흡기는 일정한 압력 또는 환기량을 기도내로 전달하여 폐를 확장시키고 또한 폐가 수축되도록 구조적으로 만들어진 기계를 말하며, 호흡부전 발생 시 치료를 위하여 적용한다(Kim, 1997). 본 연구에서는 환자에게 적용한 용적 조절 양식의 인공호흡기를 말한다.

##### 2) 기관지 흡인술

기관지 흡인술은 무균술을 지키며 음압을 주지 않고 흡인관을 기관 내관에 삽입한 뒤 간헐적으로 음압을 주면서 흡인관을 회전시켜 빼내는 동안 기도 내의 분비물을 제거해 내는 과정을 말한다(Pilbeam, 1998). 본 연구에서는 기관지 흡인술을 개방형과 폐쇄형으로 구분하였다. 개방형 기관지 흡인술은 인공호흡기를 인공내관과 분리하여 일회용 케테터를 이용하여 흡인하는 것을 말하는데 흡인 전후에 ambu bag으로 과산소화를 실시한다. 폐쇄형 기관지 흡인술은 인공호흡기를 인공내관과 분리하지 않고 In-line 카테터를 이용하여 흡인하는 것을 말한다.

##### 3) 산소포화도

혈색소와 실제로 결합한 산소의 양으로 %로 표시된다(Kim, 1997). 본 연구에서는 맥박산소측정기를 통해 얻어진 것으로 헤모글로빈에 흡수되는 빛과 조직을 통과하여 광감지기로 전달되는 빛 등 두 가지의 광원을 포함하는 광센서를 이용하여 조직을 통과하는 빛의 양이 산화 헤모글로빈의 %를 나타내는 수치로 바뀌어 기계에 표시된 수치를 말한다.

#### 4) 활력징후

##### (1) 심박동수

심박동수란 심장의 수축과 이완에 따라 일어나는 동맥벽의 주기적인 파동으로 분당 횡수를 말한다(Choi, Kim, Park, Choi, & Lee, 2004). 본 연구에서는 심전도에 나타난 심박동수치를 말한다. 심전도란 심장 주기 동안 심근 수축에 의해 발생하는 활동 전압을 신체 표면에서 포착하여 그래프로 나타낸 것(Choi et al., 2004)이며, 심전도에서 심박동수치의 측정은 P wave나 R wave의 간격으로 측정되는 수치를 말한다.

##### (2) 호흡수

호흡이란 신체와 대기와의 가스교환, 신진대사와 흡기와 호기에 의한 호흡운동 모두를 의미하며, 분당 횡수로 표시된다(Hong & Kang, 1987). 본 연구에서는 RA와 LL electrode 사이의 전기적인 임피던스에 의해 흉부 움직임(chest movement)을 측정하여 모니터에 나타나도록 한 것으로 1분당 횡수로 측정된 것을 말한다.

##### (3) 평균 동맥압

심장 주기 동안에 그려지는 압력-맥파곡선을 시간에 대하여 적분하여 얻은 중간치를 말하며 (수축기혈압-이완기혈압) / 3 + 이완기혈압으로 계산된다(Choi et al., 2004). 본 연구에서는 GE Patient monitor<sup>®</sup>에 나타난 평균 동맥압 수치를 말한다.

##### 5) 흡인 소요시간

흡인 소요시간이란 간호사가 환자에게 흡인 간호를 위해 제공하는 간호행위에 소요되는 간호시간을 말한다(Kang, 1993). 본 연구에서 흡인 소요시간은 흡인에 소요되는 시간을 초단위로 측정한 수치이다.

## II. 연구방법

### 1. 연구설계

본 연구는 인공호흡기를 사용한 중환자에게 개방형과 폐쇄형 기관지 흡인술 적용 시 산소포화도와 활력

징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)에 미치는 영향을 규명하기 위한 교차 반복측정 실험설계이다(Cross-over repeated measure design)(Fig. 1). 이와 같은 교차 반복 측정 실험설계를 선택한 이유는 산소포화도와 활력징후에 미치는 외생변수를 최소화하기 위함이다. 그리고 반복측정 실험설계의 이월효과(carry over effect)를 배제하기 위해 계통적 순번 교체법(count balancing)을 사용하였으며, 입원하는 순서대로 번호를 매겨 홀수번은 개방형 흡인을 먼저 실시하였고 짝수번은 폐쇄형 흡인을 먼저 시행하였다. 또한 순서효과(order effect)를 배제하기 위해 개방형과 폐쇄형의 순서를 바꾸어 1시간 간격으로 3번씩 교대로 기관지 흡인을 실시하였다.

**2. 연구대상자**

본 연구의 대상자는 2005년 7월 1일부터 11월 15일까지 서울시에 소재한 C대학병원 중환자실에 입원한 성인 환자 중 기관 내 삽관을 하고 인공호흡기 치료를 받고 있는 환자 31명을 대상으로 하였다. Cohen(1988)에 의거할 때 유의수준  $\alpha = .05$ , 효과크기  $f = .40$ , 검정력  $power = .80$ 으로 했을 때 필요한 표본수는 각 집단이 26명이므로 표본수는 확보되었다. 구체적인 대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 1시간마다 기관 흡인을 실시하는 환자.
- 인공기도의 크기는 내관이 7.5 mm 이상인 환자
- 흉부 엑스선상 폐질환을 가지고 있는 환자
- 인공호흡기의 모드가 보조/조절 환기(A/C)인 환자

**3. 연구도구**

**1) 개방형 흡인술**

인공호흡기를 인공내관과 분리하여 일회용 카테터 12 Fr를 이용하여 흡인 시간 10초, 흡인 압력 120 mmHg로 기관지 흡인을 시행하는 것으로 기관지 흡인 전후에 10 L/min 산소를 연결한 ambu bag으로 과산소화를 2초에 3번 실시하는 것을 말한다.

**2) 폐쇄형 흡인술**

인공호흡기와 인공 내관과 분리하지 않고 Ballard사에서 제작한 In-line 카테터를 이용하여 흡인 시간 10초, 흡인 압력 120 mmHg로 기관지 흡인을 시행하는 것을 말한다.

**3) 산소포화도, 활력징후(심박동수, 평균 동맥압, 호흡수)**

GE Patient monitor<sup>®</sup>를 이용하여 측정한 수치를 말한다.

