



기관내 흡인으로 인한 저산소증 예방을 위한 중재 효과에 대한 메타분석*

오 현 수¹⁾

서 론

연구의 필요성

기관내 흡인은 스스로 호흡기의 개방성을 유지하지 못하는 환자들의 생명을 보존하기 위해 필수적인 중재이나 동시에 다양한 형태의 합병증을 유발하는 시술이기도 하다(Barnes & Kirchoff, 1986; Riegel & Forshee, 1985; Wainwright & Gould, 1996). 기관내 흡인과 관련하여 흔히 발생하는 합병증으로는 부정맥, 후두협착, 외상, 미세 무기폐, 그리고 저산소증 등을 들 수 있다. 이 중 저산소증은 기관내 흡인의 대상이 되는 환자들이 심각한 뇌손상이나 혹은 극도로 저하된 심폐 기능으로 인해 위중한 상태임을 고려할 때 환자의 예후에 중대한 영향을 미치는 합병증이라 할 수 있다. 따라서 기관내 흡인으로 인해 발생하는 저산소증을 예방하기 위해 많은 중재들이 개발, 적용되었다.

기관내 흡인으로 인해 야기되는 저산소증을 예방할 수 있는 중재들은 연구에 따라 다양한 이름과 방법으로 설명되었으나 흡인 전 산소공급(preoxygenation), 과팽창(hyperinflation), 과산소화(hyperoxygenation), 통기법(insufflation), 과환기(hyperventilation) 등이 주로 많이 사용되는 중재들이었으므로 보고되었다(Barnes & Kirchoff, 1986; Wainwright & Gould, 1996). 이러한 중재들 중 특히 어떤 산소화 방법이 저산소증을 예방하는데 효과적인가를 검증하는 연구들이 많이 수행되었는데 (Baun, 1981; Gozalez, Erchowsky & Ahmed, 1983; Nuno &

Baum, 1983; Stoner, Harried & Baun, 1982; Powaser & Converse, 1980; Fell & Cheney, 1971; Langrehr et al., 1981; Stephens & Guthrie, 1983), 중재 효과는 연구에 따라 다양한 양상으로 나타났다. 즉 기관내 흡인으로 인해 야기되는 저산소증을 예방하기 위해 다양한 중재 전략들이 개발·적용되었으며, 그 효과가 반복적으로 검증되었으나 연구들이 서로 다른 결과를 보고함으로써 개별적인 연구결과를 임상에 적용하는 것은 매우 어려울 것으로 판단되었다. 또한 많은 연구들에서 연구 대상을 실지로 호흡기에 문제를 가진 환자들로 하기보다는 동물 모델을 사용한 경우가 많아 이러한 연구 결과를 환자들에게 그대로 적용하기는 어려울 것으로 인식되었다. 그리고 연구 주제의 특성상 많은 수의 대상자를 포함하여 연구를 수행하기가 어렵기 때문에 동일한 주제에 대해 반복적으로 수행된 연구의 결과들을 메타-분석을 통해 종합하여 임상 실무에 적용하는 것이 보다 현실적이며 타당한 접근일 것으로 인식되었다.

그러므로 본 연구에서는 흡인과 관련된 저산소증을 예방하기 위한 중재들의 효과를 검증한 1차 연구결과들을 자료로 하여 메타분석을 수행하였으며 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다: 1) 기관내 흡인으로 야기된 저산소증을 예방하기 위한 중재들의 평균 효과크기를 산출하여 그 값이 통계적으로 유의한가를 검증한다. 2) 중재가 제공된 시점에 따라 흡인전 산소화(Pre-oxygenation), 흡인동안의 산소화(Insufflation), 흡인 후 산소화(Post-oxygenation) 등으로 구분하여 각 각이 독립적으로 제공되었을 경우, 혹은 두 가지 또는 세 가지가 병합되

주요어 : 흡인, 저산소증, 전산소화, 과산소화, 과팽창

* 본 연구는 2001년도 인하대학교 교내 연구비 지원에 의해 수행되었음 (INHA-22073)

1) 인하대학교 간호학과 부교수

투고일: 2002년 4월 30일 심사완료일: 2003년 2월 8일

있을 경우의 평균 효과 크기를 산출하여 그 유의성을 검정한 다 3) 또한 산소화를 제공한 방법에 따라 과산소화(hyperoxygenation), 과팽창(hyperinflation), 과환기(hyperventilation) 등으로 구분하고 각 각 독립적으로 제공되었을 경우, 혹은 두 가지 또는 세가지 방법이 병합되었을 경우의 평균 효과크기를 산출하고 그 유의성을 검정한다. 4) 끝으로 저산소증 예방을 위한 중재 방법, 흡인 방법, 저산소증 측정 계수 및 측정 방법과 시기 등 중재효과와 관련된 변수들에 대한 기술적 통계분석 결과를 제시함으로써 기관내 흡인으로 인해 저산소증 발생의 위험이 높은 환자들을 위한 임상실무의 적용에 기여하고자 한다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 기관내 흡인으로 인해 야기되는 저산소증을 예방하기 위해 적용된 다양한 중재 방법들에 대한 효과를 검정한 1차 연구 결과들을 메타-분석한 연구이다.

연구 대상

기관내 흡인으로 인한 저산소증을 예방하기 위한 중재 전략들의 효과를 검정한 연구들의 목록을 MEDLINE Search나 주제와 관련된 논문의 참고문헌 목록에 의거하여 작성한 후 연구목적에 부합되는 연구들을 선정하였다. 분석을 위해 선정된 논문의 기준은 1) 1970년 이후에 수행된 연구 2) 기관내 흡인이 필요로 된 환자를 대상으로 한 연구(동물을 대상으로 한 연구는 제외됨) 3) 1개 이상의 저산소증 예방 중재들이 적용된 연구 등이었으며 이러한 기준에 부합된 논문 30편이 분석에 포함되었다.

