

개방형과 폐쇄형 기관지 흡인술이 호흡곤란 미숙아의 산소포화도와 심박동수에 미치는 영향에 대한 비교연구*

김미순** · 안영미*** · 박인옥** · 최숙자** · 유미영**

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

미숙아사망의 대부분을 차지하는 호흡곤란증(Respiratory distress syndrome : RDS)의 기본적인 치료 목적은 환기를 통해 적당한 산소화를 유지시키는 것이다. 많은 경우, 이는 기관내삽관을 통한 인공호흡기치료를 필요로 하는데 기관내삽관은 비효과적인 기침반사와 정상적인 점막과 섬모기능에 장애를 일으켜 호흡기내 분비물을 제거하고자 하는 자연능력을 저해한다. 이에 분비물을 제거하고 기도의 개방을 유지함으로써 환기와 산소화를 용이하게 하기 위해 기관지 흡인술(endotracheal suctioning)을 실시하지만, 이는 한편 산소포화도 감소, 점막손상, 저산소증, 무기폐, 뇌압증가, 부정맥 등의 부작용을 초래할 수도 있다(McCauley & Boller, 1988 ; Stone & Turner, 1989). 이러한 부작용을 최소화하기 위해 흡인시간을 단축하거나, 흡인에 사용되는 음압을 제한하며, 고농도의 산소로 과호흡시키거나, 흡인 전, 후에 호흡을 첨가하는 방법들이 시도되어 왔다(Ahn, 1996).

그러나 일반적인 기관지 흡인술, 즉 개방흡인술은 인공 호흡기로부터 환자를 분리함으로써, 흡인시 호기말 양압(Positive end expiratory pressure : 이하 PEEP)

이 상실되고 이로 인해 폐에 남아 있는 기능적 잔기량이 감소됨으로써 기관지 흡인술로 인한 저산소증을 가중시킬 수 있다. 이에 1980년대에 in-line 카테테르가 만들어져, 환자와 인공호흡기를 분리하지 않고 흡인할 수 있는 폐쇄흡인술이 가능해졌으며 1990년대에 들어 신생아 중환자실(Neonatal intensive care unit : 이하 NICU)에서 미숙아를 대상으로 폐쇄흡인술을 실시하기 시작했다. 1991년 Doernbecher Neonatal Care Center (DNCC)에서 고위험 신생아 242명에게 폐쇄흡인술을 적용한 결과 서맥과 저산소증이 감소되는 현상을 보고 하였으나 평가를 위한 정확한 기준이나 개방흡인술와의 비교는 제시되지 않았다(Wright, 1996). 현재 국내에서 미숙아를 대상으로 폐쇄흡인술의 사용은 임상적 장점이 관찰됨에도 불구하고 극히 제한되어, 구체적 적용대상이나 방법, 효과 등에 대해선 보고된 바가 없다. 최근 우리나라 S병원의 중환자실에서 성인환자를 대상으로 폐쇄흡인술을 실시했을 때 저산소화의 감소가 임상적으로 관찰되었고 NICU에서 개방흡인술시 저산소증이나 서맥이 심하게 나타나는 미숙아에게 선택적으로 폐쇄흡인술을 실시한 결과 산소포화도 감소의 빈도가 줄어드는 것이 관찰되었다. 그러나 기관지 흡인술의 대상이 미숙아인 경우 안전하고 효과적인 기관지 흡인술을 위한 임상적 접근이 달라져야 함에도 불구하고 이에 대한 연구는 거의 없이 성인에게 적용되는 방법을 무조건 도입하

* 삼성서울병원 연구비 지원에 의하여 이루어졌음

** 삼성서울병원 신생아중환자실 간호사

*** 인하대학교 간호학과

여 사용하고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 미숙아에게 있어서 개방흡인술과 폐쇄흡인술이 산소포화도와 심박동수에 미치는 영향을 비교, 분석함으로써 기관지 흡인술에 대한 미숙아의 생리적 반응을 연구하고 이를 근거로 미숙아를 위한 안전하고 효과적인 기관지 흡인술을 개발하는 자료를 제시하고자 실시되었다. 기관지흡인의 결과는 기도내 분비물배출이나 본 연구에서는 기관지 흡인의 결과보다 두 가지 형태의 흡인 과정 시에 산소화 정도를 비교·분석하는데 그 목적이 있으므로 기도내 분비물의 양은 연구되지 않았다. 실제로 폐쇄흡인술은 환자와 인공호흡기간의 호흡회로를 분리하지 않은 채 흡인을 하는 것이고, 폐쇄 호흡회로는 24시간마다 교환하므로 일회 흡인에 대한 분비물 배출량의 측정은 임상적으로 불가능하다. 또한 개방흡인술과 폐쇄흡인술은 그 프로토콜의 차이에 의해 점적하는 생리식염수의 양이 다르므로 배출되는 분비물의 양적 비교는 본 연구에서 제외되었다.

2. 연구의 가설

연구의 목적을 달성하기 위한 가설은 다음과 같다.

- 가설 1 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 전, 중, 후의 산소포화도의 변화에 차이가 있을 것이다.
- 가설 2 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 전, 중, 후의 심박동수의 변화에 차이가 있을 것이다.
- 가설 3 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 중, 후에 나타나는 산소화의 감소에는 차이가 있을 것이다.

3. 용어의 정의

- 1) 미숙아(preterm infant) : 출생시 체중에 관계없이 재태기간 37주 이전에 태어난 신생아를 말한다.
- 2) 기관지 흡인술 : 5-6 Fr. 카테테르를 기관지로 삽입한 후 80mmHg 음압으로 카테테르를 회전시키면서 7초 동안 기도내 분비물을 제거해 내는 간호중재로 본 연구에서는 두가지 종류가 있다.
 - ① 개방흡인술 : 환아로부터 인공호흡기를 분리한 후 일회용 카테테르를 삽입하여 시행하는 고식적 기관지 흡인술로 흡인 전, 중, 후에 과도환기를 제공하는 것을 말한다.

