

호기 및 흡기호흡운동이 상복부 수술을 한 노인 환자의 폐환기능과 폐 합병증에 미치는 효과 비교

구미지¹ · 황선경²

¹양산부산대병원 외과중환자실, ²부산대학교 간호대학

Comparison of Effects of Exhalation and Inhalation Breathing Exercises on Pulmonary Function and Complications in Elderly Patients with Upper-abdominal Surgery

Koo, Mijee¹ · Hwang, Sunkyung²

¹SICU, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan

²College of Nursing, Pusan National University, Yangsan, Korea

Purpose: The purpose of this study was to identify the effects of exhalation breathing exercises using expirometer and that of inhalation breathing exercises using incentive spirometry on pulmonary function and complications in elderly patients with upper-abdominal surgery. **Methods:** The research design was a nonequivalent control group non-synchronized design. Participants were 63 patients who underwent upper-abdominal surgery under general anesthesia (32 in experiment group, 31 in control group). They were recruited at P university hospital from August 1 to November 30, 2015. Effects were evaluated by measuring pulmonary functions (Forced Vital Capacity [FVC], Forced Expiratory Volume in 1 second [FEV1]) and pulmonary complications. Data were analyzed using SPSS/WIN 18.0 program. **Results:** There was no difference in FVC between the experimental group and the control group, but FEV1 in the experimental group increased significantly compared to the control group by time change ($p=.001$). Also, there were no pulmonary complications in the experimental group but there were 5 cases (16.1%) ($p=.018$) in the control group. **Conclusion:** Findings indicate that exhalation breathing exercises by elderly patients following upper-abdominal surgery is an effective nursing intervention in enhancing pulmonary function and preventing pulmonary complications.

Key words: Exhalation; Inhalation; Breathing exercises; Surgery

서 론

1. 연구의 필요성

전신마취 수술 환자는 호흡기능 부전으로 인해 무기폐, 폐렴, 기관지염, 기관지경련, 폐부종, 상기도 폐쇄 등의 다양한 수술 후 폐 합병증을 경험하게 되는데, 특히, 수술 후 폐 합병증의 주요 증가요

인으로서는 60세 이상, 상복부 수술, 전신마취 등이다[1,2].

나이가 들수록 폐의 전체 용적 중 폐쇄용적(closing capacity)은 증가하고 폐유순도와 근육강도는 감소함에 따라 1초간 노력성 호기량이 10년에 8~10%씩 감소하게 된다[3]. 특히, 1초간 노력성 호기량이 1.0 L 미만은 수술 후 폐 합병증의 독립적인 위험 예측인자라고 하였다[4]. 그러므로 나이가 증가함에 따라 폐활량 및 폐환기 예

주요어: 호기, 흡기, 호흡운동, 수술

Address reprint requests to : Koo, Mijee

SICU, Pusan National University Yangsan Hospital, 20 Kumoh-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea

Tel: +82-55-360-2223 Fax: +82-55-360-1269 E-mail: worldofmiji@hanmail.net

Received: March 16, 2016 Revised: May 4, 2016 Accepted: May 8, 2016

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>) If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

것이다[1].

수술로 인한 폐 합병증 발생 원인은 수술 자체나 마취제에 의해 호흡 근육이 약해지고 흉벽 기능에 장애가 발생하여 폐 용적을 변화시키기 때문인데, 이로 인한 기능적 잔기용량의 감소는 하복부 수술 10~15%, 상복부 수술 30%, 폐절제술의 경우 35%에서 발생한다[5]. 상복부 수술은 하복부 수술에 비해 폐 합병증이 1.5배 이상 높게 발생하는데[1,3,6], 이는 복막 내장 신경자극으로 인해 횡격막 수용체의 신경 전달을 억제하는 중추신경계가 반사적으로 활성화되어 호흡근육에 기능장애가 발생하기 때문이다[6]. 수술 후 폐 합병증의 독립적인 예측인자로 상복부 수술이 포함되며, 특히, 간담도계 수술에서 폐 합병증이 더 높다[3,4]. 상복부 수술 후에는 흡기 용량, 폐활량, 기능적 잔기용량이 감소하는 제한성 환기장애가 잘 나타나며, 통증이나 외과적 절개로 인해 흉벽과 복벽의 기능도 저하될 수 있다[4,7].

수술 중에 사용되는 인공호흡기 등은 호흡기계 기능과 기침이나 주기적인 깊은 호흡 등의 반사기능을 저하시켜 분비물을 저류시키고, 폐포와 소기관지를 허탈시켜 무기폐를 유발한다[8]. 이로 인해 수술 후 폐 환기능이 감소되며, 이는 수술 후 24시간 내에 가장 심한데 흉곽수술이나 상복부 수술 후 첫 24시간에 폐활량은 60~70%까지 감소된다[8]. 연령이 증가함에 따라 흉곽 팽창이 제한되고 횡격막과 늑간 근육의 약화로 기도 협착이 유발되어 환기능력과 가스교환도 감소하게 되는데, 마취 시간이 길어짐에 따라 이로 인한 폐 합병증은 더 증가하게 된다[7,9].

이런 이유들로 노인은 수술 후 폐렴, 저산소증, 저환기, 무기폐와 같은 폐 합병증이 약 2.1~10.2% 발생하며, 이러한 폐 합병증은 수술 후 일주일 이내 사망원인의 25.0%[10], 전체 수술 사망률의 84.0%를 차지하며, 입원기간이나 중환자실 치료의 연장 등 경제적인 측면에 있어서도 부정적인 영향을 미친다[11]. 수술 후 가장 흔하게 발생하는 폐 합병증 중 무기폐는 가스교환이 향상되고 저산소증이 완화되어도 정상으로 회복되기까지는 많은 시간이 소요되기 때문에 환자의 삶의 질을 저하시킨다[12].