측정 도구

메타-분석을 위해 1차 연구들로부터 측정된 자료는 연구자, 게재 년도, 대상 환자 질환군, 표본 크기, 산소화 시점, 산소화 방법, 흡인 방법, 저산소증의 측정도구, 결과 변수 측정시기, 그리고 통계량 등이었으며 만약 한 결과 변수를 측정하기 위해 2개 이상의 측정도구를 사용한 경우는 비교를 위한 동질성을 높이기 위해 다른 연구들에서 사용한 빈도가 높은 측정 도구를 선택하였다. 또한 한 연구에서 여러 중재법에 대한 효과를 동시에 검정한 경우는 각 중재에 대한 검정을 독립된 연구로 간주하여 분석에 포함시켰다.

자료 분석 방법

우선 각 연구를 고찰하여 저산소증 예방 중재들의 효과 크기를 송혜향 (1998)의 메타분석 프로그램을 이용하여 산출하였다. 여러 연구로부터 제시된 중재효과를 병합하고자 할 때는 같은 척도로 전환할 필요가 있는데 효과크기는 이러한 목적에 부합되는 척도라 할 수 있다.

본 연구에서의 효과크기의 의미는 표준화된 평균 차이를 의미하며 이는 Cohen(1965, 1977)의 정의에 따른 것이다. 효과크기를 산출하는데 있어 기본 자료가 되는 통계량은 평균 값과 표준 편차 외에도 t 값, p 값, F 값, 카이제곱 값 등이 모두 될 수 있으나 본 연구에서는 주로 p 값이 보고되어 이를 사용하였다. 그리고 정확한 통계량을 보고하지 않았으나 대상자에 대한 원 자료(raw data)를 보고한 경우는 통계분석을 하여 필요로 되는 통계량을 구하여 사용하였으며, 본 메타분석의 목적에 부합되지 않은 통계량을 보고한 경우는 제시된 원 자료를 토대로 본 연구의 분석에서 필요로 되는 통계량을 산출하여 분석에 포함하였다.

산출된 효과크기는 동질성을 검정하여 동질한 것으로 제시된 경우 병합하여 평균 효과크기를 산출하였다. 만약 동질하지 않은 것으로 결과가 나온 경우는 분석된 논문들을 다시 고찰하여 어떤 연구가 동질성에 부정적인 영향을 주는가를 조사하여 특이값을 갖는 연구는 제외한 상태에서 병합을 시도하였다. 또한 병합된 효과크기의 통계적 유의성을 검정하기 위해 95% 신뢰구간을 산출하였으며 95% 신뢰구간은 병합된 효과크기의 통계적 유의성을 검증함은 물론 중재들간 효과크기의 비교·분석에도 적용하였다. 그 외 대상자에 대한 일반적 특성, 표본 크기, 중재 방법, 측정 방법과 시기, 그리고 흡인과 관련된 변수 등에 대한 기술적 통계분석이 수행되었다.

연구 결과

본 연구의 분석을 위해 고찰된 논문은 총 30편으로 대상자의 일반적 특성, 중재 시점과 방법, 측정 방법과 시기, 흡인 방법 및 기타 관련 변수들에 대한 기술적 통계분석을 위해서는 30편의 논문이 모두 포함되었으나 메타분석에서는 고찰된 논문들 가운데 15편(50%)이 제외되었다. 제외된 논문 중 5편은 아무런 통계량을 제시하지 않고 다만 “결과변수에 대한 효과가 유의하지 못 하였다”라고 언급하여 분석에 포함할 수 없었으며 나머지 10편의 논문도 결과 변수에 대한 효과의 유의성을 통계량을 제시하지 않고 “ $p<.05$; $p<.01$; $p<.02$; $p<.001$ 등”으로만 보고하여 메타분석에 포함시킬 수 없었다. 분석에 포함된 15편의 논문 중 8편(26.7%)은 정확한 통계량을 보고하여 그대로 메타분석이 가능하였으며 나머지 7편(23.3%)의

경우는 정확한 통계량을 보고하지는 않았으나 본문 중 대상 자들에 대한 원 자료(raw data)를 제시하였기 때문에 이를 근거로 통계분석을 수행하여 필요로 되는 통계량을 산출할 수 있었다.

연구 대상자의 일반적 특성

흡인으로 인한 저산소증의 예방 중재들의 효과를 검증하기 위해 연구에 포함된 대상자수는 11~20명이 가장 많아(42%, 12편) 주로 적은 수의 환자를 대상으로 연구가 수행되었음을 알 수 있었다. 연구에 참여한 대상자의 평균 연령은 50세~60세 사이가 가장 많아(50.4%, 8 편) 비교적 높은 연령의 대상자들이 주로 포함되었음을 볼 수 있었으며 연구에 포함된 대상자의 건강 상태로는 다양한 질환군을 포함한 경우가 가장 많은 빈도를 보였으며(31.2%, 8 편) 그 다음이 호흡기 부전으로 19.5%(5 편)였다. 그 외 관상동맥 우회술을 받은 환자와 심장 수술을 받은 환자가 15.6%와 11.7% 순 이었다.

산소화 제공의 시점과 방법

흡인으로 인한 저산소증을 예방하기 위한 중재는 다양한 방식으로 제공되었으며 연구에 따라 중재에 대한 명칭도 각기 다르게 사용되어 일관적이지 못하였다. 이러한 상황을 인식하여 Barnes & Kirchoff(1986)는 연구들에서 자주 그 효과가 검증된 중재들을 조사하여 통일된 용어로 정리하는 시도를 하였는데 이 연구자들이 정리한 바에 의하면 수동적 팽창(manual inflation), 전 산소화(preoxygenation), 통기(insufflation),

과산소화(hyperoxygenation), 과팽창(hyperinflation), 과환기(hyperventilation), 개방 체계 흡인(open system suctioning), 그리고 폐쇄 체계 흡인(closed system suctioning) 등이 주로 사용되는 저산소증 예방 중재들이었다. 위의 연구자들은 각 중재에 대한 정의도 제시하였는데 이들의 정의에서는 과팽창과 수동적 팽창을 상충되게 정의하여 서로 차별화 되지 못하였으며 전 산소화(preoxygenation)는 저산소증 예방을 위한 중재 방법에 대한 용어이기보다는 중재를 제공한 시점을 의미(Barnes & Kirchoff, 1986)하는 것임을 알 수 있었다.