**4. 자료수집 및 실험처치**

기관지 흡인술의 정확성과 신뢰성을 위하여 모든 환자의 기관지 흡인은 연구자가 직접 실시하였다. 자제한 자료수집과 실험처치 과정은 다음과 같다.

**1) 기관지 흡인 전 산소포화도와 활력징후 측정**

|          | Before suction | Order of tracheal suction |       | Post suction        |                     |
|----------|----------------|---------------------------|-------|---------------------|---------------------|
|          |                | During suction            |       | After suction 1 min | After suction 5 min |
| Odd no.  | Yb             | OSS/CSS                   |       | Yo1/Yc1             | Yo5/Yc5             |
|          |                | Yo/Yc                     | Yo/Yc |                     |                     |
| Even no. | Yb             | CSS/OSS                   |       | Yo1/Yc1             | Yo5/Yc5             |
|          |                | Yo/Yc                     | Yo/Yc |                     |                     |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; Y, SpO<sub>2</sub>, vital sign(heart rate, respiration rate, mean arterial pressure); Yb, Y score before suction; Yo/Yc, Y score during OSS/Y score during CSS; Yo1/Yc1, Y score after OSS 1 min/Y score after CSS 1 min; Yo5/Yc5, Y score after OSS 5 min/Y score after CSS 5 min.

**Fig. 1.** Research design.

흡인 5분전에 대상자를 양와위로 놓고 5분 동안 환자에게 자극을 주지 않았다. 기관지 흡인 직전에 산소포화도, 활력징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)를 GE Patient monitor(R)를 이용하여 측정하였다.

## 2) 기관지 흡인 중 산소포화도와 활력징후 측정

기관지 흡인을 2번 실시하는 동안 환자의 산소포화도, 활력징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)를 GE Patient monitor<sup>®</sup>를 이용하여 2번(흡인 중 측정 1, 2) 측정한 후 그 평균값을 구하였다.

### (1) 개방형 흡인 중 측정

먼저 손을 씻고 일회용 장갑을 착용한 후 흡인에 필요한 물품을 준비한다. 흡인기의 압력을 작동시켜 흡인 카테터의 압력조절구멍을 폐쇄하고 흡인 압력을 120 mmHg로 조정한 후 인공호흡기를 제거한 뒤에 10 L/min의 산소가 연결된 ambu bag으로 과환기를 2초에 3번 실시한다(흡인 중 측정 1) 인공기도 길이만큼 카테터를 삽입하여 120 mmHg의 음압을 이용하여 10초 동안 부드럽게 돌려가며 빼낸다. 15초간 기존 세팅으로 인공호흡기를 적용한다. 다시 같은 방법으로 재흡인한 후(흡인 중 측정 2) 10 L/min의 산소가 연결된 ambu bag으로 과환기를 2초에 3번 실시한 후 인공호흡기를 적용한다.

### (2) 폐쇄형 흡인 중 측정

먼저 손을 씻고 일회용 장갑을 착용한 후 흡인에 필요한 물품을 준비한다. Wall suction tube를 control valve와 연결한 후 control valve를 엄지로 눌러 흡인기의 압력을 120 mmHg로 조절한 후 T-piece를 한손으로 잡고 한손으로 카테터를 4~5인치 밀어 넣는다. Irrigation port에 주사기로 생리식염수 3 cc를 주입한 후에 irrigation port의 덮개를 닫는다. 인공기도만큼 카테터를 계속 밀어 넣는다. Thumb gauge를 누르면서 10초 동안 부드럽게 흡인 한 후(흡인 중 측정 1) 카테터 sleeve 길이만큼 카테터를 완전히 빼다. 15초간 기존 방식으로 인공호흡을 한다. 같은 방법으로 재흡인한 후(흡인 중 측정 2) thumb gauge를 돌려서 잠근다.

## 3) 기관지 흡인 후 산소포화도와 활력징후 측정

기관지 흡인이 끝난 후 5분 동안 외부자극을 주지 않는다. 흡인을 마치고 나서 1분 후, 5분 후에 각각 산소포화도, 활력징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)를 GE Patient monitor<sup>®</sup>를 이용하여 측정하였다.

## 4) 기관지 흡인 소요시간 측정

### (1) 개방형 흡인 소요시간

흡인기의 압력기를 작동시켜서 기관지 흡인을 시작해서 프로토콜에 의해 2번의 흡인 후 인공호흡기를 부착하기까지의 시간을 초 단위로 측정하였다.

### (2) 폐쇄형 흡인 소요시간

Wall suction tube를 control valve와 연결한 후 control valve를 엄지로 눌러 흡인기의 압력을 켜서 기관지 흡인을 시작해서 프로토콜에 의해 2번의 흡인의 실시 후 thumb gauge를 돌려서 잠그는 시점까지를 초 단위로 측정하였다.

## 5. 자료분석

본 연구의 수집된 자료는 SPSS/WIN 11.5 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 빈도와 백분율, t-test, 반복 측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 일반적, 질병관련, 인공호흡기 관련 특성

본 연구대상자의 일반적, 질병 관련 및 인공호흡기 관련 특성은 다음과 같다(Table 1). 전체 대상자 31명 중 남자는 19명(61.3%), 여자는 12명(38.7%)로 남자 대상자가 많았다. 연령별로는 60~69세가 11명(35.5%)으로 가장 많았으며, 진단명은 흡인성 폐렴과 폐렴이 각각 11명(35.5%)으로 가장 많았으며, 다음으로 심부전과 만성폐쇄성 폐질환, 폐부종 2명(6.5%), 만성 신부전과 폐암, 패혈증 1명(3.2%) 순이었다. APACHE(Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) 점수는 60