- ② 폐쇄흡인술 : 환아로부터 인공호흡기를 분리하지 않고 Ballard사에서 제작된 in-line 카테테르를 이용하여 시행하는 기관지 흡인술을 말한다. 이는 개방흡인술과 달리 흡인동안에 호흡회로를 유지하므로 과도환기를 포함하지 않는다.

- 3) 산소포화도(oxygen saturation) : Oxyhemoglobin 형태의 total hemoglobin 농도의 퍼센트를 의미하며 (Schmidt & Thews, 1983) 본 연구에서는 Pulse oximeter를 통해 얻어진 동맥혈 헤모글로빈의 기능적 산소포화도를 의미한다.

- 4) 심박동수(heart rate) : ECG상의 P wave나 R wave의 간격으로 측정되는 심박동의 분당 횟수인데, 본 연구에서는 Hewlett Packard monitor를 이용하여 측정되었다.

II. 문헌 고찰

1. 미숙아와 호흡곤란증

미숙아란 출생시 체중에 관계없이 재태기간 37주미만으로 태어난 신생아로, 신체의 해부 생리적 구조 및 기능의 미성숙으로 출생 후 적응에 어려움이 있는데 특히 호흡기계의 미성숙은 호흡곤란증을 초래할 수 있다. 미숙아의 약 60%에서 발생하는 호흡곤란증의 가장 큰 원인은 폐포에 있는 type II 세포에서 만들어진 지질단백인 계면활성제의 부족이다. 계면활성제는 재태기간 19주쯤에 만들어지기 시작하여 35주쯤엔 출생 시 호흡을 용이하게 할 정도의 양이 만들어지는데 폐포를 수축시키는 힘인 표면장력(surface tension)을 감소시키는 역할을 한다(홍창의, 1994). 재태기간 35주 이하에 태어난 미숙아는 계면활성제의 양이 부족하거나 성분장애로 폐의 표면장력이 증가하게 되므로 호기 중에 폐포의 수축을 가져와 무기폐(atelectasis)를 초래하며 매 호흡시 더욱 높은 흡기압이 요구된다. 또한 주변 혈관조직의 미성숙 등으로 폐조직이 손상되고, 폐와 흉벽의 유순도(compliance)감소로 신전성(distensibility)이 한계에 달해 호흡이 더욱 힘들어지고, 결국 연속적인 폐포의 기체교환이 힘들어진다(홍창의, 1994). 이로 인해 폐내의 저환기, 저산소증 등을 초래하여, 과탄산증과 호흡성 및 대사성산증이 나타나고 폐혈관이 수축되어 혈액순환이 감소되므로 우-좌 단락(right-to-left shunt)이 생긴다. 또한 계면활성제를 생성하는 type II 세포 등이 손상되어 폐포내면에 유리질막(hyaline membrane)을 형

성시켜 기체교환을 저하시키므로 저산소증과 산중은 더욱 악화된다. 미숙아의 폐는 이러한 병태생리적 변화로 인해 결국 호흡곤란증의 위험에 처하게 된다.

2. 기관지 흡인술

1) 기관지 흡인술(기관지 흡인술)

필수적인 간호중재인 기관지 흡인술은 인공호흡기에 의존된 대상의 기관지에 축적된 분비물을 제거하여 산소와 환기를 용이하게 한다. 그러나 잘못 실시된 기관지 흡인술은 점막조직에 염증, 궤양 등을 초래하며, 흡인 자체가 폐내에서 잔여량의 산소를 빨아내므로 무기폐, 저산소증, 서맥, 부정맥, 뇌압상승 등을 초래할 수 있다(Stone & Turner, 1989). Turner(1984)는 미국전역의 NICU에서 실시되고 있는 기관지 흡인술법을 조사하였는데 Lidocaine, 식염수, 흉곽 물리요법 등의 사용, 기관내관의 내경과 흡인 카테테르의 외경의 비(ID/OD ratio), 산소량, 머리의 위치와 회전, 흡인간격, 흡인압력, 흡인관의 길이, 연결관의 형태 등 여러 변수의 통일성이 없이 다양한 방법이 적용되고 있음을 보고하였다.

2) 기관지 흡인술과 관련된 문제점

일반적인 개방흡인술의 경우 호흡회로가 일시적으로 분리되고 카테테르 삽입으로 기도가 부분적인 막힘으로 저산소증이 발생하면 교감신경이 자극된다. 이는 카테테르가 기관지의 분지(carina)를 자극하는 경우 더욱 심해져, 심박동수, 심박출량, 혈압 등의 증가와 Epinephrine과 Norepinephrine 분비증가 등을 초래한다(Schmidt & Thew, 1983). 또한 호흡회로의 개방으로 표준화된 호흡통제가 해체되고, manual bag 및 산소장치 등의 부가 장치가 필요로 되며 감염의 위험도 높아질 수 있다(Brown, Stansbury & Merrill, 1983).

이에 비해 폐쇄흡인술은 인공호흡기와 기관내삽관을 특수관으로 연결하여 인공호흡기와 환자를 분리시키지 않고 흡인하는 방법이다. 이 방법은 흡인동안 산소공급, PEEP가 계속 유지되어 평균기도압이 감소되지 않으므로 성인의 경우 흡인으로 인한 저산소증을 현저히 감소시켰다고 보고되었다(Carlon, Fox & Ackerman, 1987). 또한 폐쇄흡인술은 개방으로 인한 감염을 감소시킬 수 있고 간호사가 흡인에 관련되어 소요되는 시간 및 노력을 상대적으로 절약할 수 있다(Brown et al, 1983; Lee & Wu, 1994).

3. 산소포화도와 심박동수

산소는 적혈구의 헤모글로빈에 결합되어 온 몸의 조직으로 순환되는데 산소포화도란 혈액 내에 산소와 결합된 형태로 있는 전체 헤모글로빈의 백분율을 의미한다(Schmidt & Thews, 1983). Pulse oximeter는 동맥혈의 산소포화도를 측정하는 것으로 98%의 정확도를 보인다(Operator's Manual of Nellcor N-200).