따라서, 전신마취 하에 상복부 수술을 받은 노인 환자의 폐 합병증 예방을 위해서는 폐활량을 증진시키고 객담을 효과적으로 배출하도록 도울 수 있는 호흡기계 간호중재가 필요하다.

호흡기능에 있어서 흡기는 횡격막과 늑간근과 같은 일차적인 호흡근의 작용과 더불어 흉쇄유돌근, 대·소흉근, 승모근, 전거근, 사각근 등과 같은 흉곽 및 견관절 주위의 다양한 호흡 보조근들의 유기적인 작용에 의해 이루어진다. 이에 비해 호기는 주로 횡격막과 늑간근의 자연적인 이완에 의한 수동적인 과정으로 이루어지며, 복직근, 횡복근 등 복부근육들이 능동적으로 수축할 경우 노력성 호기가 발생한다[13]. 호기는 기침 반사 및 기침의 효용성을 증가시켜 기

도를 청결하게 유지시켜 주는 기능을 하므로[14] 호기능력의 향상은 호흡기 감염 예방 및 관리에 있어 매우 중요하다[15]. 호흡훈련은 흡기 및 호기 호흡근이 약화된 환자에게 호흡근의 기능을 향상시켜 운동능력을 증가시키고 호흡곤란을 개선시켜 주기 때문에 폐 합병증 예방에 필수적인 간호중재이다[16].

폐 합병증을 줄이기 위한 여러 가지 호흡훈련 방법 중에서 유발성 폐활량계(incentive spirometry)를 이용한 흡기 호흡운동이 수술 후 환자들에게 폐환기능의 회복에 효과가 있음이 보고되어[17,18] 임상에서 많이 활용되고 있다. 그러나 메타분석을 포함한 근래 이루어진 연구 결과들은 다른 중재보다 폐 합병증 예방에 효과적이라는 근거가 명확하지 않다고 보고하고 있고[19,20], 호기 호흡운동은 경수 손상 환자를 대상으로 한 연구[21]에서 흡기 운동군보다 폐활량, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량이 유의하게 향상되었다고 하였으나 상복부 수술을 받은 노인 환자를 대상으로 한 연구는 찾아보기 힘들었다.

수술 후 폐 합병증을 예방하고 환자의 폐환기능을 유지·증진시키는 일은 중요한 간호중재이며, 특히, 노인 환자인 경우 체력저하 및 의사소통 어려움이 더 많고 폐 합병증의 위험이 커 보다 세심한 호흡관리가 요구된다[17].

따라서, 본 연구는 폐 합병증의 위험이 큰 상복부 수술을 받은 노인 환자를 대상으로 호기 호흡운동과 흡기 호흡운동의 효과를 비교하여 근거기반실무로서의 효과적인 간호중재를 알아보고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 전신마취 하에 상복부 수술을 받은 노인 환자에게 expirimeter를 이용한 호기 호흡운동과 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동이 수술 후 폐환기능(노력성 폐활량(Forced Vital Capacity [FVC]), 1초간 노력성 호기량(Forced Expiratory Volume in 1 second [FEV1])과 폐 합병증에 미치는 효과의 차이를 검증하는 것이다.

3. 연구가설

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 1. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 수술 후 노력성 폐활량(FVC)에는 차이가 있을 것이다.

가설 2. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 수술 후 1초간 노력성 호기량(FEV1)에는 차이가 있을 것이다.

가설 3. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 폐 합병증 발생여부에는 차이가 있을 것이다.

연구 방법

1. 연구 설계

상복부 수술을 한 노인 환자를 대상으로 호기 호흡운동이 수술 후 폐환기능 및 폐 합병증에 미치는 효과를 파악하기 위한 비동등성 대조군 전후 시차설계를 이용한 유사 실험연구이다(Figure 1). 실험군과 대조군의 배정은 실험의 확산을 방지하기 위해 시차 배정하였다. 수술 후 폐기능의 회복 시기는 상복부 수술 7~10일 정도이고 [8], 폐 합병증 발생의 예방은 수술하기 전에 시작하여 수술 후 첫 일주일에 집중적으로 하는 것이 효과적이기 때문에 [22] 수술 후 7일째까지로 실험처치 시기를 정하였다.

2. 연구 대상

연구 대상자는 경상남도 Y시에 소재한 1개 대학병원에서 상복부 수술을 받기 위해 입원한 노인 환자로 연구의 목적과 방법을 이해하고 아래 선정기준을 만족하면서 연구 참여에 서면동의한 63명이었 다. 대상자의 선정기준은 연령이 60세 이상, 전신마취 하에 정규수술을 받은 환자, 상복부 수술(위·십이지장, 간·담도계 수술)을 받은 환자, 수술 전 1개월 이내 호흡기계 기저질환이 없는 환자이다. 제외 기준은 출혈의 위험으로 수술 후 호흡운동을 할 수 없는 환자, 치매나 섬망 등으로 협조가 불가능한 환자이다.