또한 폐쇄체계 흡인은 통기법, 즉 흡인동안에 산소화가 제공되는 흡인방법을 일컫는 용어인 반면, 개방체계 흡인은 흡인동안 산소화가 제공되지 않은 흡인 방법을 모두 지칭하는 용어이다. 따라서 Barnes & Kirchoff(1986)의 분류는 저산소증 예방 중재들을 포괄적으로 포함하기는 하였으나 중재간 서로 배타적인 분류는 되지 못하는 것으로 인식되었다. 이러한 인식 하에 본 연구는 저산소증을 예방하기 위해 연구들에서 사용된 중재법들을 중재가 제공된 시점과 중재가 제공된 방법에 따라 분류하여 메타분석을 시도하였는데 중재들의 분류를 위해 사용된 기준은 Barnes & Kirchoff(1986)의 분류 기준을 그대로 적용하였다. 본 연구에서 사용한 중재 시점과 방법에 대한 구체적인 내용은 <Table 1>과 같다.

● 산소화의 시점에 대한 분석

연구들에서 가장 많이 적용하여 그 효과를 검증한 산소화 시점은 흡인동안의 산소화, 즉 통기법(Insufflation)으로 43.3% (13 편)의 연구가 이에 해당하였으며<Table 2> 전 산소화를 제공한 경우가 40%(12 편)로 두 번째로 빈도가 높았다. 다음

<Table 1> Definitions and Techniques of the Interventions used to Reduce Suctioning-Induced Hypoxemia

Oxygenation Time Periods	Definitio	Technique
Preoxygenaton	Administration of oxygen before suctioning only	* Bagging * Changes ventilation * Mechanical sigh
Insufflation	Allows oxygenation to be administered simultaneously with suctioning	* Double lumen cath. * Sidearm of an endotracheal tube adaptor * Bagging
Postoxygenation	Administation of oxygen after suctioning only	* Changes ventilation * Mechanical sigh
Oxygenation Methods	Definition	Technique
Hyperoxygenation	Administration of oxygen at an FiO ₂ greater than the patient is receiving or is usually required	* Bagging with supplemental O ₂ * Increasing the ventilator FiO ₂
Hyperinflation	Lung inflation by means of a resuscitation bag or ventilator; may be at a volume equivalent to the ventilator setting or as much as one and one half times the preset ventilator value; does not imply a change in oxygen concentration	* Bagging * Mechanical sigh
Hyperventilation	An increase in rate of ventilation; does not imply an increase in volume or oxygen concentration	* Bagging * Increasing ventilator

은 전 산소화와 후 산소화를 동시에 사용한 경우로 36.6% (11편)이었으며 전 산소화와 통기법을 동시에 사용한 경우는 26.6% (8편)이었다. 흡인전, 중간, 후 등 세 시점 모두 산소화를 적용한 경우도 16.7% (5편)나 되었다(한 연구에서 몇 가지 시점을 동시에 검정한 경우가 있어 합산된 비율이 100%를 넘음).

○ 산소화 방법에 대한 분석

산소화를 제공한 방법은 과산소화, 과팽창 그리고 과환기 등이었으며 각 각 독립적으로 적용되기도 하였으나 두 가지 혹은 세 가지 방법을 동시에 적용한 경우도 있었으며<Table 2> 한 연구에서 여러 가지 방법을 동시에 검정한 경우가 있어 합산된 비율이 100%가 넘었다. 우선 가장 많은 빈도로 적용된 방식은 과산소화와 과팽창을 동시에 적용한 것으로 78% (20개)의 연구가 이에 해당하였으며 다음이 과산소화를 적용한 경우로 39%(10개), 그리고 과팽창을 사용한 연구는 8개로

31.2%이었다<Table 2>.

과산소화 방식을 적용하는데 있어 가장 흔히 사용된 O₂의 비율은 FiO₂ 1.0 이었고(87%, 2편) 그 외 1 편의 연구에서 80% O₂를 적용하였으며 나머지 두 연구에서 현재 공급되는 수준보다 20% 높은 비율의 O₂와 50% 높은 비율의 O₂를 각각 적용하였다<Table 3>. 그리고 과산소화를 제공하기 위해 인공호흡기를 사용한 경우가 75.8%(15편)로 다수를 차지하였으며 압부백을 사용한 경우도 40%(9편)이었다(한 연구에서 한 가지 이상의 방법을 적용하여 검정한 경우가 있어 합산된 비율이 100%를 넘음). 과팽창을 위해 사용된 공기의 양은 150% tidal volume이 가장 많았으며(40%, 8편) 200% tidal volume을 사용한 경우와 순수 체중(Lean body weight)으로 산출한 공기의 양을 사용한 경우가 각 각 20%(4편)로 동일한 빈도를 보였다 <Table 3>. 3회의 호흡으로 과팽창을 적용하는 방식이 가장 흔히 사용되었는데 36%(9편)가 이에 해당하였으며 4~6회 호흡으로 적용한 경우가 28%(7편), 그리고 1~3분간 지속

<Table 2> Descriptive Statistics for Oxygenation Time Periods and Methods

Oxygenation Time Period	N(30)	%	Oxygenation Methods	N(26)	%
Preoxygenation only	12	40.0	Hyperoxygenation only	10	39
Postoxygenation only	1	3.3	Hyperinflation only	8	31.2
Insufflation only	13	43.3	Hyperoxygenation+Hyperinflation	20	78
Pre+Post	11	36.6	Else ¹	1	3.9
Pre+Insufflation	8	26.6			
Pre+Insufflation+Post	5	16.7			

1: Hyperventilation+hyperinflation

* More than one oxygenation time periods or methods might be examined in a single study

<Table 3> Descriptive Statistics for Methods, Volumes, and Devices of Hyperoxygenation, Hyperinflation, and Insufflation