**Table 1.** General and disease related characteristics (N=31)

| Characteristics | Variables            | n (%) or M ± SD |
|-----------------|----------------------|-----------------|
| Sex             | Male                 | 19 (61.3)       |
|                 | Female               | 12 (38.7)       |
| Age             |                      | 67.58 ± 13.39   |
|                 | < 60                 | 7 (22.6)        |
|                 | 60 ~ 69              | 11 (35.5)       |
|                 | 70 ~ 79              | 6 (19.4)        |
|                 | > 80                 | 7 (22.6)        |
| Diagnosis       | Aspiration pneumonia | 11 (35.5)       |
|                 | CHF                  | 2 (6.5)         |
|                 | COPD                 | 2 (6.5)         |
|                 | CRF                  | 1 (3.2)         |
|                 | Lung cancer          | 1 (3.2)         |
|                 | Pneumonia            | 11 (35.5)       |
|                 | Pulmonary edema      | 2 (6.5)         |
|                 | Sepsis               | 1 (3.2)         |
| APACHE          |                      | 77.29 ± 16.42   |
|                 | < 60                 | 3 (9.7)         |
|                 | 60 ~ 69              | 9 (29.0)        |
|                 | 70 ~ 70              | 5 (16.1)        |
|                 | 80 ~ 89              | 6 (19.4)        |
|                 | 90 ~ 99              | 6 (19.4)        |
|                 | > 100                | 2 (6.5)         |
| RR              |                      | 19.00 ± 4.22    |
|                 | < 15                 | 4 (12.9)        |
|                 | 15 ~ 19              | 11 (35.5)       |
|                 | 20 ~ 24              | 13 (41.9)       |
|                 | > 25                 | 3 (9.7)         |
| Mortality (%)   |                      | 48.63 ± 15.52   |
|                 | < 30                 | 3 (9.7)         |
|                 | 30 ~ 39              | 10 (32.3)       |
|                 | 40 ~ 49              | 4 (12.9)        |
|                 | 50 ~ 59              | 6 (19.4)        |
|                 | 60 ~ 69              | 6 (19.4)        |
|                 | > 70                 | 2 (6.5)         |

CHF, congestive heart failure; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRF, chronic renal failure; APACHE, acute physiology and chronic health evaluation; RR, respiration rate.

~ 69점이 29.0%로 가장 많았으며, 다음으로 80~89점 과 90~99점 19.4%, 70~79점 16.1%, 60점 미만 9.7% 순으로 나타났다. 호흡수는 20~24회가 13명(41.9%), 15~19회가 11명(35.5%), 15회 미만이 4명(12.9%) 순

이었다. 사망률은 30.00~39.99%가 10명(32.3%), 50.00~59.99%와 60.00~69.99%가 6명(19.4%), 30.00% 미만이 4명(9.7%) 순으로 나타났다.

인공호흡기 관련 특성 중 구동방식은 모두 용적조절 양식(AC)이었으며, 흡입 산소 농도는 21%에서 90%로 평균 흡입 산소 농도는 46.19%였다. 호기말 양압은 0~4 cmH<sub>2</sub>O가 58.1%로 절반 이상을 차지하였으며, 평균 호기말 양압은 2.94 cmH<sub>2</sub>O였다.

## 2. 동질성 검증

산소포화도와 활력징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)에 대한 동질성 검증을 위해서 개방형 흡인과 폐쇄형 흡인 실시 전의 수치들의 평균값을 가지고 분석하였다(Table 2). 개방형 흡인과 폐쇄형 흡인 전의 산소포화도와 활력징후(심박동수, 호흡수, 평균 동맥압)는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 동질성이 확보되었다( $t = -0.54$   $p = .593$ ,  $t = -0.12$   $p = .907$ ,  $t = -0.52$   $p = .606$ ,  $t = -0.50$   $p = .616$ ).

**Table 2.** Homogeneity test for SpO<sub>2</sub>, vital sign

| Classification   | OSS(n=31)      |                | CSS(n=31) |        | t | p |
|------------------|----------------|----------------|-----------|--------|---|---|
|                  | M ± SD         | M ± SD         | M ± SD    | M ± SD |   |   |
| SpO <sub>2</sub> | 97.80 ± 1.43   | 97.99 ± 1.41   | -0.54     | .593   |   |   |
| Vital sign       |                |                |           |        |   |   |
| HR               | 106.19 ± 21.76 | 106.83 ± 20.90 | -0.12     | .907   |   |   |
| RR               | 21.17 ± 4.91   | 21.87 ± 5.72   | -0.52     | .606   |   |   |
| MAP              | 83.77 ± 13.14  | 85.60 ± 15.25  | -0.50     | .616   |   |   |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; SpO<sub>2</sub>, Oxygen saturation of pulse oximetry; HR, heart rate; RR, respiration rate; MAP, mean arterial pressure.

## 3. 가설검증

기관지 흡인 전, 흡인 중 그리고 흡인 후(1분, 5분)의 산소포화도와 활력징후 수치들의 평균값을 가지고 가설 검증을 실시하였다. 그리고 기관지 흡인 전, 중, 후 간의 수치(산소포화도, 활력징후) 차이와 흡인 유형간

의 차이를 동시에 분석하기 위해서 반복측정 분산분석 (repeated measures ANOVA)을 실시하였고, 흡인 소요 시간은 t-test를 실시하였다.

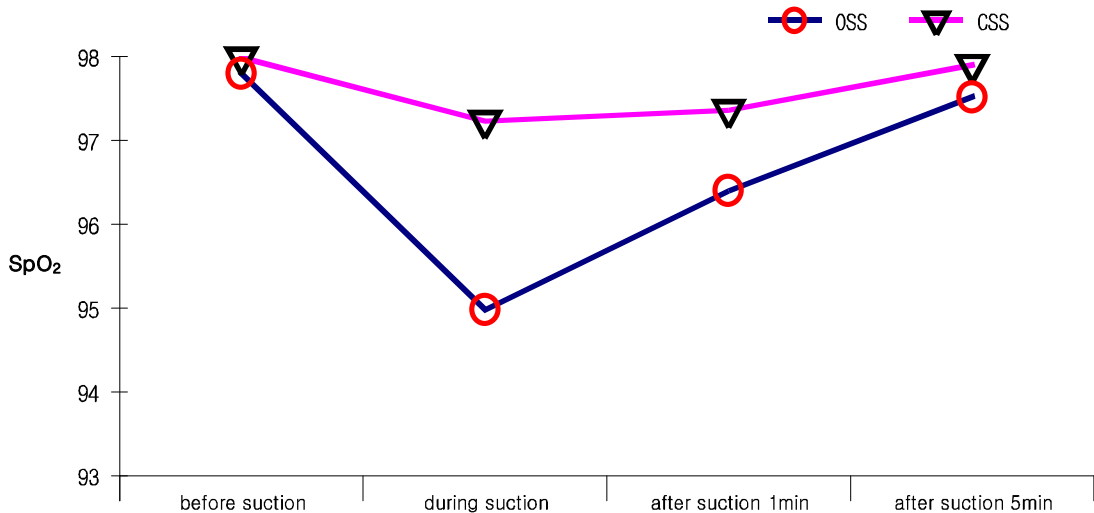
**1) 산소포화도 변화 비교**

**가설 1.** ‘대상자의 산소포화도 변화는 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우 보다 적을 것이다.’에 대한 결과는 다음과 같다. 개방형 흡인술의 경우 평균 산소포화도가 흡인 전  $97.80 \pm 1.43$ , 흡인 중  $94.98 \pm 2.63$ , 흡인 후 1분  $96.40 \pm 2.25$ , 흡인 후 5분  $97.52 \pm 1.86$ 로 나타났다. 그리고 폐쇄형 흡인술의 경우는 흡인