연구 대상자 수는 G*Power 3.1 프로그램으로 계산하였고, 수술 후 노인 환자를 대상으로 호기호흡훈련의 효과를 알아본 연구가 없어 Cohen [23] 공식에 의해 낮은 효과크기(f) 0.15를 기준으로, 유의수준 .05, 검정력 .80, 집단수 2, 반복측정 회수 4로 했을 때 각 군당 31명씩 산출되었으나, 탈락율 20%를 감안하여 실험군 36명, 대조군 36명을 선정하였다.

연구가 진행되는 동안 실험군 4명(수술중단(open & close) 3명, 재수술 1명), 대조군 5명(수술중단(open & close) 1명, 재수술 1명, 조기퇴원 2명, 출혈 1명)이 탈락하여 최종 분석대상은 실험군 32명,

대조군 31명으로 총 63명이었다.

3. 연구 도구

1) 일반적 특성 및 질병특성

일반적 특성 및 질병특성은 나이, 성별, 흡연여부, 과거 호흡기계 질환 유무, 입원기간, 진단명, 수술 부위, 수술 방법, 수술시간 및 마취시간, 중환자실 입실여부, 수술 후 자가 통증조절장치(Patient Controlled Analgesia) 사용여부, ARISCAT (Assess Respiratory Risk In Surgical patients in CATalonia) 점수, 체질량지수(Body Mass Index), 헤모글로빈과 알부민을 분석하였다. 이 중 ARISCAT 점수는 수술 후 폐 합병증 위험성을 예측하는 도구로 나이(50세 이하 0점, 51~80세 3점, 80세 초과 16점), 수술 전 산소포화도(96% 이상 0점, 91~95% 8점, 90% 이하 24점), 수술의 다른 임상적 위험성(한달 이내 호흡기계질환 17점, 수술 전 헤모글로빈 10 g/dL 이하 11점, 응급수술 8점), 수술 부위(상복부 수술 15점, 흉부 수술 24점), 수술시간(2시간 이하 0점, 2~3시간 16점, 3시간 초과 23점)의 총 5항목으로 구성되어 있다. 저위험도 0~25점, 중등도 위험도 26~44점, 고위험도 45~123점으로 점수가 높을수록 수술 후 폐 합병증 위험이 높음을 의미한다[24].

2) 폐환기능

폐의 환기능력으로 흥벽과 횡격막 및 폐가 공기를 들이쉬고 내쉬는 능력(ventilation)과 공기를 폐포 속으로 분산시키는 능력(oxygenation)을 말한다[25]. 폐환기능은 폐기능 검사에는 폐활량, 일회 호흡량, 흡기용량, 호기에비량, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량 등의 호흡지표를 측정하여 평가한다[13]. 이 중 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량은 제한성 환기장애가 있을 경우 상대적인 감소 정도를 판단하는 것이 용이하여 임상적으로 많이 측정되는 평가지표이며, 다른 호흡지표들보다 변이성이 적기 때문에 예후의 판정 및 경과관찰 등에 주로 사용된다[26]. 이에 본 연구에서는 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량을 측정하였다. 본 연구에서 폐환기능 측정

Variables	Pretest	Treatment	Posttest	Pretest	Treatment	Posttest
	Pre-op	Pre-op ~POD 7	POD 3, 5, 7	Pre-op	Pre-op ~POD 7	POD 3, 5, 7
Exp.				Ye1	X ₂	Ye2
Cont.	Yc1	X ₁	Yc2			

Xi: Inhalation breathing exercise with incentive spirometry; X₂: Exhalation breathing exercise with expirator; Yc1, Ye1: General characteristics, Pulmonary functions (FVC, FEV1); Yc2, Ye2: Pulmonary functions (FVC, FEV1), Pulmonary complications; Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; POD=Post operative day; FVC=Forced vital capacity; FEV1=Forced expiratory volume in 1 second.

Figure 1. Research design.

은 Wright respirometer haloscale (Ferraris, London, U.K)을 이용하여 측정하였다.

(1) 노력성 폐활량(FVC)

환자가 호흡이 안정된 상태에서 앉은 자세로 허리를 곧게 펴고 최대한 숨을 들이마신 후 최대한 빠른 속도로 힘을 가하여 호기한 양을 3회 반복 측정하여 평균한 값(L)을 사용하였다[13]. 사전(수술 전날), 사후 3회(수술 후 3일, 5일, 7일) 병실을 방문하여 측정하였다.

(2) 1초간 노력성 호기량(FEV1)

환자가 호흡이 안정된 상태에서 앉은 자세로 허리를 곧게 펴고 최대한 숨을 들이 마신 후 강하게 1초간 불어낸 공기의 양을 3회 반복 측정하여 가장 큰 값(L)을 사용하였다[13]. 사전(수술 전날), 사후 3회(수술 후 3일, 5일, 7일) 병실을 방문하여 측정하였다.

3) 폐 합병증

폐 합병증은 기관지염, 폐렴, 무기폐, 폐부종 및 한쪽 이상의 횡격막의 이상 상승 및 새로운 폐침윤 존재 여부를 흉부 방사선 소견상 진단된 결과로[27], 수술 후 7일까지 기간 중 흉부방사선 소견을 근거로 영상의학과 전문의가 진단한 내용으로 합병증 유무를 평가하였다.