% of O ₂ for Hyperoxygenation	N (23)	%	Hyperinflation volume	N (20)	%	Hyperinflation methods	N (25)	%
FiO ₂ 1.0	20	87.0	tidal volume	3	15.0	3 respirations	9	36.0
80% O ₂	1	4.4	150% tidal volume	8	40.0	4~6 respirations	7	28.0
20% above ¹	1	4.4	200% tidal volume	4	20.0	1~3 min	5	20.0
50% above ²	1	4.4	LBW ³	4	20.0	Else ⁴	4	16.0
			10 L/min	3	15.0			
			15 L/min	1	5.0			
Hyperoxygenation devices	N (24)	%	Hyperinflation devices	N (21)	%	Insufflation methods and devices	N (19)	%
Bagging ⁵	9	40.8	Bagging	13	59.1	.CSS ⁷	5	26.3
Ventilator ⁶	15	75.8	Mechanical Sigh	14	60.9	Adaptor ⁸	7	37.1
						Double lumen ⁹	3	15.9
						Else ¹⁰	4	21.2

- 1: 20% above maintenance level 2: 50% above maintenance level 3: volume calculated with lean body weight
- 4: 1~3 respirations(2, 8%), 3~5 respirations(1, 4%), and 3~6 respirations(1, 4%) 5: bagging with supplemental O₂
- 6: Increasing the ventilator FIO₂ 7: Closed Suction System 8: Swivel adaptor, Adaptor, etc.
- 9: Double lumen catheter, Jinotti double lumen catheter, etc.
- 10. In-line suction catheter(1, 5.3%), constant flow insufflation(CFI)(1, 5.3%), high flow jet ventilation(HFJV)(1, 5.3%), and Valve system(1, 5.3%)

* More than one % of O₂, hyperinflation volumes, methods, and devices might be examined in a single study

적으로 적용한 경우가 20%(5편)이었다. 압부백을 사용하여 과팽창을 제공한 경우(59.1%, 13편)와 인공 호흡기를 사용하여 적용된(60.9%, 14편) 빈도가 거의 동일한 것으로 분석 결과 제시되었다(한 연구에서 한 가지 이상의 방법을 동시에 적용하여 검정한 경우가 많아 합산된 비율이 100%를 넘음).

통기법에서 사용된 기구들로 가장 높은 빈도를 차지한 것은 Swivel 부착기와 같은 특수 adaptor를 부착하여 흡인을 하는 방법이었으며 37.1%(7편)에서 이를 사용하였다. 그 외 정확한 설명이 없이 폐쇄체계 흡인이라고 보고한 경우가 26.3%(5편)이었으며 그 외 double lumen 카테터(15.9%, 3편), Valve system 등이 사용되었고 CFI(Constant Flow Insufflation), HFJV(High Flow Jet Ventilation) 등의 방법도 적은 빈도이기 는 하나 사용한 것으로 보고 되었다.

기관내 흡인의 적용 방식

연구들에서 보고한 흡인 시간은 15 초가 가장 빈도가 높았 으며(72%, 18), 16%(4편)는 10초를 적용하였다고 보고하였다 <Table 4>. 사용된 흡인 압력은 -60~-200 mmHg 사이였으며 그 중 -80~-120 mmHg를 적용한 연구들이 주류를 이루었다.

저산소증의 측정에 대한 분석

저산소증을 측정할 계수는 PaO₂, SaO₂, PaO₂/FiO₂, 그리고 Svo₂ 등이었는데<Table 4> 이 중 PaO₂가 주류를 이루었으며 (69%, 20편) 다음으로 많이 적용된 측정계수는 SaO₂이었다 (20%, 6편). 중재가 흡인 후의 저산소증에 미치는 효과를 검정하기 위해 저산소증에 대한 자료를 측정할 시점으로는 시험 절차가 끝난 직후부터 측정하여 비교한 경우가 주류를 이루 어 62.1%(18 편)가 이에 해당하였다. 그리고 대부분의 연구 가 다수의 중재 방법을 시간차를 두고 제공하여 효과를 검정

하는 단일 실험군 반복측정 실험 설계를 채택하였는데 중재 간 간격은 30분~2시간이었다.

저산소증을 예방하기 위한 중재들에 대한 메타분석

저산소증 예방 중재들을 제공된 시점이나 방법에 관계없이 총체적으로 하나로 묶어 메타-분석한 결과 총 21개의 연구결과(15 편의 논문: 하나의 논문으로부터 1개 이상의 연구결과 가 선택된 경우가 있음)로부터 산출된 효과 크기들이 서로 동 질하지 않은 것으로 나타나 효과 크기들을 그대로 병합할 수 없었다. 이에 대한 해결로 효과 크기가 지나치게 크거나 작은 5개의 연구결과를 제외시켰다. 나머지 16개의 연구결과는 서 로 동질하여 평균값을 산출하였는데 평균 평균효과 크기가 .86으로 Cohen(1972)의 기준에 의하면 큰 효과크기에 해당되 었으며 통계적으로 유의하였다(U=54.09, p=.0000)<Table 5>.

저산소증 예방 중재들을 제공된 시점별로 분류하여 평균 효과 크기를 산출하여 효과가 통계적으로 유의한가를 검정하 고 시점에 따른 평균 효과크기들을 비교하였다. 우선 흡인 전 에만 산소화를 제공한 총 8개의 연구들의 효과 크기에 대해 동질성을 검정한 결과 동질하지 않았다. 특히 값을 갖는 3개 의 연구를 제외한 나머지 5개의 연구결과들은 동질하여 이들 의 평균 효과크기를 산출하였다. 평균 효과크기는 .68로 중간 효과 크기에 해당하였으며 통계적으로 유의하였다(U=6.13, p=.01). 흡인 후에만 산소화를 제공한 경우는 1편의 연구에 불과하여 메타분석에서 제외되었고 흡인 동안에만 산소화를 제공한 통기 흡인의 경우는 동질한 것으로 나타난(Q=1.99, p=.57) 5개의 연구결과들(6 연구들 중 5개가 동질하였음)의 평균 효과 크기를 산출한 결과 -1.59로 통계적으로 유의하였 으며(U=30.64, p=.0000) 중재를 사용한 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 저산소증이 더 심하게 나타난 것으로 제시되었 다. 흡인전과 흡인후에 산소화를 제공한 5 개의 연구결과들은