전  $97.99 \pm 1.41$ , 흡인 중  $97.23 \pm 1.62$ , 흡인 후 1분  $97.36 \pm 1.67$ , 흡인 후 5분  $97.90 \pm 1.43$ 로 나타났다 (Fig. 2). 즉 산소포화도 변화는 폐쇄형이 개방형 보다 수치상으로도 적은 것으로 나타났으며 통계적으로도 유의하게 적은 것으로 나타났다( $F = 67.206$   $p = .000$ ,  $F = 4.761$   $p = .030$ ,  $F = 21.282$   $p = .000$ )(Table 3). 따라서 가설 1은 지지되었다.

**가설 2.** ‘대상자의 활력 징후 변화는 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우 보다 적을 것이다’에 대한 결과는 다음과 같이 나타나 가설 2는 지지되지 않았다.

· 부가설 2-1. ‘대상자의 심박동수 변화는 폐쇄형 기



OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; SpO<sub>2</sub>, Oxygen saturation of pulse oximetry.

**Fig. 2.** Change of SpO<sub>2</sub> in OSS vs CSS.

**Table 3.** Comparison of SpO<sub>2</sub> in OSS vs CSS

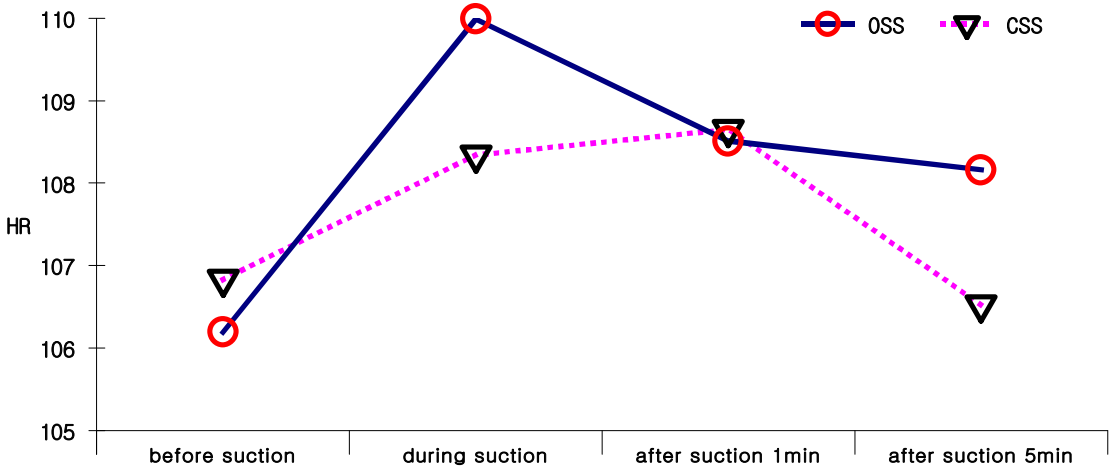
| Repeated measure ANOVA | SS      | df | MS     | F      | p    |
|------------------------|---------|----|--------|--------|------|
| Time                   | 126.124 | 3  | 42.041 | 67.206 | .000 |
| Suction system         | 55.198  | 1  | 55.198 | 4.761  | .033 |
| Time × suction system  | 39.940  | 3  | 13.313 | 21.282 | .000 |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; SpO<sub>2</sub>, Oxygen saturation of pulse oximetry.

관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우 보다 적을 것이다’에 대한 결과는 다음과 같다. 개방형 흡인술의 경우 평균 심박동수가 흡인 전 106.19 ± 21.76, 흡인 중 109.99 ± 20.11, 흡인 후 1분 108.51 ± 20.46, 흡인 후 5분 108.16 ± 20.53으로 나타났다. 그리고 폐쇄형 흡인술의 경우는 흡인 전 106.83 ± 20.90, 흡인 중 108.34 ± 20.20, 흡인 후 1분 108.65 ± 20.41, 흡인 후 5분 106.52 ± 21.52로 나타났다(Fig. 3-1). 즉 개방형과 폐쇄형 모두에서 흡인하면서 심박동수가 상승하였으나 폐쇄형은 심박동수 변화가 개방형보다 적었으며 또한 흡인 후 5분에 다시 흡인 전 심박동수로 감소하였고 개방형은 여전히 높은 심박동수를 나타냈다. 그러나 폐쇄형을 한 경우가 개방형을 한 경

우보다 심박동수 변화가 적다는 것은 통계적으로 유의하지는 않았다(F = 8.064 p = .000, F = 0.014 p = .905, F = 1.998 p = .116)(Table 4-1). 참고로 개방형 흡인은 심방성 조기수축 5건, 심실성 조기수축 3건, 동성 부정맥은 1건, 심방 세동은 2건이었고 폐쇄형 흡인은 심방성 조기수축 2건, 심실성 조기수축 1건, 동성부정맥은 1건, 심방 세동은 2건으로 개방형의 경우에 심부정맥의 발생이 많았다.

· 부가설 2-2. ‘대상자의 호흡수 변화는 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우보다 적을 것이다’에 대한 결과는 다음과 같다. 개방형 흡인술의 경우 평균 호흡수가 흡인 전 21.17 ± 4.91, 흡인 중 26.94 ± 8.44, 흡인 후 1분 24.69 ± 7.67, 흡인 후 5분 21.75 ± 5.57로 나타났



OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; HR, heart rate.

Fig. 3-1. Change of HR in OSS vs CSS.

Table 4-1. Comparison of HR in OSS vs CSS

| Repeated measure ANOVA | SS      | df | MS     | F     | p    |
|------------------------|---------|----|--------|-------|------|
| Time                   | 266.950 | 3  | 88.983 | 8.064 | .000 |
| Suction system         | 24.375  | 1  | 24.375 | 0.014 | .905 |
| Time × suction system  | 66.146  | 3  | 22.049 | 1.998 | .116 |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; HR, heart rate.