미숙아에 있어 산소중독증을 예방하기 위해 안전한 산소포화도는 90% 이상으로 80%인 경우는 조직에 불충분한 산소공급을 의미한다(Hay, 1987). Ramanathan 등(1987)은 호흡문제를 가진 저체중아에게 산소포화도의 측정이 매우 중요함을 강조했고, Singer 등(1992)은 만삭아나 저체중아에 비해 호흡곤란을 가진 미숙아가 외부자극시 10% 정도 낮은 산소포화도를 보임을 보고하였다. Norris 등(1982)은 미숙아에게 하는 직접적 간호중재 중 체위변동이나, heelstick에 비해 기관지 흡인술시 산소분압이 가장 많이 저하된다고 하였다.

Pulse oximeter는 산소포화도 뿐 아니라 심박동수를 제공하여 준다. 신생아의 정상 심박동수는 120-160회/분이나 미숙아의 경우 100-180회/분까지도 정상범위로 간주한다(Ashwill & Droske, 1997). Kelly 등(1989)은 미숙아가 측위나 좌위시 정상 심박동수를 보임으로 체위변화에 잘 적응함을 보고하였다. Gunderson 등(1991)은 신생아와 가장 비슷한 생리적 구조와 기능을 가진 어린 돼지를 대상으로 기관지 흡인에 대한 반응을 연구한 결과 흡인시 카테테르의 깊은 삽입으로 인한 미주신경의 자극은 심박동수의 감소를 야기함을 보고하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 동일 대상자에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 번갈아 실시하여 이 두가지 기관지 흡인술이 산소화에 미치는 영향을 비교하는 대상자내 반복실험연구(repeated measure within-subjects experimental study)이다. 독립변수는 무작위표에 의해 결정된 기관지 흡인술의 종류(개방흡인술과 폐쇄흡인술)이고, 종속변수는 산소화를 나타내는 지표인 산소포화도와 심박동수로 독립변수의 중재 전, 동안, 후에 반복적으로 측정되었다.

2. 연구 대상

연구 대상은 S병원 NICU에 입원한 신생아 중 재태기간 37주미만으로 호흡곤란으로 인해 인공호흡기치료를 받고 있는 미숙아 22명이었다. 미숙아의 일반적 심폐기능에 영향을 줄 수 있는 특수상황이 있는 대상은 연구에서 제외되었고 출생 후 첫 24시간에는 거의 기도내 분비물이 없는 점을 고려하여 생후 24시간이 지난 후에 자료 수집을 시작하였다. 연구대상자 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 재태기간 37주미만으로 출생시 호흡곤란의 진단을 받은 신생아
- 2) 인공호흡기의 치료를 받으면서 심폐모니터를 갖고 있는 신생아
- 3) 선천적 기형, 심장 질환, 폐혈증, 폐합병증 그리고 외과적 질환이 없는 신생아
- 4) 출생 후 24시간이 경과한 신생아
- 5) 기관지 흡인술 전 5분 동안 외부의 자극을 받지 않은 신생아

인공호흡기를 갖고 있는 미숙아는 임상간호의 일부으로 선택적으로 in-line 카테테르를 사용할 수 있으므로 연구참여에 대한 환자 가족의 동의서가 필요치 않았으며 연구를 위해 별도의 비용이 환자에게 부담되지 않았다. 또한 연구중재는 대상자에게 기관지 흡인술이 필요하다는 담당간호사의 독단적 간호사정에 근거하여 실시되었다.

3. 기관지 흡인 과정

- 1) 사전 준비 : 기관지 흡인술을 위한 물품과 인력을 준비하였다. 흡인을 위해 삽입되는 카테테르의 길이를 미리 측정하였다.
- 2) 기관지 흡인술 직전 공통단계 : ① 폐쇄흡인술 혹은 개방흡인술을 시행하기 전에 공통으로 5분 동안은 대상자에게 외부의 자극을 주지 않은 상태를 유지하였다. ② 인공호흡기의 setting을 조절하여 기존의 산소농도보다 20%를 증가시킨 산소를 60초간 제공하였다. ③ 멸균된 생리식염수(0.2cc/kg)를 점적하였다.
- 3) 기관지 흡인술 과정
 - (1) 개방흡인술 : ① 과환기1(1st hyperventilation) : 환아를 인공호흡기에서 분리하여 과산소(hyperoxygenation : 기존 $FiO_2 + 20\%$)와 과팽창(hyperinflation : 기존 PIP + 5cmH₂O)을 위

해 manual bagging을 1회/초로 5회 실시한다. ② 흡인1 : 흡인 카테테르를 측정된 길이만큼 삽입 후 80mmHg의 음압을 적용하여 7초동안 부드럽게 돌리며 빼냈다. ③ 과환기2 : ①과 같은 형태의 과산소와 과팽창을 적용하여 두번째 과환기를 제공하였다. ④ 흡인2 : ②와 동일한 방법으로 두번째 기관지 흡인술을 하였다. ⑤ 과환기3 : ①과 동일한 방법으로 세번째 과환기를 실시하고 대상자를 인공호흡기에 연결하였다.

- (2) 폐쇄흡인술 : ① 흡인1 : 과환기없이 Ballard사에서 제작된 in-line 카테테르를 이용하여 흡인을 하였다. 방법은 개방흡인술의 ②와 같다. ② 5초 동안 인공호흡기의 기존 setting으로 환기시켰다. ③ 흡인2 : 개방흡인술의 ④를 다시 시행하였다.
- (3) 기관지 흡인술 직후 공통단계 : ① 기관지 흡인술 후 5분동안 대상자에게 외부적 자극을 주지 않았다. ② 기관지 흡인술 후 1분(P1), 5분(P5)에 산소포화도와 심박동수를 계속 관찰하며 기록하였다. 이는 흡인에 대한 급성 반동효과(rebound effect)를 보기 위한 단계이다(Ahn, 1996)

4. 자료 수집 및 절차

자료는 1997년 5월~8월까지 총 4개월동안 수집되었다. 자료는 기관지 흡인술 전, 중, 후동안 총 5단계로 수집되었는데 그 각각은 baseline, 흡인1, 흡인2, P1, P5 시점이다. 원활한 자료수집을 위해 자료수집지를 개발·이용하였고 정확성과 신뢰도를 높이기 위해 흡인은 일정하게 연구자 일인이 실시하였다. 구체적인 자료수집과정은 <표 1>과 같다.