<Table 4> Descriptive Statistics for Suctioning and Hypoxemia Measurement

Suctioning duration	N (25)	%	Suctioning pressure	N (17)	%	Suctioning flow rate	N (13)	%
10 sec	4	16	-60 (mm Hg)	1	5.9	10~13 L/min	2	15.4
15 sec	18	72	-80~-120	9	53.1	15~22 L/min	9	69.3
Else ¹	3	12	-140~-200	7	41.3	23~27 L/min	2	15.4
Measurement parameters	N (29)	%	Measurement times	N (29)	%	Intervals ⁵	N (15)	%
PaO ₂	20	69	Just after ³	18	62.1	1 hour	5	33.3
SaO ₂	6	20	15-30 sec after	4	13.8	2 hours	4	26.7
PaO ₂ /FiO ₂	2	6.7	from 1 min after	4	13.8	30 min	4	26.7
Svo ₂ ²	1	3.3	Else ⁴	3	10.3	Else ⁶	2	13.4

1: 4sec(1; 4%) and 10~15sec(2; 8%) 2: Mixed venous oxygen saturation 3: immediately after finishing procedure

4: lowest value of the day or lowest one among after values

5: Intervals between protocols 6: 5 minutes(1, 6.7%) and 10 minutes(1, 6.7)%

동질하여 평균 효과크기를 산출한 결과 1.11로 저산소증 예방에 있어 큰 효과를 갖는 것으로 나타났으며 통계적으로 유의하였다($U=36.04, p=.0000$).

저산소증 예방 중재들의 제공된 방법과 관련된 메타 분석에서는 우선 과산소화를 제공한 경우의 평균 효과크기는 .62(16개의 연구결과들 중 동질한 것으로 나타난 5 연구의 효과크기를 병합함)로 중간 효과 크기이었으며 통계적으로 유의하였다($U=6.13, p=.01$). 과팽창을 제공한 경우는 정확한 통계량을 보고한 연구가 적어 메타분석에서 제외되었고 과산소화와 과팽창을 같이 사용한 경우의 평균 효과크기는 1.33(8개의 연구결과들 중 동질한 것으로 나타난 7 개의 연구결과를 병합함)으로 큰 효과크기이었으며 통계적으로 유의하였다<Table 5>.

논 의

흡인으로 인한 저산소증을 예방하기 위한 중재들의 효과를 중재 시점이나 방법에 상관없이 총괄적으로 종합하여 메타-분석한 결과, 통계적으로 유의한 중간크기의 효과를 갖는 것으로 나타났다. 즉 연구에 따라 중재 효과가 유의한 것으로 보고한 경우와 유의하지 않은 것으로 보고한 경우가 혼합되어 일관적이지 못한 양상을 보였으나 메타분석을 통해 결과들을 종합한 결과 저산소증을 예방하기 위해 적용된 중재 전략들은 총체적으로 저산소증 예방에 통계적으로 유의한 효과를 갖는 것으로 나타났으며 그 크기는 Cohen(1972)의 기준에 의하면 중간 크기이었다. 어떤 중재 전략이든 그것을 사용한 집단에서 저산소증을 일어날 확률이 중재를 사용하지 않은 집단에 비해 평균 40%나 낮은 것으로 제시되었다<Table 5의 \bar{R} 값 참조>.

중재를 제공한 시점별로 구분하여 메타-분석한 결과에 의하면 흡인 전 산소화를 제공한 경우와 흡인 전·후 동시에

산소화를 제공한 경우 모두 저산소증 예방에 유의한 효과를 갖는 것으로 나타났으며 흡인 전에만 제공한 경우는 중간크기의 효과크기를 그리고 전·후에 같이 제공한 경우는 큰 크기의 효과크기를 갖는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 효과 크기의 차이는 통계적으로 유의하지는 않았다(95% 신뢰구간 참조). 결론적으로 흡인 전에만 산소화를 제공한 경우와 흡인 전·후에 같이 산소화를 제공한 경우의 효과크기의 차이가 통계적으로 유의하지는 않았으나 흡인 전에만 산소화를 제공한 경우 그렇지 않은 경우에 비해 저산소증을 일어날 확률이 32% 낮아는데 비해 흡인 전·후에 같이 산소화를 제공한 경우는 그렇지 않은 경우에 비해 저산소증을 일어날 확률이 49%나 낮은 것으로 분석 결과 제시되었다<Table 5의 \bar{R} 값 참조>.

그 외 흡인 동안에 산소화를 제공하는 통기법이 적용된 경우 '의 평균 효과크기가 산출됨으로써 중재가 제공된 경우 오히려 중재가 제공되지 않은 경우에 비해 저산소증이 일어날 확률이 62%나 더 높은 것으로 나타났다. 즉 통기법을 적용한 연구들의 경우 연구 가설에서 설정된 것과 반대의 결과가 많이 얻어졌다는 의미이다. 마찬가지로 흡인전 산소화와 통기법을 동시에 적용한 경우도 부정적인 결과를 보였는데 흡인 전 산소화와 통기법을 같이 적용한 경우 그렇지 않은 경우에 비해 오히려 저산소증이 일어날 확률이 50%나 높았다.

흡인 동안 산소를 공급하는 "통기법"의 경우는 본 메타분석을 통해서도 알 수 있듯 그 효과가 가장 많이 검정된 중재로서 다양한 기구들이 통기를 제공하기 위해 개발·적용되어 그 효과가 검정되었음을 볼 수 있었다. 그런데 본 메타분석을 통해 연구결과들을 종합한 결과 통기법을 사용한 경우 오히려 중재를 제공하지 않은 경우에 비해 저산소증이 일어날 확률이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 통기법을 사용하는 경우 효과적인 분비물 흡인이 어렵다는 관점(Bulechek & McCloskey, 2000)에 어느 정도 부합되는 결과인 것으로 추론

<Table 5> The Results of the Meta-Analyses for Interventions Used to Reduce Suctioning-Induced Hypoxemia