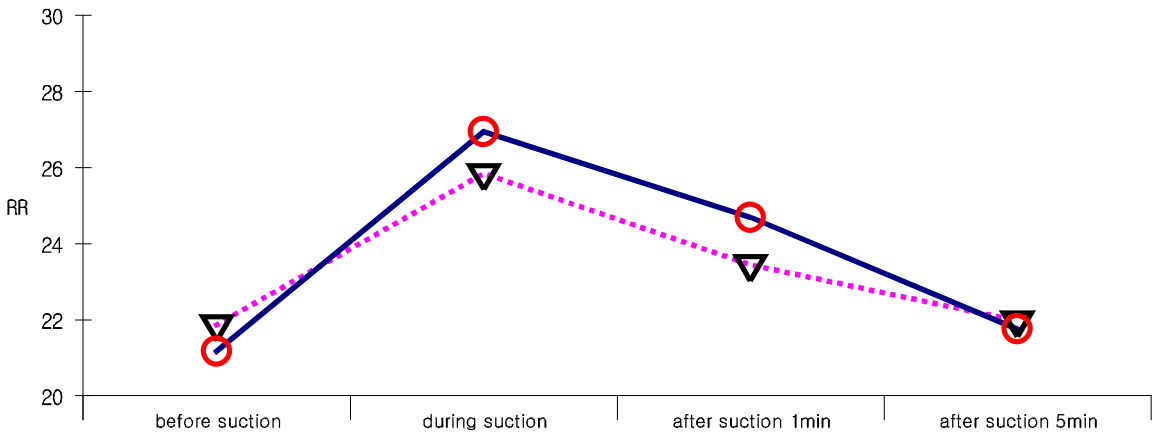


다. 그리고 폐쇄형 흡인술의 경우는 흡인 전  $21.87 \pm 5.72$ , 흡인 중  $25.84 \pm 6.87$ , 흡인 후 1분  $23.44 \pm 5.98$ , 흡인 후 5분  $21.97 \pm 5.86$ 로 나타났다(Fig. 3-2). 즉 폐쇄형이 개방형보다 흡인하면서 호흡수의 변화가 수치상으로는 작은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다( $F=41.325$   $p=.000$ ,  $F=0.055$   $p=.816$ ,  $F=1.892$   $p=.133$ )(Table 4-2).

· 부가설 2-3. ‘대상자의 평균 동맥압 변화는 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우 보다 적을 것이다’에 대한 결과는 다음과 같다. 개방형 흡인술의 경우 평균 동맥압의 평균이 흡인 전 83.77, 흡인 중 86.79, 흡인 후 1분 87.35, 흡인 후 5분 85.48로 나타났다. 그리고 폐쇄형 흡인술의 경우는 흡인 전 85.60, 흡인 중 88.80, 흡인 후 1분 88.60, 흡인 후 5분 85.76로 나타났다

(Fig. 3-3). 즉 폐쇄형이 개방형보다 평균 동맥압 변화가 적은 것으로 나타났으며 개방형은 흡인 후 5분에도 여전히 흡인 전보다 높은 수치를 보였다. 그러나 폐쇄형이 개방형보다 평균 동맥압 변화가 수치상 적은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다( $F=8.937$   $p=.000$ ,  $F=0.126$   $p=.723$ ,  $F=0.515$   $p=.672$ )(Table 4-3).

**가설 3.** ‘대상자의 흡인 소요시간은 폐쇄형 기관지 흡인술을 한 경우가 개방형 기관지 흡인술을 한 경우보다 짧을 것이다’의 결과는 다음과 같다. 개방형 흡인술의 평균 소요시간은 91.86, 폐쇄형은 80.19로 나타나 폐쇄형 흡인술이 흡인 소요시간이 짧았으며 통계적으로도 유의하였다( $t=5.79$   $p=.000$ )(Fig. 4)(Table 5). 따라서 가설 3은 지지되었다.



OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; RR, respiration rate.

**Fig. 3-2.** Change of RR in OSS vs CSS.

**Table 4-2.** Comparison of RR in OSS vs CSS

| Repeated measure ANOVA | SS      | df | MS      | F      | p     |
|------------------------|---------|----|---------|--------|-------|
| Time                   | 946.418 | 3  | 315.473 | 41.325 | 0.000 |
| Suction system         | 7.895   | 1  | 7.895   | 0.055  | 0.816 |
| Time × suction system  | 43.333  | 3  | 14.444  | 1.892  | 0.133 |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; RR, respiration rate.

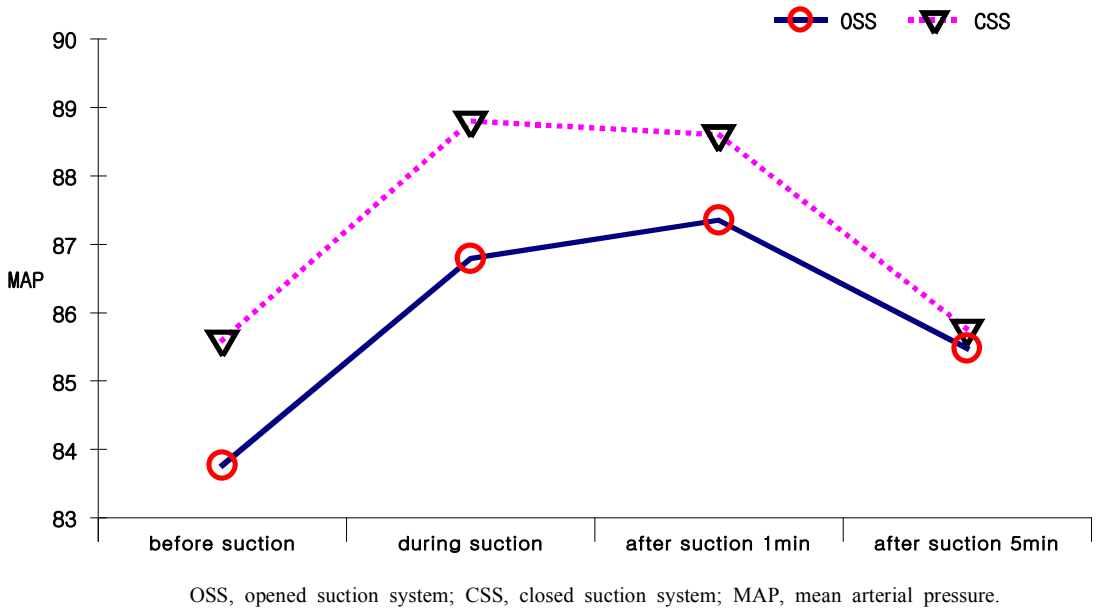
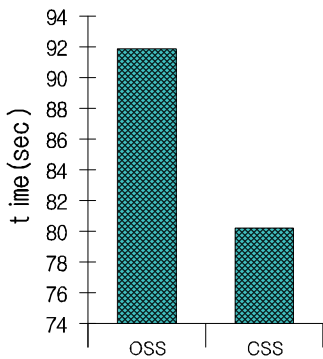


Fig. 3-3. Change of MAP in OSS vs CSS.