- 1) 기관지 흡인술 전 : 기관지 흡인술 1분(자극없는 5분 중 마지막 1분)전에 15초 간격으로 1분간 산소포화도와 심박동수의 변화를 기록한 후(4회) 평균을 구하였다(baseline).
- 2) 기관지 흡인술 중 : 흡인1과 흡인2 동안 흡인 카테테르를 빼내는 7초 동안 심폐모니터에 나타나는 산소포화도와 심박동수의 변화를 기록한 후 평균을 구하였다.
- 3) 기관지 흡인술 후 : 과환기3 후(개방흡인술) 혹은 흡인2(폐쇄흡인술) 후, 각각 1분(P1)과 5분(P5)에 15초 간격으로 4회, 심폐모니터에 나타난 산소포화도와 심박동수의 변화를 기록한 후 각각 평균을 구하였다.

〈표 1〉 연구설계 및 자료수집과정

연구변수		자료수집단계				
독립변수	종속변수	Baseline	흡인1	흡인2	P1	P5
개방흡인술	산소포화도	x	x	x	x	x
	심박동수	x	x	x	x	x
폐쇄흡인술	산소포화도	x	x	x	x	x
	심박동수	x	x	x	x	x

주) x=자료수집 시점, P1=세번째 과환기 후 1분, P5=세번째 과환기 후 5분

5. 자료 분석

본 연구에서 얻어진 자료는 SAS를 이용하여 two-tails, $\alpha=.05$ 의 통계적 유의도를 적용하여 분석하였는데 구체적 통계방법은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성은 실수, 백분율, 평균, 표준편차, 최대값, 최소값으로 산출하였다.
- 2) 제1, 2가설은 repeated measure MANOVA(RM-MANOVA)로 분석하였다.
- 3) 제3가설은 χ^2 test로 분석하였다.

RM-MANOVA와 χ^2 test를 적용하기 위해 Bartlett's test of sphericity와 homogeneity of variance test를 실시하여 가설을 검증하였다. 또한 개방흡인술

과 폐쇄흡인술의 순서에 따른 산소포화도, 심박동수, 대상자특성을 분석한 결과 대상자내 연구설계의 order effects는 없는 것으로 나타났다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자의 일반적 특성 및 의학적 정보가 〈표 2〉에 제시되었다. 대상자는 남아 15명(68.2%), 여아 7명(31.8%)이며, 재태기간은 27-37주로 평균 30주 3일이었다. 출생 시 평균체중은 1518.7 gm으로 Lubchenco의 체중-재태기간 곡선에 의한 사정결과 모두 AGA

〈표 2〉 대상자의 일반적 특성 및 의학적 특성

특 성	구 분	실수(백분율)	평균(표준편차)
성 별	남	15(68.2)	
	여	7(31.8)	
재태기간			30 ⁺³ (2.7)
출생 시 체중(gram)			1518.7(548.2)
자료수집 시 체중(gram)			1504.6(498.9)
자료수집 시 나이(일)			1.5(0.5)
Apgar score (점)	1분		5.3(1.8)
	5분		6.9(1.3)
약물 사용력	항생제	19(76)	
	steroid	1(4)	
	Aminophylline	2(8)	
	기타	3(12)	
미숙아분만의 원인	조기진통	12(54.5)	
	모체의 문제	4(18.2)	
	기타	6(27.3)	
진단명	호흡곤란증	16(72.7)	
	기타	6(27.3)	
계면활성제 사용 유무	유	15(68.2)	
	무	7(31.8)	

(appropriate for gestational age)에 해당하였다. 그러나 모두 미숙아이며 저체중아로 APGAR score는 1분과 5분에서 모두 7점이하로 나타나 출생 직후 응급처리가 필요한 상태였음을 유추해 볼 수 있었다.

대부분의 자료는 생후 2일째에 수집되었는데, 자료수집 시 평균 체중은 출생시보다 약 1% 감소된 1504.6 gm으로 이는 신생아의 정상적인 생리적 체중감소로 생각된다. 대상자 중 19명(76%)은 항생제를 사용하고 있었는데, 이는 감염예방을 위한 일반적 치료이다. 대상자 중 12명(54.5%)은 조기진통으로 출생하였고, 기타 전치태반, 태반 조기박리 등과 같은 모체의 자궁-태반 문제를 갖기도 했으며 15명(68.2%)에게는 호흡곤란증의 치료를 위해 계면활성제가 사용되었다. 또한 대상자의 호흡상태를 사정하기 위한 인공 호흡기의 setting과 관련 자료는 <표 3>에 제시되어 있다. 모든 대상자는 인공호흡기의 SIMV mode에 의존하고 있었으며, 이를 위한 평균 3.0 크기의 기관내관이 삽입되었고, OD/ID ratio를 2:1로 유지하기 위해 5-6 Fr.의 흡인 카테테르가 사용되었다.