4. 호흡운동

1) 호기 호흡운동

호기 호흡운동은 반좌위 또는 좌위에서 숨을 깊이 들이 쉰 상태에서 expirometer 마우스피스에 관을 입에 물고 숨을 힘껏 불어 내뿜은 호흡운동으로, 남자인 경우 500~570 ml, 여자인 경우 390~430 ml 정도로 눈금이 올라가게 하는 호기 호흡운동을 4회 반복한 후 기침을 3~4회 실시하고 객담이 있을시 배출하도록 하였다[28]. 본 연구에서는 필립스사(미국)의 peak flow meter를 사용하는데, 최소 100 ml에서 최대 850 ml까지 범위로 호기 시 내선 숨의 양(ml)만큼 눈금이 올라가도록 구성되어 있다. 수술 전날부터 시작하여 수술 후 7일까지 매일 오전(8~11시), 오후(2~5시)에 1시간 간격으로 3회씩 하루 총 6회 실시하였다.

2) 흡기 호흡운동

흡기 호흡운동은 반좌위 또는 좌위에서 incentive spirometry를 입에 물고 숨을 크게 들이마시는 호흡운동으로, 숨을 들이마셔 안에 있는 공이 떠오르게 한 상태에서 3초간 유지한 후 숨을 내쉬는 것을 4회 반복해 주고 기침을 3~4회 실시하고 객담이 있을시 배출

하도록 하였다. 본 연구에서는 700 ml (첫번째 공이 끝까지 올라간 상태), 1,300 ml (두번째 공이 끝까지 올라간 상태), 1,900 ml (세번째 공이 끝까지 올라간 상태)의 3단계로 구성되어 있는 협성사(한국)의 Spirometry를 사용하였다. 연구 참여자가 노인 환자이므로 1,000 ml (두번째 공이 중간까지 올라간 상태) 이상을 올린 상태를 3초간 유지한 후 숨을 내쉬도록 하였다[17]. 수술 전날부터 시작하여 수술 후 7일까지 매일 오전(8~11시), 오후(2~5시)에 1시간 간격으로 3회씩 하루 총 6회 실시하였다.

5. 자료 수집 방법

본 연구의 자료 수집은 경상남도 Y시 1개 대학병원에서 진행되었으며, 자료 수집 전에 해당병원의 연구 윤리위원회의 승인(IRB No. 05-2015-085)을 받고 간호부와 외과 주치의의 승인을 받은 후 시작하였다. 자료 수집기간은 2015년 8월 1일부터 11월 30일까지 4개월간 진행되었다. 자료 수집은 실험처치의 확산을 방지하기 위해 대조군을 먼저 조사하고 실험군을 이후에 조사하였다.

본 연구의 자료 수집을 위해 외과중환자실 간호사 5명을 연구보조원으로 선정하고 연구자가 자료 수집 방법(노력성 폐활량 측정법, 1초간 노력성 호기량 측정법)을 3회 교육하였고, 측정자간 신뢰도(Intra-class correlation)는 .96이었다.

사전 조사는 본 연구자가 수술 전날 연구 대상자의 병실에 방문하여 일반적 특성 및 질병특성을 설문지를 이용한 면담과 의무기록을 통하여 수집하였고, 실험군에게는 expirometer를 이용한 호기 호흡운동 방법을, 대조군에게는 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동 방법을 설명과 시범을 통해 교육하였다. 실험군과 대조군 모두에게 체크리스트를 주어 수술 전날부터 수술 후 7일까지 매일 6회씩 호흡운동 후 이행여부를 표시하도록 하였다. 수술 후 7일째 저녁에 연구보조원이 체크리스트를 확인한 결과, 검사나 수면 등의 이유로 시간을 정확하게 지키지 못한 경우는 있었으나 실험군, 대조군 모두 하루 6회의 호흡운동을 완수하였음을 확인하였다.

종속변수에 대한 자료는 실험군, 대조군 모두 수술 전날과 수술 후 3일, 5일, 7일째 오후 5~7시 사이에 연구보조원이 방문하여 수집하였다.

6. 자료 분석 방법

본 연구의 자료는 SPSS/WIN 18.0 통계 프로그램을 사용하여 유의수준 .05로 정하고 자료의 정규성에 대해서는 왜도, 첨도 및 Kolmogorov-Smirnov test를 이용하여 검증 후 다음과 같이 통계처리하였다.

1) 실험군과 대조군의 동질성 검증은 χ^2 -test, Fisher's exact test, Student's t-test로 분석하였다.

2) 실험군과 대조군의 시간에 따른 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량 차이는 repeated measures ANOVA로 분석하였다.

3) 실험군과 대조군의 폐 합병증 발생여부는 χ^2 -test 혹은 Fisher's exact test로 분석하였다.

($p=.132\sim.200$)의 범위로 분포하였다. 동질성 검증 결과 나이, 성별, 흡연여부, 과거 호흡기계 질환 여부, 입원기간, 진단명, 수술 부위, 수술방법, 수술시간, 마취시간, 중환자실 입실여부, 수술 후 자가 통증조절장치(PCA) 사용여부, ARISCAT 점수, 체질량지수(BMI), 헤모글로빈, 알부민 및 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량 등에서 통계적으로 유의한 차이가 없어($p>.05$), 두 군의 사전 동질성은 확인되었다(Table 1).