Table 4-3. Comparison of MAP in OSS vs CSS

| Repeated measure ANOVA | SS      | df | MS      | F     | p     |
|------------------------|---------|----|---------|-------|-------|
| Time                   | 491.905 | 3  | 163.968 | 8.937 | 0.000 |
| Suction system         | 111.280 | 1  | 111.280 | 0.126 | 0.723 |
| Time × suction system  | 28.344  | 3  | 9.448   | 0.515 | 0.672 |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system; MAP, mean arterial pressure.



OSS, opened suction system; CSS, closed suction system.

Fig. 4. Change of time required suction in OSS vs CSS.

Table 5. Comparison of the time required suction in OSS vs CSS

|     | M ± SD       | t    | p     |
|-----|--------------|------|-------|
| OSS | 91.86 ± 9.63 | 5.79 | 0.000 |
| CSS | 80.19 ± 5.79 |      |       |

OSS, opened suction system; CSS, closed suction system.

#### IV. 논 의

본 연구는 개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술이 인공호흡기를 적용한 성인 환자의 산소포화도, 심박동수, 호흡수, 평균 동맥압, 흡인시간에 미치는 영향을 비교 분

석하고자 실시되었다.

본 연구결과 폐쇄형 흡인은 개방형 흡인보다 산소포화도의 변화가 통계적으로 적은 것으로 나타났다. 특히 흡인 중에 개방형 흡인에서 가장 낮은 산소포화도 수치를 나타냈다. 이러한 결과는 성인을 대상으로 한 Park(2002)과 Lee 등(2004)의 연구, 신생아를 대상으로 한 Park(1997)의 연구와도 일치한다. Park(2002)와 Lee 등(2004)의 연구와 본 연구에서는 폐쇄형 흡인의 경우 흡인 동안 산소포화도 변화는 거의 없었으나, 개방형 흡인의 경우 Park(2002) 연구에서는 5분 후에도 수치가 회복되지 못하였고 Lee 등(2004) 연구에서는 흡인 3분 후에는 흡인전과 같은 수치를 유지하였고 본 연구에서는 흡인 5분 후에 흡인전과 비슷한 수치로 회복이 되었다. 그러나 미숙아를 대상으로 한 Kim 등(1998)의 연구에서는 산소포화도 변화에 차이가 없는 것으로 나타났으며 폐쇄형 흡인과 개방형 흡인 모두에서 흡인동안 수치 변화가 거의 없는 것으로 나타나 본 연구와 상반된 결과를 나타냈다. Kim 등(1998)의 연구에서 이러한 결과가 나온 이유는 개방형 흡인을 할 때 흡인 중간에 과환기 처치를 한 번 더 시행하였고 흡인 시간도 7초로 짧게 흡인하였기 때문인 것으로 생각된다. 기본적으로 기관 내 흡인으로 인한 저산소혈증은 산소가 풍부한 폐내 가스가 분비물과 함께 흡인됨으로서 발생되지만, 흡인 시 저산소증을 예방하기 위한 방법 중 한 가지가 보조적인 산소공급을 실시하는 방법으로 흡인 전, 후로 ambu bag을 이용하여 과산화를 시켜서 기관지 흡인술을 하는 것이 최근의 일반적인 개방형 흡인술이다. 그러므로 Kim 등(1998)의 연구에서는 개방형 흡인이라 할지라도 과환기 처치를 한 번 더 시행함으로써 기관지 흡인으로 인한 산소가스 흡인을 감소시켰으며 흡인 중에 산소를 부가적으로 제공한 흡인방법을 시행한 것이다. 폐쇄형 흡인술과 같이 흡인동안 산소를 추가로 공급함으로써 저산소혈증을 예방한 것이다. 그러나 ambu bag를 이용한 과팽창 자체가 압력 손상과 혈액학적 후유증을 일으킨다는 보고도 있다(Paul & Ostrow, 2000; Yum et al., 2005). 즉 기관지 흡인으로 인한 저산소혈증을 예방하기 위해서는 단순한 흡인 유형의 차이보다는 지속적

인 산소공급이 중요한데 이러한 지속적 산소공급을 위해서는 개방형 흡인보다는 폐쇄형 흡인이 지속적 산소공급을 하기에 용이하다고 할 수 있다. 특히 산소포화도에 민감하게 반응할 수 있는 환자에게는 더욱 폐쇄형 흡인이 효과적이라고 할 수 있다. 폐쇄형 흡인 카테터의 구입 단가가 개방형보다 월등히 비싸고 보험 급여 품목이 아니기 때문에 폐쇄형 흡인을 활용하고 있는 병원은 극소수이다. 폐쇄형 흡인을 시행하는 것이 지속적 산소공급을 제공하는 방법이지만 현실적으로 많이 시행하고 있지 않는 상황을 볼 때 개방형 흡인 전·후뿐 아니라 흡인 중에 과환기를 한다면 저산소혈증 예방에 어느 정도 도움이 되리라 생각된다.