Intervention	# of studies	summed sample size	\bar{D} ¹	\bar{R} ²	95% confidence ³		Significance test ⁴		Homogeneity test ⁵	
					lower	upper	U	p	Q	p
overall ⁶	16	332	.86	.40	.63	1.09	54.09	.0000	23.99	.07
Pre only ⁷	5	65	.68	.32	.14	1.21	6.13	.01	.66	.71
Insuff only ⁸	5	65	-1.59	-.62	-2.15	-1.03	30.64	.0000	1.99	.57
Pre + Post ⁹	5	136	1.11	.49	.75	1.47	36.04	.0000	3.27	.51
Hyperoxy only ¹⁰	5	106	.62	.30	.23	1.01	9.70	.002	2.45	.65
Hyperoxy+Hyperinf ¹¹	7	116	1.33	.55	.92	1.73	41.27	.0000	2.79	.83

1: combined effect size of d

2: combined effect size of r

3: 95% confidence interval of \bar{D}

4: Significance test for \bar{D} or \bar{R}

5: Homogeneity test for the ds or rs

6: meta-analysis was performed by including all of the studies

7: Preoxygenation only

8: Insufflation only

9: Preoxygenation + Postoxygenation 10: Hyperoxygenation only

11: Hyperoxygenation + Hyperinflation

되었다.

산소화를 제공한 방식에 따른 효과 크기의 차이를 살펴보면 우선 과산소화를 적용한 경우의 평균 효과크기는 중간 크기였으며 이 값은 통계적으로 유의하였다. 즉 효과크기를 종합한 결과 과산소화를 적용한 경우 저산소증이 발생하는 정도가 중재가 사용되지 않은 경우에 비해 유의하게 낮았다는 의미이다(저산소증이 일어날 확률이 30% 낮았음). 또한 과산소화와 과팽창을 같이 사용한 경우의 평균 효과 크기는 과산소화만을 적용한 경우에 비해 큰 것으로 나타났는데 이러한 효과크기의 차이가 통계적으로 유의하지는 않았다(두 방법의 효과크기의 95% 신뢰구간이 일부 겹쳐짐). 그러나 과산소화와 과팽창을 같이 적용한 경우 그렇지 않은 경우에 비해 저산소증이 일어날 확률이 55%나 적어지는 것으로 분석 결과 제시되었다.

분석된 연구들에서 과산소화를 위해 가장 많이 사용한 O_2 는 FiO_2 1.0이었다. 이렇듯 저산소증을 예방하기 위해 순수 산소를 공급하는 것이 임상실무에 있어 일반적이기는 하나 환자의 상태에 따라 FiO_2 1.0을 지속적으로 투여했을 경우의 위험을 간과해서는 안된다는 주장도 있었다. Rogge, Bunde, & Baun(1989)은 만성 폐쇄성 폐질환(COPD)을 가지고 있는 환자들의 경우 높은 비율의 산소공급을 견디지 못하는 경향이 있어 환기가 오히려 감소될 수 있음을 강조하였다.

과팽창을 위해 가장 많이 사용된 공기의 양은 150% tidal volume이었으며 3~6회 호흡으로 과팽창을 제공하는 것이 일반적으로 가장 많이 사용된 방식이었다. 과팽창을 제공하기 위해 암부백과 인공 호흡기가 비슷한 정도로 사용되었으며 연구 중에는 암부백과 인공 호흡기를 통한 과팽창 중 어떤 것이 더 저산소증 예방에 효과적인가를 검증하기 위한 목적으로 수행된 경우도 있었다. 과산소화나 과팽창을 암부백을 적용하여 제공하는 경우 아무리 이상적인 조건에서 수행한다 하여도 적절한 tidal volume이나 FiO_2 1.0을 공급하기 어렵다는 주장이 대두되었다(Glass et al., 1993; McCabe & Smeltzer, 1993). 그런 이유에서 연구들 중에는 암부백을 사용할 경우 적정량의 산소가 공급되는 지를 측정하는 특수 계기를 사용한 경우도 있었다. 또한 과팽창을 제공하는 것이 저산소증 예방을 위해 효과적인 중재이긴 하나 흉곽내 압력 상승이나 더 심하게는 심장마비 등을 일으킬 수 있는 잠재적인 위험을 가지고 있기 때문에(Kollef, 1992) 적은 양의 공기를 사용하여 큰 양을 사용한 경우와 동일한 효과를 얻을 수 있음이 연구를 통해 검증된다면 임상 실무를 위해 좋은 지침이 될 수 있을 것으로 인식되었다. 그러나 정확한 통계량을 보고한 연구가 적은 관계로 본 연구에서 적용된 공기의 양에 따른 효과 크기의 차이를 비교하는 것은 가능하지 않았다.

분석된 연구들에서는 일관되게 저산소증을 최소화하기 위

한 흡인 방법으로 적용한 것은 다음과 같다: 1) 흡인 기간은 15초 이내, 2) 흡인을 위한 압력은 -80~-120 mm Hg, 3) 흡인 flow rate은 15-22 L/분, 4) 흡인관의 크기는 14 Fr이었다. 그리고 생리 식염수를 기관내에 점적하는 과정을 흡인 절차에 포함시켰다고 보고한 경우도 있었으나(10%, 3 편/30 편) 대부분의 연구에서 생리 식염수의 점적을 적용하지 않았다. 저산소증을 측정하기 위해 가장 많이 사용된 계수는 동맥혈 가스 분석을 통한 산소 분압이었으며 일부의 연구에서는 산소측정기(ear oxymetry 혹은 pulse oxymetry)를 사용하여 산소포화도를 측정하기도 하였다. 그런데 산소 포화도의 경우는 기도의 개방성을 판단하는데 있어 단독으로 사용하기에는 충분하지 않은 계수로 보고된 바가 있다(Amar, Greenberg, Menegus & Breitbart, 1994; Baraka et al., 1994; Nyarwaya, Mazoit & Samii, 1994).