연구 결과

1. 연구 대상자의 동질성 검증

실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 정규성 검증 결과 왜도와 첨도 모두 -2에서 +2 사이에 위치했고, 통계량(D)은 0.07~0.14

2. 연구 대상자의 수술 전 폐환기능의 동질성 검증

실험군과 대조군의 수술 전 폐환기능에 대한 정규성 검증 결과 왜도와 첨도 모두 -2에서 +2 사이에 위치했고, 통계량(D)은 0.09~0.16($p=.058\sim.200$)의 범위로 분포하였다. 실험군과 대조군의 수술

Table 1. Homogeneity Test for Characteristics between Experimental and Control Group

(N=63)

Characteristics	Categories	Total	Exp. (n=32)	Cont. (n=31)	χ^2 or t	p
		n(%) or M \pm SD	n(%) or M \pm SD	n(%) or M \pm SD		
Age (year)		69.79 \pm 5.47	70.38 \pm 6.05	69.19 \pm 4.82	0.86	.396
Gender	Male	46 (73.0)	25 (78.1)	21 (67.7)	0.86	.353
	Female	17 (27.0)	7 (21.9)	10 (32.3)		
Smoking	Yes	6 (9.5)	2 (6.3)	4 (12.9)	0.81	.426*
	No	57 (90.5)	30 (93.7)	27 (87.1)		
Pulmonary disease history	Yes	4 (6.3)	3 (9.4)	1 (3.2)	1.00	.613*
	No	59 (93.7)	29 (90.6)	30 (96.8)		
Hospital duration (day)		16.35 \pm 8.51	15.69 \pm 7.35	17.03 \pm 9.65	-0.62	.535
Diagnosis	Cancer	59 (93.7)	29 (90.6)	30 (96.8)	1.00	.613*
	Non-cancer	4 (6.3)	3 (9.4)	1 (3.2)		
Operation site	Upper-GI	33 (52.4)	17 (53.1)	16 (51.6)	0.01	.904
	Hepatobiliary	30 (47.6)	15 (46.9)	15 (48.4)		
Operation method	Open	42 (66.7)	20 (62.5)	22 (71.0)	0.51	.476
	Laparoscopic	21 (33.3)	12 (37.5)	9 (29.0)		
Operation time (hr)		4.37 \pm 1.68	4.16 \pm 1.23	4.59 \pm 2.04	-1.03	.309
Anesthesia time (hr)		5.12 \pm 1.78	4.99 \pm 1.36	5.35 \pm 2.13	-0.81	.421
ICU admission	Yes	27 (42.9)	11 (34.4)	16 (51.6)	1.91	.167
	No	36 (57.1)	21 (65.6)	15 (48.4)		
Use of PCA	Yes	63 (100.0)	32 (100.0)	31 (100.0)		>.999
ARISCAT score		42.22 \pm 3.48	41.69 \pm 2.71	42.77 \pm 4.11	-1.24	.219
BMI		22.83 \pm 3.13	23.25 \pm 3.11	22.40 \pm 3.14	1.08	.283
HB (g/dL)		12.15 \pm 1.63	12.43 \pm 1.49	11.86 \pm 1.71	1.39	.170
Albumin (g/dL)		3.52 \pm 0.34	3.54 \pm 0.32	3.49 \pm 0.36	0.58	.561
FVC (ℓ)		3.14 \pm 0.74	3.12 \pm 0.78	3.15 \pm 0.70	-0.13	.896
FEV1 (ℓ)		2.16 \pm 0.59	2.09 \pm 0.63	2.23 \pm 0.54	-0.93	.355

*Fisher's exact test; Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; GI=Gastrointestinal; ICU=Intensive care unit; PCA=Patient controlled analgesia; ARISCAT score=Preoperative pulmonary risk index, Low risk (0~25), intermediate risk (26~44), high risk (45~123); BMI=Body mass index; HB=Hemoglobin; FVC=Forced vital capacity; FEV1=Forced expiratory volume in 1 second.

전 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량은 통계적으로 유의한 차이가 없어($p > .05$), 두 군은 유사한 집단임을 알 수 있었다(Table 1).

3. 호기 호흡운동과 흡기 호흡운동의 효과

가설 1. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 수술 후 노력성 폐활량(FVC)에는 차이가 있을 것이다.

실험군과 대조군의 수술 후 노력성 폐활량에 대한 정규성 검증 결과 통계량(D)은 0.13~0.16 ($p = .054 \sim .200$)의 범위로 분포하였다. 실험군과 대조군의 시간경과에 따른 노력성 폐활량의 반복측정 분산분석의 결과는 Table 2와 같다. 동질성 가정은 충족되었고($F = 1.24$, $p = .262$), 구형성 가정이 충족되지 않아($W = 0.71$, $p = .001$) 수정된 검정 통계량(Greenhouse-Geisser)을 사용하였다. 실험군과 대조군은 집단 간 유의한 차이가 없었고($F = 1.40$, $p = .242$), 시기별로 유의한 차이가 있었으나($F = 74.05$, $p < .001$) 집단과 시기의 교호작용은 없었다($F = 2.52$, $p = .069$). 그러므로 실험군과 대조군의 시간 경과에 따른 노력성 폐활량은 차이가 없어 가설 1은 기각되었다.

가설 2. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 수술 후 1초간 노력성 호기량(FEV1)에는 차이가 있을 것이다.

실험군과 대조군의 수술 후 1초간 노력성 호기량에 대한 정규성 검증 결과 통계량(D)은 0.12~0.21 ($p = .056 \sim .200$)의 범위로 분포하였다. 실험군과 대조군의 시간경과에 따른 1초간 노력성 호기량의 반복측정 분산분석의 결과는 Table 2와 같다. 동질성 가정($F = 1.68$, $p = .080$)과 구형성 가정($W = 0.85$, $p = .089$)이 충족되어 단변량 결과를 보고하였다. 실험군과 대조군은 집단 간 유의한 차이가 없었으나($F = 2.47$, $p = .121$), 시기별로 유의한 차이가 있었고($F = 38.14$, $p < .001$) 집단과 시기의 교호작용도 유의하여($F = 5.94$, $p = .001$) 실험군이 대조군보다 시간이 경과함에 따라 1초간 노력성 호기량이 증가함을 알 수 있었다. 그러므로 실험군과 대조군의 시간 경과에 따른 1초간 노력성 호기량은 차이가 있어 가설 2는 채택되었다.