본 연구에서는 두 흡인 간에 심박동수의 변화의 차이는 통계적으로 유의하지 않았지만 개방형의 경우 흡인 후 5분에도 흡인 전의 심박동수로 돌아오지 못하였으나 폐쇄형의 경우 흡인 후 5분에 흡인 전의 심박동수로 회복되었다. Kim 등(1998)의 연구에서는 두 흡인술간에 심박동수의 변화가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 Park(2002)의 연구에서는 폐쇄형에서 심박동수 변화가 유의하게 적은 것으로 나타났다. 자세한 흡인절차를 살펴보면, Kim 등(1998)의 연구에서는 산소포화도 변화와 마찬가지로 맥락으로 흡인 중간에 과산화를 시킨 것이 심박동수 변화의 차이를 가지고 있지 못하게 한 것으로 생각된다. 개방형 흡인시 Park(2002)의 연구에서는 15 L/min 산소로 과환기 하였고 본 연구에서는 10 L/min 산소로 과환기를 하였다. 단순히 10 L/min 또는 15 L/min 산소를 공급했느냐에 따라 결과가 달라졌다고 말하기는 어렵다. 본 연구에서 두 흡인 간에 심박동수의 변화의 차이는 있지만 통계적으로 유의하지 않은 이유는 흡인 소요시간이 일부 관련이 있을 것으로 생각이 된다. 본 연구에서는 두 흡인술 모두에서 10초간 흡인을 실시하였는데, 흡인 소요시간이 적을수록 저산소혈증 발생이 적어지게 된다. 기관 내 흡인으로 인한 저산소혈증을 예방하기 위한 관련 요인을 메타 분석한 Oh와 Seo(2003)의 연구에서는 흡인 시간을 15초 이내로 실시할 때 저산소혈증 예방에 효과가 있다고 보고하였다. 즉

본 연구에서는 흡인 소요시간을 10초 이내로 제한하였으므로 개방형 흡인술이라 할지라도 저산소혈증 예방에 일부 영향을 주었을 가능성이 있다. 본 연구에서는 개방형 흡인 시에 심방성 조기수축 5건, 심실성 조기수축 3건, 동성 부정맥 1건이 나타났고 폐쇄형 흡인 시에 심방성 조기수축 2건, 심실성 조기수축 1건, 동성 부정맥 1건, 심방세동 2건으로 나타나 개방형 흡인에서 더 많은 심부정맥을 유발하였다. 즉 폐쇄형 흡인술이 심박동수 변화를 감소시키는 효과는 없었지만 심부정맥 발생을 감소시키는 효과가 있을 것으로 예상된다. 그리고 Crimlisk, Paris, Mcgonagle, Calcutt와 Farber(1994)는 환자의 중증도가 높은 경우 혈액동학적 상태도 불안정하기 때문에 산소포화도와 혈액동적인 상태를 유지하기 위해 개방형 흡인보다는 폐쇄형 흡인을 고려해야 한다고 보고하였다. 이는 환자의 중증도에 따라 실험결과가 달라질 수 있음을 의미하는 것으로 환자의 중증도와 흡인의 종류에 따른 혈액동학적인 상태의 변화에 대한 연구가 필요하다. 만약 혈액동학적으로 불안정한 상태의 환자에게서 폐쇄형 흡인술의 심부정맥 감소에 영향을 준다고 결과가 나온다면 혈액동학적으로 불안정한 상태의 환자에게는 폐쇄형 흡인을 반드시 시행해야 할 것이다.

개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술시 흡인 중, 후에 호흡수의 변화에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. Hardie와 Kirchhoff(1989)의 연구에서도 개방형 흡인과 폐쇄형 흡인을 비교 측정하였는데 호흡수의 변화에는 차이가 없었다고 하였고 Park(1997)의 연구에서도 두 흡인 유형 간에 유의미한 차이가 없었다. 저산소혈증이 유발되면 보상기전으로 호흡이 촉진되어 호흡수가 증가하게 된다(Choi et al., 2004). 그러나 호흡수에 관한 이전의 연구가 적은 관계로 비교하여 논의하기가 어려운 실정이다. 다만 호흡수도 심박동수와 마찬가지로 본 연구에서 실시한 개방형 흡인이 저산소혈증을 발생시키는 하지만 개방형 흡인으로 인한 저산소혈증이 심박동수와 호흡수를 유발할 정도는 아니었던 것으로 생각된다.

개방형 흡인과 폐쇄형 흡인 간에 평균 동맥압의 변화 역시 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그리고 두

흡인 모두에서 흡인을 하면서 평균 동맥압이 상승하였으며 개방형 흡인에서는 흡인 후 5분에서도 수치가 회복되지 않았으나 폐쇄형 흡인에서는 흡인 후 5분에서 수치가 흡인전과 같아졌다. Park(2002) 연구에서도 본 연구와 같이 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 폐쇄형 흡인에서만 흡인 후 5분에서 수치가 회복되었다. Hardie와 Kirchhoff(1989) 연구에서도 혈압 변화에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 폐쇄형 흡인이 평균 동맥압 변화를 감소시키는 효과는 없었다.

폐쇄형 흡인은 또한 흡인 소요시간이 개방형에 비해 더 작았다. 다른 연구(Cordero, Sananes & Ayers, 2000; Park, 1997; Lee et al., 2004)에서도 폐쇄형에서 흡인 소요시간이 적은 것으로 나타나 본 연구와 유사하였다. 따라서 폐쇄형 흡인은 간호 시간을 줄이는데 효과가 있다고 할 수 있다.

이상의 결과들을 보면, 기관 내 흡인으로 인한 저산소혈증인 산소포화도 감소를 예방하는 방법으로 폐쇄형 흡인을 추천할 수는 있다. 그러나 폐쇄형 흡인이 개방형 흡인보다 활력징후 변화가 작을 것인지에 대해서는 밝혀지지 않았다. 다만 개방형 흡인의 흡인 소요시간 제한, 흡인 전, 후의 과환기가 활력징후 변화를 감소시키는데 관련이 있으므로 폐쇄형 흡인과 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났으리라 생각된다. 그렇다면 개방형 흡인술이라 할지라도 프로토콜대로 정확한 흡인시간 제한, 적절한 흡인 전, 후의 과환기를 시행한다면 저산소혈증에 의한 활력징후 변화를 폐쇄형 흡인술 경우와 같은 수준으로 최소화하는데 효과가 있을 것이다. 그러나 병원의 간호사들이 업무 환경 등과 같은 여러 가지 이유로 기관지 흡인을 프로토콜대로 시행하지 않는 경우가 많기 때문에 실제 개방형 흡인술을 시행하는 경우에는 저산소혈증, 활력징후 변화가 본 연구결과보다 더 클 것으로 예상된다.