지금까지의 결과를 통해 볼 때 기관 흡인으로 인해 발생하는 저산소증은 많은 연구자들의 관심의 대상이었으며 그런 이유로 이를 예방할 수 있는 중재들이 적용되어 그 효과가 반복적으로 검증되었다. 그런데 연구에 따라 중재들을 적용한 방식에 차이가 많이 있었으며 중재와 관련하여 사용한 명칭에 있어서도 큰 차이를 보이고 있었다. 그리고 대부분의 연구가 연구 결과를 일반화하기에 충분치 않은 수의 대상자를 포함하고 있었다. 즉 20명 내외의 환자들을 대상으로 연구를 수행한 경우가 대부분이며 10명 내외의 대상자를 참여시킨 경우도 흔하였다. 따라서 한 편 혹은 몇 편의 연구 결과에 의거하여 저산소증 예방과 관련된 실무를 수행하기에는 어려울 것으로 인식되었다. 본 연구를 통해 메타-분석된 내용을 통해 볼 때 저산소증을 예방하기 위해 적용된 중재는 방법이 어떤 것이었던 상관없이 총체적으로 저산소증을 예방하는데 있어 유의한 효과를 갖는 것으로 나타났으며 이러한 결과는 332명이라는 비교적 큰 표본(다수의 연구들로부터 합산할 경우를 의미)에 의한 결과라는 점에서 개별적 연구결과보다는 임상실무의 적용에 좀 더 기여할 수 있으리라 생각된다. 그리고 기관내 흡인이 절대적으로 필요한 환자들과 관련하여 중요한 연구 주제임에도 아직까지 많은 연구들에서 정확한 통계량을 보고하지 않아 연구자들의 주의가 요망되는 것으로 인식되었다.

결론 및 제언

본 연구는 그 동안 보고되었던 1차 연구 결과들을 토대로 흡인으로 인해 발생하는 저산소증을 예방하기 위한 중재들의 병합된 효과를 메타-분석하고자 수행되었으며 이러한 목적을 위해 30편의 논문이 고찰되었다. 연구결과에 의하면 산소화가 제공된 시점이나 방법에 상관없이 중재들에 대한 총체적 효과를 메타-분석한 결과에 의하면 저산소증 예방을 위한 중재를

제공한 경우 시점이나 방법에 관계없이 중재를 제공하지 않은 경우에 비해 저산소증의 발생률이 낮은 것으로 제시되었다 (40%정도 감소). 산소화가 제공된 시점에 따른 효과를 분석한 결과에 의하면 흡인 전, 후에 산소화를 제공한 경우 가장 큰 효과크기를 보인(통계적으로 유의한 차이는 아님) 반면 통기법이 적용된 경우는 오히려 연구 가설과 반대의 결과를 많이 얻은 것으로 나타났다. 산소화를 제공한 방법에 있어서는 과산소화와 과팽창을 같이 사용한 경우 과산소화만을 적용한 경우에 비해 통계적으로 유의한 차이는 아니라 큰 효과크기를 보였는데 과산소화만을 제공한 경우 저산소증이 일어날 확률이 30%로 낮아진 것에 비해 과산소화와 과팽창을 동시에 적용한 경우는 55% 낮아지는 것으로 연구결과 제시되었다.

본 연구를 통해 제시된 결과는 기관내 흡인을 하는 환자들에게 저산소증을 예방하기 위해 보다 효과적인 중재들에 대한 정보를 제공할 뿐 아니라 그러한 중재를 제공을 위해 널리 사용되고 있는 구체적 방법이나 기술 등에 대한 정보를 제공하였다는 점에서 의의가 있다고 본다. 그러나 본 연구에서는 과산소화나 과팽창이 제공된 방식에 따른 효과크기의 차이를 비교·분석하지 못하였다. 따라서 각 중재들이 가진 잠재적 위험을 고려하여 중재 방식에 따른 효과크기를 검증한다면 위험도가 비교적 적으면서 동일한 효과를 낼 수 있는 중재 방식을 밝힘으로써 임상실무에 기여하는 바가 더욱 크리라 본다.

References

송혜향 (1998). *의학, 간호학, 사회과학 연구의 메타분석법*, 서울, 청문각.

Barnes, C. A., & Kirchhoff, K. T. (1986). Minimizing hypoxemia due to endotracheal suctioning: A review of the literature, *Heart & Lung*, 15(2), 164-178.

Bulechek, G. M., & McCloskey, J. C. (1999). *Nursing Interventions: Effective nursing treatment*, Philadelphia, Pennsylvania, Saunders.

Riegel, B., & Forshee, T. (1985). A review and critique of the literature on preoxygenation for endotracheal suctioning, *Heart & Lung*, 14, 507-518.

Wainwright, S. P., & Gould, D. (1996). Endotracheal suctioning: An Example of the problems of relevance and rigour in clinical research, *J of Clinical Nursing*, 5, 389-398.

메타분석을 위한 논문 목록

Anderson, K. M. (1989). The effects of manual baggings versus mechanical ventilatory sighing on oxygenation during the suctioning procedure, *Heart & Lung*, 18, 301-302.

Arai, T., Hatano, Y., Komatsu, K., Takada, T., Miyake, C.,

Harioka, T., & Reshad, K. (1985). Real-time analysis of the change in arterial oxygen tension during endotracheal suction with a fiberoptic bronchoscope, *Critical Care Medicine*, 13(1), 855-858.

Baker, P., Baker, J. P., & Koen, P. A. (1983). Endotracheal suctioning techniques in hypoxemic patients, *Respir Care*, 28(12), 1563-1568.

Belling, D., Kelley, R. R., Simon, R. (1978). Use of the swivel adaptor aperture during suctioning to prevent hypoxemia in the mechanically ventilated patient, *Heart & Lung*, 7(2), 320-322.

Johnson, K. J., Kearney, P. A., Johnson, S. B., Niblett, J. B., & McClain, R. E. (1994). Closed versus open endotracheal suctioning: Costs and physiologic consequences, *Critical Care Medicine*, 22(4), 658-666.

Bodai B. (1982). A means of suctioning without cardiopulmonary depression. *Heart and Lung*, 11, 172.

Bodai, B. I., Walton, C. B., Briggs, S., & Goldstein, M. (1987). A clinical evaluation of an oxygen insufflation/suction catheter, *Heart & Lung*, 16(1), 39-46.

Brocard, L., Mion, G., Isabey, D., Bertrand, C., Messadi, A., Mancebo, J., Boussignac, G., Vasile, N., Lemaire, F., & Harf, A. (1991). Constant-flow insufflation prevents arterial oxygen desaturation during endotracheal suctioning, *Am Rev Respir Dis*, 144, 395-400.