가설 3. 호기 호흡운동을 한 실험군과 흡기 호흡운동을 한 대조군의 폐 합병증 발생 여부에는 차이가 있을 것이다.

실험군은 폐 합병증이 발생하지 않았으나 대조군은 5건(16.1%) 발생하였고 이는 통계적으로 유의한 차이를 보여($p = .018$) 가설 3은 채택되었다. 대조군에 발생한 폐 합병증은 무기폐(atelectasis) 2건, 새로운 폐침윤(infiltration) 3건이었다(Table 3).

논 의

본 연구는 상복부 수술을 한 노인 환자를 대상으로 호기 호흡운동과 흡기 호흡운동의 효과를 비교하고자 시행하였다.

Expirometer를 이용해 호기 호흡운동을 한 실험군과 incentive spirometry를 이용해 흡기 호흡운동을 한 대조군의 노력성 폐활량(FVC)에는 차이가 없었으나, 1초간 노력성 호기량(FEV1)은 시간 경과에 따라 실험군이 대조군보다 유의하게 높게 나타났다. 폐절제술을 받은 성인 환자를 대상으로 incentive spirometry를 이용한 호흡강화 운동 프로그램을 7일간 매일 제공한 연구[27]에서 최대호기 유속에 효과를 보이지 않았다. 그러나 경수 손상 환자를 대상으로 호기 호흡운동을 하루 2회 4주 동안 제공한 연구[21]에서는 폐활량, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 폐활량이 유의하게 향상되어 본 연구 결과와 유사하였다. 호흡기능의 효율성은 흡기와 호기의 유기적 관계에서부터 발생되므로 호기근 기능향상은 흡기능력도 밀접하게 관계된다. Expirometer를 사용하여 최대한 강하게 호기 호흡운동을 하기 위해서는 숨을 내쉬기 전에 상대적으로 많은 숨을 들이 마시는 흡기운동을 간접적으로 유발하는 효과가 있기 때문이다[21]. 또한 실험군에서 1초간 노력성 호기량이 유의하게 상승된 것은 호기 호흡운동을 통해 호기근 기능이 대조군보다 상대적으로 더 향상되었고, 대부분의 호흡기능 평가지표들이 호기능력과 밀접하게 관련되어 있기 때문에 향상된 호기능력은 호흡기능 지표들에 중요한 영향을 미쳤을 것이라고 생각한다. 65세 이상 노인 환자($n = 206$)의 흉부 외 수술 후 폐 합병증 발생률 및 예측인자 연구[4]에서 수술 후 폐 합병증 발생의 독립적인 예측인자는 혈청 알부민 ≤ 3.0 g/dL (OR 8.0, $p < .001$), 상복부 수술(OR 5.7, $p < .001$), $D(A-a)O_2 \geq 30$ mmHg (OR 4.8, $p < .001$), 1초간 노력성 호기량 < 1.0 L (OR 7.2, $p < .001$)이라고 하였는데 이 중 1초간 노력성 호기량이 1.0 L 미만인 경우 다른 인자들의 영향을 배제한 다중 로지스틱 회귀분석에서 수술 후 폐 합병증 발생의 유의한 독립적인 예측인자라고 하였다. 나이가 증가함에 따라 1초간 노력성 호기량이 10년에 8~10%씩 감소하며, 수술로 인해 폐의 폐쇄 용적은 더 증가하는데[3], 실험군은 호기 호흡운동을 함으로써 흡기 호흡운동을 한 대조군에 비해 1초간 노력성 호기량이 향상되었고, 그 결과 폐 합병증 예방에 효과가 있었을 것으로 생각한다.

호기 호흡운동을 한 실험군은 폐합병증이 발생하지 않았으나 흡기 호흡운동을 한 대조군은 5건(16.1%) 발생하였다. 수술 후 발생하는 폐 합병증 중 무기폐가 20~69%, 폐렴이 9~40%로 가장 흔하게 발생한다고 하였는데[4] 본 연구에서도 흡기 호흡운동을 한 대조군에 무기폐(atelectasis) 2건, 새로운 폐침윤(infiltration)이 3건 발

Table 2. Change of Pulmonary Functions by Time between Experimental and Control Group

(N=63)

Pulmonary functions		Exp. (n=32)	Cont. (n=31)		F	p
		M±SD	M±SD			
FVC (ℓ)	Pre-operation	3.12±0.78	3.15±0.70	Group	1.40	.242
	POD 3	2.13±1.04	1.75±0.73	Time	74.05	<.001
	POD 5	2.26±1.09	2.05±0.88	G x T	2.52	.069
	POD 7	2.44±1.10	2.06±0.80			
FEV1 (ℓ)	Pre-operation	2.09±0.63	2.23±0.54	Group	2.47	.121
	POD 3	1.57±0.81	1.16±0.53	Time	38.14	<.001
	POD 5	1.76±0.86	1.47±0.77	G x T	5.94	.001
	POD 7	1.84±0.93	1.42±0.62			

Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; FVC=Forced vital capacity; FEV1=Forced expiratory volume in 1 second; POD=Post operative day.