그리고 중증도가 높은 경우, 저산소혈증의 민감성이 높은 경우, 혈액동학적 변화가 불안정한 환자의 경우는 개방형 흡인보다는 폐쇄형 흡인을 하는 것이 저산소혈증과 심맥관계 변화를 최소화 할 수 있을 것으로 추측이 되므로 중증도에 따른 흡인 유형이 어떤 영

향을 미치는지에 대한 연구가 필요하다. 특히, 고농도의 산소, 높은 수준의 호기말 양압, 혈액동화적으로 불안정한 환자의 경우 흡인으로 인한 부작용의 영향이 더욱 크게 미치므로 폐쇄형 흡인을 적극 권장한다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 인공호흡기 치료를 받고 있는 중환자에게 개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술을 수행하였을 때 두 흡인술 간에 흡인 전, 중, 후의 산소포화도, 활력 징후의 변화의 차이와 흡인 소요시간 차이를 비교해 보고자 시도한 교차 반복측정 실험설계(Cross-over repeated measure design)이다.

폐쇄형 흡인술이 개방형 흡인술보다 산소포화도 변화는 적은 것으로 나타났고, 활력징후(심박동수, 평균동맥압, 호흡수) 변화에는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 흡인시간은 폐쇄형 흡인술이 유의하게 짧은 것으로 나타났다.

폐쇄형 흡인술이 기존의 개방형 흡인술보다 활력징후 변화 감소에 부분적으로만 영향을 미치는 것으로 나타났지만, 폐쇄형 흡인술은 흡인 소요시간이 짧았으며, 흡인 소요시간은 기관지 흡인술로 인한 저산소혈증을 유발하는 중요한 요인이다.

그러므로 폐쇄형 흡인술이 개방형 흡인술로 인한 저산소혈증, 심맥관계의 합병증 예방에 긍정적 영향을 미친다는 가능성이 있으므로 이에 대한 반복 연구가 이루어져야 한다. 또한 폐쇄형 흡인술에서는 흡인중 심부정맥이 개방형 흡인술보다 적게 나타났으므로 고농도의 산소, 높은 수준의 호기말 양압, 혈액동화적으로 불안정한 환자의 경우 기관지 흡인으로 인한 부작용의 영향이 더욱 크게 미칠 가능성이 있다. 그러므로 고농도의 산소, 높은 수준의 호기말 양압, 혈액동화적으로 불안정한 환자를 대상으로 개방형 흡인술과 폐쇄형 흡인술을 비교하는 연구가 필요하다.

이상의 결과로 인공호흡기를 적용한 성인 중환자의 경우 폐쇄형 흡인이 개방형 흡인보다 흡인 중, 후에 산소포화도 변화에 영향을 덜 미치고, 흡인 소요시간도 짧아 효율적이다.

## References

- Clochesy, J. M., Breu, C., Cardin, S., Whittaker, A., & Rudy, E. B. (1996). *Critical care nursing(2nd ed.)*. Philadelphia, W.B.: Saunders Company.
- Choi, M. Y., Kim, J. H., Park, M. J., Choi, S. M., & Lee, K. S. (2004). *Physiology*. Seoul: Hyunmoonsa.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for behavioral science*. New York: Academic Press.
- Crimlisk, J. T., Paris, R., Mcgonagle, E. G., Calcutt, J. A., & Farber, H. W. (1994). The closed tracheal suction system: Implication for critical care nursing. *Dimens Crit Care Nurs*, 13(6), 292-300.
- DePew, C. L., Moseley, M. J., Clark, E. G., & Morales, C. C. (1994). Open vs closed-system endotracheal suctioning: A cost comparison. *Crit Care Nurse*, 14(1), 94-100.
- Hardie, D. K., & Kirchoff, K. T. (1989). A comparison of the open versus closed-system of suctioning. *Heart Lung*, 18(3), 305.
- Hong, O. S., & Kang, G. S. (1987). *Basic nursing*. Seoul: Korean Nurses Association.
- Hopkins, M., Mahlmeister, M., Koo, P., & Cohen, N. (1990). The effect of closed vs open endotracheal suctioning on PaO<sub>2</sub> in ventilated patients. *Heart Lung*, 19(3), 308.
- John, R. E. (2004). Airway management. *Crit Care Nurse*, 24(2), 93-96.
- Kang, J. H. (1993). *A study on the determination of nursing cost for critical patients in a general hospital*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Kim, D. S. (1997). *Medical respiratory physiology*. Seoul: Korea Medical Book Publishing Company.
- Kim, M. S., Ahn, Y. M., Park, I. O., Choi, S. J., & Yoo, M. Y. (1998). The effects of open endotracheal suctioning (ETS) and close ETS on oxygen saturation and heart rate in premature infants with respiratory distress syndrome. *J Korean Acad Nurs*, 28(3), 529-543.
- Oh, H., & Seo, W. (2003). A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction induced hypoxia. *J Clin Nurs*, 12(6), 912-924.
- Lee, C. K., Ng, K. S., Tan, S. G., & Ang, R. (2001). Effect of different endotracheal suctioning systems on cardiorespiratory parameters of ventilated-patients. *Ann Acad Med Singapore*, 30(3), 239-244.
- Lee, E. S., Kim, S. H., & Kim, J. S. (2004). Effects of a closed endotracheal suction system on oxygen saturation, ventilator-associated pneumonia, and nursing efficacy. *J Korean Acad Nurs*, 34(7), 1315-1315.
- Park, M. Y. (2002). *Open vs closed endotracheal suction system: A hemodynamics comparison*. Unpublished master's thesis, Ewha Womans University, Seoul.
- Park, Y. Y. (1997). A Comparative study on closed vs. open endotracheal suctioning on the newborn infants treated with ventilator. *J Korean Hosp Nurs*, 3(1), 47-62.
- Pilbeam, S. P. (1998). *Mechanical ventilation: Physiological and*

- clinical applications*(3rd ed.). St. Louis: Mosby.
- Paul-Allen, J., & Ostrow, C. L. (2000). Survey of nursing practices with closed-system suction. *Am J Crit Care, 9*(1), 9-19.
- Sole, M. L., Byers, J. F., Ludy, J. E., & Ostrow, C. L. (2002). Suctioning techniques and airway management practices: pilot study and instrument evaluation. *Am J Crit Care, 11*(4), 363-368.
- Yum, H. K., Lee, S. S., Lee, H. P., Chin, J. Y. & Choi, S. J. (2005). *Essentials of mechanical ventilation*. Seoul: Koonja Publishing Company.