2. 가설의 검증

<표 3> 대상자의 인공 호흡양상

	ETsize (mm)	OD : ID ratio	FiO ₂ (%)	RR (회/분)	PEEP (cmH ₂ O)	PIP (cmH ₂ O)	MAP (cmH ₂ O)	O ₂ flow (ℓ/min)
M(SD)	3.0(0.3)	2(0)	41.7(18.9)	15.6(10.0)	3.9(0.4)	19.4(2.3)	5.6(1.1)	6.5(1.0)
최소값	2.5	2	21	6	3	16	4	6
최대값	3.5	2	90	40	5	24	8	8

주) 1) OD : ID = 기관내경의 outer diameter : 흡인 카테테르의 inner diameter

2) FiO₂ = fractional inspired oxygen

3) MAP = mean airway pressure

4) PIP = peak inspiratory pressure

5) M(SD) = 평균(표준편차)

6) ET = endotracheal tube

7) RR = respiratory rate

<표 4> 기관지 흡인에 따른 산소포화도(%)의 변화

		baseline	흡인1	흡인2	P1	P5
개방흡인술	M(SD)	95.2(2.3)	95.7(2.4)	94.7(3.9)	95.4(3.6)	95.4(2.8)
	최소값	91.5	91.0	86.7	88.8	90.3
	최대값	98.8	99.7	100.0	100.0	100.0
폐쇄흡인술	M(SD)	96.0(2.5)	96.3(2.8)	95.1(2.9)	95.3(3.0)	96.0(2.6)
	최소값	90.8	90.0	91.0	88.5	90.5
	최대값	99.8	100.0	100.0	99.5	99.8

주) P1 = 세번째 과환기 후 1분, P5 = 세번째 과환기 후 5분, M(SD) = 평균(표준편차)

1) 제1가설 검증

· 가설 1 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 전, 중, 후의 산소포화도의 변화에 차이가 있을 것이다.

개방흡인술과 폐쇄흡인술시 흡인 전, 중, 후의 5단계별 산소포화도의 평균값은 <표 4>에 제시되어 있다. 개방흡인술이나 폐쇄흡인술 모두에서 기본 산소포화도가 정상범위에 있었고(95.2%와 96.0%) 두 기본 값은 차이가 없었다($t=1.237$, $p=.478$). 두 흡인방법에 따른 산소포화도의 변화양상은 <표 5>에 제시되어 있으며 두 변화양상간의 차이를 RM-MANOVA로 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 가설1은 기각되었다($F=.6242$, $p=.6480$). 이는 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술, 폐쇄흡인술 두 방법을 시행하였을 때 흡인 전, 중, 후의 산소포화도는 유사한 변화를 보이는 것을 의미하며 <그림 1>에서 잘 관찰할 수 있다.

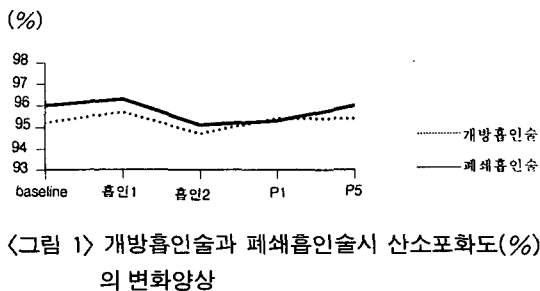
2) 제2가설 검증

· 가설 2 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 전, 중, 후의 심박동수의 변화에 차이가 있을 것이다.

개방흡인술과 폐쇄흡인술시 흡인 전, 중, 후의 5단계

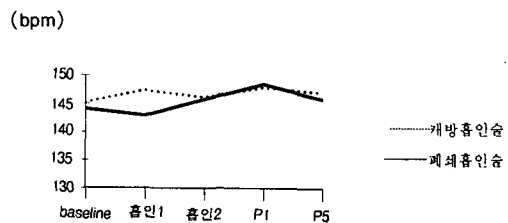
〈표 5〉 산소포화도 변화양상에 대한 MANOVA Summary table

Statistics	Value	F	Num DF	Den DF	Pr>F
Wilks' Lambda	0.9398	0.6242	4	39	0.6480
Pillai's Trace	0.0602	0.6242	4	39	0.6480
Hotelling-Lawley Trace	0.0640	0.6242	4	39	0.6480
Roy's Greatest Root	0.0640	0.6242	4	39	0.6480



〈그림 1〉 개방흡인술과 폐쇄흡인술시 산소포화도(%)의 변화양상

을 의미한다(그림 2 참조).



〈그림 2〉 개방흡인술과 폐쇄흡인술시 심박동수(회/분)의 변화양상

별 심박동수의 평균값은 〈표 6〉에 제시되어 있다. 개방흡인술과 폐쇄흡인술 모두에서 기본 심박동수는 정상범위에 있고(145.2와 144.1) 두 기본값 간의 차이는 없었다($t=1.459, p=.207$). 두 흡인방법에 따른 심박동수의 변화는 〈표 7〉에 제시되어 있으며 두 방법간의 심박동수 변화양상을 RM-MANOVA로 검증한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=1.7010, p=.1694$). 이는 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술, 폐쇄흡인술 두 방법을 시행하였을 때 흡인 전, 중, 후의 심박동수를 비교한 결과 유사한 변화를 보이는 것

3) 제3가설 검증

· 가설 3 : 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법간에 흡인 중, 후에 나타나는 산소화의 감소에는 차이가 있을 것이다. 일반적으로 미숙아의 경우 90-100%의 산소포화도와 100-180회/분 이상의 심박동수를 정상으로 간주한다(Ashwill & Droske, 1997). 본 연구에서는 기관지 흡인술과 관련된 산소화의 감소양상을 좀 더 예민하게 관

〈표 6〉 기관지 흡인에 따른 심박동수(분/회)의 변화

		baseline	흡인1	흡인2	P1	P5
개방흡인술	M(SD)	145.2(9.9)	147.4(10.1)	146.2(13.5)	147.9(12.3)	147.1(9.9)
	최소값	126.0	127.7	126.7	108.8	130.5
	최대값	167.0	167.7	183.0	169.0	168.3
폐쇄흡인술	M(SD)	144.1(8.2)	143.0(12.9)	145.8(9.9)	148.5(10.3)	145.9(7.9)
	최소값	132.8	116.0	128.7	133.8	133.0
	최대값	156.3	166.0	165.7	175.8	159.3

주) P1=세번째 과환기 후 1분, P5=세번째 과환기 후 5분, M(SD)=평균(표준편차)

〈표 7〉 심박동수 변화양상에 대한 MANOVA Summary table

Statistics	Value	F	Num DF	Den DF	Pr>F
Wilks' Lambda	0.8515	1.7010	4	39	0.1694
Pillai's Trace	0.1485	1.7010	4	39	0.1694
Hotelling-Lawley Trace	0.1744	1.7010	4	39	0.1694
Roy's Greatest Root	0.1744	1.7010	4	39	0.1694

찰하기 위해 두가지 흡인과 관련하여 산소포화도가 90% 미만으로 감소되거나, 심박동수가 분당 100회 미만으로 떨어지는 경우를 심층 분석하였다. 이에 두 방법 간에 흡인도중과 후에 나타나는 산소포화도와 심박동수의 감소횟수를 구하고, 발생빈도의 차이는 χ^2 test로 분석하였다. 이를 위해서 두 흡인시에 Pulse oximeter의 모니터에 나타난 모든 산소포화도와 심박동수값을 분석하였다.