Table 3. Comparison of Pulmonary Complications between Experimental and Control Group

(N=63)

Pulmonary complication	Exp. (n=32)	Con. (n=31)	χ^2	p
	n (%)	n (%)		
Incidence	0 (0.0)	5 (16.1)	5.61	.018*
Non-incidence	32 (100.0)	26 (83.9)		

*Fisher's exact test; Exp.=Experimental group; Cont.=Control group.

생하여 비슷한 결과를 보였다. 폐 절제술을 받은 성인 환자를 대상으로 incentive spirometry를 이용한 호흡강화 운동 프로그램을 7일간 매일 제공한 연구[27]에서는 폐 합병증 예방 효과가 없어 본 연구 결과와는 차이를 보였다. 수술 후 폐 합병증을 예방하기 위한 일반적인 간호중재로 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동이 대상자의 폐활량 수준을 올라가는 공을 통해 쉽게 확인할 수 있어 임상에서 많이 수행되고 있으나, 체계적 문헌고찰 연구[29]에서 심 호흡운동, 간헐적 양압 호흡 운동, 조기보행 및 무 중재군과 비교 시 폐기능 향상에 도움을 준다는 근거를 확인하지 못하였다고 하였다. 상복부 수술 환자 137명을 대상으로 flow incentive spirometry (n=33), volume incentive spirometry (n=34), deep breathing (n=35), control (n=35)를 비교한 무작위 임상시험 연구에서도 폐 합병증 예방에 효과적인 중재는 없었다고 하였다[19]. 최근의 메타 분석 연구[20]에서도 상복부 수술 환자를 대상으로 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동이 폐 합병증 예방에 효과적이라는 근거는 매우 부족하다고 하였다. 본 연구에서는 선행 연구들[17,18]에서의 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동 대신 expirimeter를 이용한 호기 호흡운동을 제공하였는데, 호기 호흡운동은 호기 능력을 향상시키고 기침반사를 자극하여 폐 내의 분비물을 효과적으로 제거함에 따라 환기상태 개선, 폐포의 가스교환과 산소화의 촉진, 폐허탈을 정상 상태로 회복시켰기 때문에[15,30] 폐 합병증 예방에 긍정적인 효과를 가져왔다고 생각한다. 또한 호기 시 내선 숨의 양(ml)만큼 눈금이 올라가도록 구성되어 있는 제품을 사용하여 incentive spirometry보다 더 정확하게 내 선 숨의 양이 확인

가능한 장점이 있었다. 본 연구에서 노인 환자들은 숨을 들이마셔야 하는 incentive spirometry의 사용을 어려워하는 반면 숨을 내쉬는 expirimeter 사용에 있어 어려움의 호소는 거의 없었다. 경수 손상 환자를 대상으로 호기 호흡운동을 시행한 연구[21]에서 호기 호흡운동에 따른 부작용이나 불편감 보고는 없었으며, 본 연구에서는 실험군, 대조군 모두 호기 및 흡기 호흡운동에 따른 어지러움, 피로 등의 부작용 호소는 없었다. 이에 사용이 쉽고 내선 숨의 양을 눈으로 쉽게 확인할 수 있는 expirimeter를 이용한 호기 호흡운동이 노인 환자들에게 효과적인 호흡기계 간호중재로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 의의는 수술 후 폐 합병증 관리가 중요한 상복부 수술 노인 환자에게 이행하기 쉬운 호기 호흡운동을 중재하여 1초간 노력성 호기량을 향상시키고 폐 합병증을 예방하는 효과를 확인한 점이다. 특히, 임상현장에서 지금까지 수술 환자에게 일상적으로 제공된 흡기 호흡운동 방법인 incentive spirometry의 제한점을 확인하고 실무에서 더 나은 중재를 활용할 수 있는 근거를 제시하였다고 생각한다. 이와 같이 일상적인 간호중재라도 과학적인 검증을 통해 실무를 변화시킬 수 있는 근거를 찾고, 그 근거에 기반한 실무를 제공하는다면 간호의 질이 한층 향상될 것으로 기대한다.

결 론

본 연구는 전신마취 하에 상복부 수술을 받은 노인 환자에게 expirimeter를 이용한 호기 호흡운동과 incentive spirometry를 이용

한 흡기 호흡운동이 수술 후 폐환기능 및 폐 합병증 발생에 미치는 효과에 차이가 있는지 알아보기 위한 비동등성 대조군 전·후 시차 설계 연구이다. 연구 결과, 시간경과에 따른 노력성 폐활량에는 차이가 없었으나 호기 호흡운동을 한 실험군이 흡기 호흡운동을 한 대조군보다 시간경과에 따른 1초간 노력성 호기량이 유의하게 증가하였다. 또한 실험군에는 폐 합병증이 발생하지 않았으나 대조군에는 5건(16.1%) 발생하여 유의한 차이를 보였다. 본 연구는 임상현장에서 수술 후 일상적으로 사용하는 incentive spirometry를 이용한 흡기 호흡운동의 제한점을 확인하고 호기 호흡운동에 대한 임상적 근거를 마련한 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구 결과의 일반화를 위해서는 좀 더 넓은 범위의 환자를 대상으로 무작위 임상시험연구를 통한 검증과 근거의 수준을 향상시키기 위한 노력이 필요하다. 또한 본 연구는 수술 후 7일째 되는 시점까지 조사하여 장기 지속의 효과에 대한 검증은 시행하지 못하였으므로 수술 7일 이후부터 퇴원까지의 상태를 평가하는 연구가 필요하다. 더불어 본 연구를 토대로 수술 후 폐 합병증의 위험이 가장 높은 흉부수술 후 노인 환자를 대상으로 효과를 검증하는 반복 연구를 제안한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest

REFERENCES

- García-Miguel FJ, Serrano-Aguilar PG, López-Bastida J. Preoperative assessment. *Lancet*. 2003;362(9397):1749-1757.
- Kim WS, Kim BG, Kim JY. Study on the normal predictive values of pulmonary function and related factors in Korean adults using portable spirometer. *Research Works of the Graduate School*. 2002;27:405-417.
- Ryu KH. Critical point of anesthetic management in the elderly. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2004;46(5):501-516. <http://dx.doi.org/10.4097/kjae.2004.46.5.501>
- Ryu YJ, Park JY, Baik SJ, Lee JH, Cheon EM, Chang JH. Incidence and predictors of postoperative pulmonary complications after nonthoracic surgery in patients of 65 years old or more. *Korean Journal of Medicine*. 2004;67(1):65-72.
- Hedenstierna G. Alveolar collapse and closure of airways: Regular effects of anaesthesia. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2003;23(3):123-129.
- Rock P. Preoperative evaluation of the patient with pulmonary disease. Paper presented at: 6th Critical Care Refresher Course at the 31st Annual Meeting of the Society of Critical Care Medicine; 2002 January 25-26; San Diego, CA.
- Doh YJ, Hur IK, Lee JY, Park JB, Sung NI, Lee YG, et al. Reappraisal of the predictive factors for postoperative pulmonary complications after general anesthesia. *Korean Journal of Medicine*. 2007;72(5):501-510.
- Lee BY, Shon KH. The effect of chest meridian massage on post-anesthetic recovery of general anesthesia patients. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*. 2005;17(4):612-621.
- Kim HT, Lee SM, Uh ST, Chung YT, Kim YH, Park CS. Recovery of pulmonary function according to the operative sites after general anesthesia. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 1993;40(3):250-258.
- Arozullah AM, Conde MV, Lawrence VA. Preoperative evaluation for postoperative pulmonary complications. *The Medical Clinics of North America*. 2003;87(1):153-173.
- Reimer-Kent J. Creating a postoperative wellness model to optimize and enhance rapid surgical recovery. *Canadian Journal of Cardiovascular Nursing*. 2012;22(2):7-23.
- Canet J, Gallart L. Postoperative respiratory failure: Pathogenesis, prediction, and prevention. *Current Opinion in Critical Care*. 2014;20(1):56-62. <http://dx.doi.org/10.1097/mcc.0000000000000045>
- Kim YH, Park SN, Hwang KH. *Pulmonology*. Seoul: Korea Medical Book Publisher; 2011. p. 1-206.
- Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respiratory Care*. 2006;51(8):853-868.
- Kang SW, Shin JC, Park CI, Moon JH, Rha DW, Cho DH. Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord*. 2006;44(4):242-248. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.sc.3101835>
- Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2010;24(3):240-250. <http://dx.doi.org/10.1177/0269215509358932>
- Min YM. The effect of regular practice for deep breathing on function of postoperative pulmonary ventilation in geriatric patients [master's thesis]. Suwon: Ajou University; 2007. p. 1-42.
- Kim KN. The effect of regular practice for deep breathing on postoperative pulmonary ventilation of the aged who underwent lobectomy [master's thesis]. Busan: Catholic University of Pusan; 2009. p. 1-44.
- Lunardi AC, Paisani DM, Marques da Silva CC, Cano DP, Tanaka C, Carvalho CR. Comparison of lung expansion techniques on thoracoabdominal mechanics and incidence of pulmonary complications after upper abdominal surgery: A randomized and controlled trial. *Chest*. 2015;148(4):1003-1010. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.14-2696>
- do Nascimento Junior P, Módolo NS, Andrade S, Guimarães MM, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014(2):CD006058.

- <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006058.pub3>
21. Jeon YJ, Oh DW, Kim KM, Lee YJ. Comparison of the effect of inhalation and exhalation breathing exercises on pulmonary function of patients with cervical cord injury. *Physical Therapy Korea*. 2010;17(1):9-16.
 22. Kwun KB. Perioperative pulmonary management. *Korean Journal of Critical Care Medicine*. 2003;18(1):7-19.
 23. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates; 1988.
 24. Mazo V, Sabaté S, Canet J, Gallart L, de Abreu MG, Belda J, et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology*. 2014;121(2):219-231. <http://dx.doi.org/10.1097/aln.0000000000000334>
 25. Lee HR, Choe CJ, Park OJ, Kim YS, Choi KO, Kim KS, et al. *Adult nursing I*. 6th ed. Paju: Soomoonsa; 2007.
 26. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *The European Respiratory Journal*. 2005;26(2):319-338.
<http://dx.doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
 27. Seo YH, Kang HS. The effects of the respiration strengthening exercise program on pulmonary function, anxiety, and sleep of patients underwent lung surgery. *Clinical Nursing Research*. 2007;13(3):157-167.
 28. Nunn AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *BMJ: British Medical Journal*. 1989;298(6680):1068-1070.
 29. Lee WS, Yang YL, Oh EG. Effectiveness of deep breathing exercise for postoperative pulmonary complications prevention: A systematic review. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*. 2014;21(4):423-432.
<http://dx.doi.org/10.7739/jkafn.2014.21.4.423>
 30. The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases. *Respiratory diseases*. Paju: Koonja; 2004.