Brown, S., Stansbury, D. W., Stansbury, D. W., Merrill, E. J., Linden, G. S., & Light, R. W. (1983). Prevention of suctioning-related arterial oxygen desaturation, *Chest*, 4, 621-627.

Carlson, G. C., Fox, S. J., & Ackman, N. J. (1987). Evaluation of a closed-tracheal suction system, *Critical Care Medicine*, 15(5), 522-525.

Chulay, M. (1988). Arterial blood gas change with a hyperinflation and hyperoxygenation suctioning intervention in critically ill patient, *Heart & Lung*, 17(6), 654-661.

Clark, A., Winslow, E. H., Tyler, D. O., & White, K. M. (1990). Effects of endotracheal suctioning on mixed venous oxygen saturation and heart in critically ill adults, *Heart & Lung*, 19(5), 552-557.

Crabtree Goodnough, S. K. (1985). The effects of oxygen and hyperinflation on arterial oxygen tension after endotracheal suctioning, *Heart & Lung*, 14(1), 11-17.

Craig, K. C., Benson, M. S., & Pierson, D. J. (1984). Prevention of arterial oxygen desaturation during closed-airway endotracheal suction: Effect of ventilator mode, *Respir Care*, 29(10), 1013-1018.

Douglas, S., & Larson, E. L. (1985). The effect of a positive end-expiratory pressure adapter on oxygenation during endotracheal suctioning, *Heart & Lung*, 14(4), 306-400.

Fell, T., & Cheney, F. W. (1971). Prevention of hypoxia during endotracheal suction, *Ann Surg*, 174(1), 24-28.

Hodgson, C., Denehy, L., Ntoumenopoulos, G., Santamaria, J., & Carroll, S. (2000). An investigation of the early effects of manual lung hyperinflation in critically ill patients, *Anaesth Intensive Care*, 28, 255-261.

- Jung, R. C., & Newman, J. (1982). Minimizing hypoxia during endotracheal airway care, *Heart & Lung*, 11(3), 208-212.
- Kathleen, S. S., Talaganis, A. T., Preusser, B., & Gonyon, D. S. (1991). Effect of lung hyperinflation and endotracheal suctioning on heart rate and rhythm in patients after coronary artery bypass graft surgery, *Heart & Lung*, 20(5), 443-450.
- Lagnrehr, E., Washburn, S., Guthrie, M. (1981). Oxygen insufflation during endotracheal suctioning. *Heart and Lung*, 10, 1028.
- Lookinland, S., & Appel, P. L. (1991). Hemodynamic and oxygen transport changes following endotracheal suctioning in trauma patients, *Nursing Research*, 40(3), 133-138.
- Ntoumenopoulos, G., Gild, A., & Cooper, D. J. (1998). The effect of manual lung hyperinflation and postural drainage on pulmonary complications in mechanically ventilated trauma patients, *Anaesth Intensive Care*, 26, 492-496.
- Pierce, J. B., & Piazza, D. E. (1987). Differences in postsuctioning arterial blood oxygen concentration values using two postoxygenation methods, *Heart & Lung*, 16(1), 34-38.
- Preusser, B. A., Stone, K. S., Gonyon, D. S., Winningham, M. L., Groch, K. F., & Karl, J. E. (1988). Effects of two methods of preoxygenation on mean arterial pressure, cardiac output, peak airway pressure, and postsuction hypoxemia, *Heart & Lung*, 17(3), 290-299.
- Rogge, J. A., Bunde, L., & Baum, M. M. (1989). Effectiveness of oxygen concentrations of less than 100% before and after endotracheal suction in patients with chronic obstructive pulmonary disease, *Heart & Lung*, 18(1), 64-71.
- Skelley, B., Deeren, S., & Powaser, M. (1980). The effectiveness of two preoxygenation methods to prevent endotracheal suction-induced hypoxemia. *Heart and Lung*, 9 : 316.
- Smith, R. M., Benson, M. S., & Schone, R. B. (1987). The efficacy of oxygen insufflation in preventing arterial oxygen desaturation during endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients, *Respir Care*, 32(10), 865-869.
- Stone, K. S., Vorst, E. C., Lanham, B., & Zahn, S. (1989). Effects of lung hyperinflation on mean arterial pressure and postsuctioning hypoxemia, *Heart & Lung*, 18(4), 377-385.
- Weitl, J., & Bettstetter, H. (1994). Indication for use of the closed suction system in respiratory therapy with high levels of positive end-expiratory pressure, *Anaesthetist*, 43, 359-363.

Meta-Analysis on the Effectiveness of Interventions Applied to Preventing Endotracheal Suction-Induced Hypoxemia*

Oh, Hyun-Soo¹⁾

1) Associate Professor, Department of Nursing, Inha University

Purpose: This study was conducted to investigate the effects of the suction-induced hypoxemia interventions. **Method:** 30 suction-induced hypoxemia interventions were reviewed for the purpose of meta-analysis. **Result:** The study showed that both preoxygenation and insufflation were the most frequently examined oxygenation time periods, and hyperoxygenation combined with hyperinflation was the most commonly applied oxygenation method in order to prevent suction-induced hypoxemia. The greatest effect was obtained by providing oxygenation before and after suctioning, whereas negative effect(the contrary results from the study hypotheses) was frequently obtained by applying insufflation only. Applying hyperoxygenation combined with hyperinflation had the greatest effect over that of applying hyperoxygenation only, even though the difference between effect sizes of both methods were statistically significant. **Conclusion:** The results of meta-analysis showed that the occurrence rate of hypoxemia after suctioning was significantly reduced with the overall interventions for hypoxemia (decreasing 40% of occurrence rate), independent with time periods or methods for providing oxygenation.

Key words : Suctioning, Hypoxemia, Preoxygenation, Hyperoxygenation, Hyperinflation

* This study was supported by Research Fund of Inha University, 2001 (INHA-22073)

• Address reprint requests to : Oh, Hyun-Soo

Associate Professor, Department of Nursing, Inha University
253, Yonghyun-dong, Nam-ku, Incheon 402-751, Korea
Tel: +82-32-860-8206 Fax: +82-32-874-5880 E-mail: hsoh@inha.ac.kr