<표 8>에 제시된 바와 같이 두 흡인 도중 나타난 산소포화도감소(<90%)의 횟수는 개방흡인동안 총 132회 중 10회(7.58%) 발생한데 비하여 폐쇄흡인동안은 전혀 발생하지 않아 흡인동안 두 방법간에 산소포화도의 감소는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=10.394$, $p=.001$). 즉 일시적 산소포화도 감소는 개방흡인술 도중에 더 많이 발생함을 의미하는데, 이는 호흡회로가 개방되는 경우 그전의 과도환기가 있을지라도 환아는 일시적으로 저산소증을 경험할 가능성이 높음을 시사한다. 그러나 흡인 후, 산소포화도가 기본 값으로 회복되는 동안 개방흡인술과 폐쇄흡인술 간에 산소포화도 감소빈도는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2=1.19$, $p=.275$).

그러나 개방흡인술과 폐쇄흡인술간에 흡인 동안 혹은 후에 심박동수가 100회 미만으로 감소하는 현상은 전체 자료수집 과정 중 1회도 발생하지 않았다. 이는 호흡곤란증 미숙아에게 흡인술의 차이는 심박동수에 큰 영향을 주지 못함을 의미한다.

V. 논 의

본 연구는 개방흡인술과 폐쇄흡인술이 미숙아의 산소포화도와 심박동수의 변화에 미치는 영향을 비교, 분석하고자 실시되었다. 개방흡인술은 자료수집 병원의 NICU에서 기관지 흡인술에 관련된 변수들(흡인카테테르 크기, 흡인압력, 카테테르 삽입길이, 기관지 흡인술 전/후의 과호흡과 과산소량 등)을 통제하고 expert panel 논의를 통해 개발되어 명문화된 표준화 프로토콜

이다. 폐쇄흡인술 역시 제조사인 Ballard사의 in-line 카테테르 사용법에 기초하여 표준화되어 해당 NICU에서 사용하고 있는 프로토콜이다. 연구결과 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법 간에 흡인 전, 중, 후의 산소포화도의 변화에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 두 가지 흡인술 사이에 흡인 후 산소포화도가 기본값으로 회복되는 시간에는 차이가 없었는데 이는 임재진 등(1992)의 연구결과와 일치한다.

또한 호흡곤란증 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 방법 간에 흡인 전, 중, 후의 심박동수의 변화에는 차이가 없었다. 이는 성인을 대상으로 한 Johnson 등(1994)의 연구에서 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 실시한 두 그룹간 심박동수에 유의한 차이를 보이지 않았다는 보고와, Clark 등(1990)의 연구에서 흡인 직후 심박동수에 유의한 차이는 없다는 결과와 유사하다.

본 연구의 결과는 일반적으로 호흡곤란을 겪고 있는 미숙아에게 과학적으로 개발·표준화된 기관지 흡인술을 실시할 때 개방흡인술과 폐쇄흡인술 모두에서 산소화의 변화 없이 잘 적응함을 시사한다. 이는 Kelly 등(1989)의 연구에서 미숙아라 할지라도 발달간호의 일부분으로 개발된 체위변경은 지나친 산소소모를 초래하지 않는다는 결과와 같은 맥락에서 해석될 수 있다. 즉 개방흡인술의 경우 호흡회로를 분리하고 흡인카테테르를 삽입함으로 일시적인 부분기도폐쇄가 발생하지만, 흡인과 관련된 변수를 통제하여 불필요한 산소의 소모를 최소화하고 과호흡을 통해 산소를 부가적으로 제공함으로써 체내산소화를 유지시킬 수 있음을 의미한다. 폐쇄흡인술의 경우 흡인시 호흡회로가 분리되지 않음은 물론, 흡인 동안에도 부분 환기가 가능하므로 과호흡없이도 미숙아의 체내 산소화가 잘 유지됨을 보였다.

기관지 흡인을 위한 기관내 삽입이나 깊은 흡인으로 인한 미주신경의 자극은 서맥을 야기하는데 이는 흡인과 관련된 잠재적 저산소화를 가중시킬 수 있다(Musser, 1992). 본 연구에서는 표준화된 프로토콜의

<표 8> 흡인 도중, 후에 발생한 산소포화도(%)감소의 빈도비교

		90% 미만 실수(%)	90% 이상 실수(%)	χ^2	p
흡인 도중	개방흡인술	10(7.6)	122(92.4)	10.394	0.001
	폐쇄흡인술	0(0)	132(100)		
흡인 후	개방흡인술	9(5.1)	167(94.9)	1.19	0.275
	폐쇄흡인술	5(2.9)	171(97.1)		

일부로 삽입되는 카테테르의 길이를 흡인 전에 미리 측정하여 깊은 흡인을 배제하였다. 그 결과 개방흡인술과 폐쇄흡인술 모두에서 흡인과 관련된 서맥은 전혀 관찰되지 않았다.

그러나 흡인 전, 중, 후에 관찰된 모든 산소포화도 중 90% 미만인 경우의 발생빈도는 개방흡인술에서 더 많이 관찰되었다. 즉 자료수집단계(baseline, 흡인1, 흡인2, P1, P5)를 대표하는 평균화된 산소포화도 자체는 모두 정상 범위에 있지만 평균값 이전의 원자료(raw data)에서 산소포화도가 90% 미만인 경우는 개방흡인술에서 더 많이 관찰되었다. 이는 전체적으로 호흡곤란 미숙아들이 기관지 흡인술에 대해 산소화를 잘 유지하지만, 저산소증의 경향이 높은 미숙아의 경우 개방흡인술이 저산소화를 더욱 가중할 잠재성이 높음을 시사한다. 이에 저산소증의 경향이 높은 대상자, 즉 극저체중아나 태아순환지속증 등의 합병증을 가진 고위험신생아를 대상으로 개방흡인술과 폐쇄흡인술의 영향을 계속 비교·연구하는 것이 필요하다.

이제까지 기존 연구들이 개방흡인술과 폐쇄흡인술에 대하여 다양한 결론을 내고 있는데 이는 다음과 같은 중요한 변수들이 과학적으로 통제되지 못하기 때문인 것으로 생각된다. 첫째, 인공호흡기와 관련된 변수(인공호흡기의 mode, 산소농도, 호흡수, PEEP, O₂ flow rate, 분당 환기량 등), 둘째, 흡인과정과 관련된 변수(흡인기간, 카테테르의 크기 및 삽입 길이, 흡인된 분비물의 양, 흡인횟수 등), 셋째, 흡인 중 과도환기의 정도, 넷째, 대상자의 특성(폐의 상태, 자발적 분당 환기량, 기존 병태생리 차이) 등이다.

본 연구에서는 실시된 개방흡인술은, 흡인과 관련되어 나타날 수 있는 서맥과 저산소화 발생의 감소를 줄이기 위해 문헌고찰과 임상적 적용을 통해 개발한 표준화된 방법으로 현재 S병원 NICU에서 시행되고 있는 프로토콜이다. 폐쇄흡인술 경우, DNCC에서 제시한 지침과 in-line 카테테르를 제조하는 Ballard사에서 제시하고 있는 흡인술에 기초하여 S병원 NICU에 맞게 수정하여 표준화한 프로토콜이다. 본 연구 결과는 호흡곤란 미숙아의 경우 저산소증에 영향을 미치는 변수들을 잘 통제하고, 표준화된 프로토콜을 실시한다면 개방흡인술과 폐쇄흡인술 모두 산소화에 변화없이 잘 적용함을 시사한다.

그러나 개방흡인술시 표준화된 지침대로 과환기를 하기 위해서는 흡인 시마다 pressure manometer와 O₂ blender, 흡인길이가 표시된 카테테르, 2명의 간호인력

등이 필요한데 이는 임상적으로 볼 때 많은 간호인력과 시설, 시간의 낭비를 초래할 수 있고 나아가 관련 의료숫가도 불필요하게 높일 수 있다. 현재 폐쇄흡인술에 사용하는 in-line 카테테르는 약 22,000원, 개방흡인술에 사용하는 카테테르는 약 1,000원의 의료숫가가 책정되어 있으며 in-line 카테테르는 24시간 교환으로 재활용할 수 있으나 기존 카테테르는 일회용임을 고려할 때 정확한 비용효과에 대한 검증이 필요하다. Johnson(1994)은 개방흡인술과 폐쇄흡인술의 비교에서 환자당 1일 16회의 흡인을 했을 경우 폐쇄흡인술이 개방흡인술보다 비용이 절감된다고 하였다. Wright(1996)와 DePew 등(1994)은 폐쇄흡인술에 대한 연구에서 폐쇄흡인술의 장점으로 사용의 편리성, 인력 절약으로 인한 비용절감, 호흡기회로 개방으로 인한 폐쇄염증의 발생 감소, 환자의 분비물이 흡인하는 시술자에게 닿지 않으므로 병원내 감염의 감소 등을 보고하였다.

현재 미숙아를 대상으로 하는 고식적인 개방흡인술에 대한 연구는 물론 새로운 방법인 폐쇄흡인술에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지 않은 실정이다. 국내 많은 NICU의 경우 기관지 흡인술에 대한 표준화된 프로토콜 없이 성인의 방법을 그대로 적용하거나 간호사 개개인의 기호와 습관대로 실시되고 있다. 본 연구는 일반적으로 호흡곤란을 가지고 있는 미숙아의 경우 표준화된 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 실시할 경우 산소화의 감소없이 잘 적응함을 보였다. 그러나 다른 병태생리(예: 태아순환지속증, 태변착색)를 가진 고위험 신생아에 있어 두 흡인 방법간에 산소화 반응 정도는 다를 수 있다. 이에 다양한 고위험신생아를 위해 안전하고도 효과적인 호흡관리를 위한 과학적인 간호중재를 개발하고 그 임상적 적용을 확산하기 위해 개방흡인술과 폐쇄흡인술에 대한 더욱 깊이있는 연구가 절실히 요구된다.

VI. 결론 및 제언

1. 결 론

본 연구는 호흡곤란 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재하였을 때 두 흡인술간에 흡인 전, 중, 후의 산소포화도와 심박동수의 변화의 차이를 규명하고자 실시되었다. 연구자료는 1997년 5월부터 8월까지 총 4개월에 걸쳐 S병원 NICU에 입원한 환자 중 호흡곤란증으로 인공호흡기 치료를 받고 있는 22명의 미숙아를 대상으로 수집하였다. RM-MANOVA, X² test를 이용하

여 분석한 연구결과는 다음과 같다.

- 1) 호흡곤란 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 흡인 방법간에 산소포화도는 유사한 변화양상을 보였다.
- 2) 호흡곤란 미숙아에게 개방흡인술과 폐쇄흡인술을 중재했을 때 두 흡인 방법간에 심박동수는 유사한 변화양상을 보였다.
- 3) 호흡곤란 미숙아에서 흡인 도중 산소포화도의 감소 횟수는 폐쇄흡인술보다 개방흡인술을 실시할 때에 많이 발생하였다.

2. 제 언

- 1) 본 연구대상은 호흡곤란으로 인공호흡기에 의존한 미숙아로 이는 NICU에 입원한 환아를 대표한다고 볼 수 있으나, 다른 이차적 합병증이나 병태생리를 가진 대상으로 확대하여 반복연구를 실시하기를 제안한다. 특히 저산소증의 경향이 높은 대상자, 즉 극저체중이나 태아순환지속증 등의 심폐기능에 다른 합병증을 가진 고위험신생아를 대상으로 개방흡인술과 폐쇄흡인술의 영향을 계속 비교·연구하는 것이 필요하다.
- 2) 본 연구는 두 흡인 방법이 산소화에 미치는 급성효과(5분 이내)를 분석하였으나 장기간 사용시의 감염 발생률, 비용절감, 안전성(patient safety), 기관지 흡인술 횟수(frequency), 시술자에 대한 안전성(staff safety, staff personal exposure)등에 관한 연구를 제안한다.

참 고 문 헌

- 임재진, 성낙순, 이경민 (1992). 기관내 흡인에 의한 동맥혈 산소포화도 감소의 예방. 대한마취과학회지, 25(5), 890-895.
- 홍창의 (1994). 소아과학. 대한교과서(주), 290-291.
- Ashwill, J. W. & Droske, S. C. (1997). Nursing care of children. Saunders, 538-539.
- Ahn, Y. M. (1996). The effects of chest vibration prior to endotracheal suctioning on oxygen saturation, Heart rate and sputum in premature infants with respiratory distress syndrome, 박사학위논문, Univ. Pittsburgh.
- Brown, S. E., Stansbury, D. W. & Merrill, E. J. (1983). Prevention of suctioning-related and on-ventilator suctioning. Chest, 83(4), 621-27.
- Carlson, G. C., Fox, S. J. & Ackerman, N. J. (1987). Evaluation of a closed-tracheal suction system. Critical Care Medicine, 15, 522-25.
- Clark, A. P., Tyler, D. O. & White, K. M. (1990). Effect of endotracheal suctioning on mixed venous oxygen saturation and heart rate in critically ill adults. Heart & Lung, 19(5), 552-557.
- DePew, C. L., Moseley, M. J., Clark, E. G. & Morales, C. C. (1994). Open vs. closed-system endotracheal suctioning : A cost comparison. Critical Care Nurse, Feb, 94-100.
- Gunderson, L. P., Stone, K. S. & Hamlin, R. L. (1991). Endotracheal suctioning-Induced heart rate alterations. Nursing Research, 40(3), 139-143
- Hay, W. W. (1987). Physiology of oxygenation and its relation to pulse oximetry. Journal of Perinatology, 7(4), 309-319.
- Johnson, K. L., Kearney, P. A., Johnson, S. B., Niblett, J. B., MacMillan, N. L. & McClain, R. E. (1994). Closed versus open endotracheal suctioning : Cost and physiologic consequences. Critical Care Medicine, 22(4), 658-66.
- Kelly, M. K., Palisano, R. J. & Wolfson, M. R. (1989). Effects of a developmental physical therapy program on oxygen saturation and heart rate in premature infants. Physical therapy, 69(6). 467-474.
- Lee, T. S., & Wu, Y. (1994). Benzold-Jarisch reflex-an indication for closed system suctioning : A case report. Respiratory Care, 39(6), 627-629.
- McCauley, C. S. & Boller, L. R. (1988). Bradycardia responses to endotracheal suctioning. Critical Care Medicine, 16, 1165-6.
- Musser, V. (1992). How do you use shallow-suction technique in children? American Journal of Nursing, May, 79-83.
- Norris, S., Campbell, L. A. & Brenkert, S. (1982). Nursing procedures and alterations in trans-

- cutaneous oxygen tension in premature infants. Nursing Research, 31(6), 330-336.
- Ramanathan, R., Durand, M & Larrazabal, C. (1987). Pulse oximeter in very low birth weight infants with acute and chronic lung disease. Pediatrics, 79(4), 612-617.
- Schmidt, R. F. & Thews, G. (1983). Human physiology, Berlin : Springer-Verlag, 467-468.
- Singer, L., Martin, R. J., Hawking, S. W., Benson-Szekely, L. J., Yamashita, T. S. & Carlo, W. A. (1992). Oxygen desaturation complicates feeding in infants with bronchopulmonary dysplasia after discharge. Pediatrics, 90(3), 380-384.
- Stone, K. S. & Turner, B. (1989). Endotracheal suctioning, Annual Review of Nursing Research, New York : Springer Publishing Co, 27-49.
- Turner, B. S. (1984). Respiratory management technique used by NICU nurse-A nation wide survey, Presented at the NAACOG conference in Atlanta, G.A.
- Wright, J. (1996). Closed-Suctioning Procedure in Neonates. Neonatal Network, 15(6), 87-90.

— Abstract —

Key concept : Endotracheal suctioning, Premature infant, Oxygen saturation, Heart rate

The Effects of Open Endotracheal Suctioning(ETS) and Close ETS on Oxygen Saturation and Heart Rate in Premature Infants with Respiratory Distress Syndrome

Kim, Mi Soon · Ahn, Young Mee***

Park, In Ok · Choi, Sook Ja* · Yoo, Mi Young**

Prematurity is the main cause for respiratory distress syndrome(RDS) in neonates. The goal in the treatment of RDS is to maintain respiration with adequate oxygenation. ETS needs to be performed to remove lung secretions in the ventilated premature infants with RDS. Oxygen saturation(SpO₂) and heart rate(HR) were compared in 22 premature infants with RDS using two types of ETS : open ETS versus close ETS.

The results showed there was no significant difference in the SpO₂ and HR responses between open ETS and close ETS. The SpO₂ and HR returned to the baseline within 1 minute after suctioning. But in some case, there was a significantly greater incidence in the decrease of SpO₂ below 90% occurred in the open ETS than in the close ETS. It implies that closed ETS may be beneficial to the premature infants who tend to develop desaturation easily.

* Samsung Medical Center, NICU

** Inha University, Department of Nursing,
(email)aym@inha.ac.kr