

뇌졸중 환자를 위한 호흡 운동의 효과성: 체계적 고찰

이명호 · 김명권^{1†}

대구대학교 일반대학원 재활과학과
¹대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

Effectiveness of Respiratory Exercise for Stroke Patients: A Sytematic Reiview

Myeong-Ho Lee, PT, MS. · Myoung-Kwon Kim, PT, PhD.^{1†}

Department of Rehabilitation Sciences, Graduate School, Daegu University

¹Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Sciences, Daegu University

Received: July 17 2023 / Revised: July 24 2023 / Accepted: August 18 2023

© 2023 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study analyzed the effectiveness of respiratory exercise in stroke patients conducted in Korea over the past 10 years (2012-2023).

METHODS: Using the RISS, KCI, KISS, and NDSL databases, previous studies on stroke and respiratory exercise were searched, and relevant articles were collected following the PRISMA guidelines. Twelve articles were selected, and the quality of the studies was evaluated using the PEDro scale.

RESULTS: Twelve studies were selected, and the qualitative evaluation of these studies showed that five articles received a score of six out of 10, while five articles received a score of five. The remaining two articles received scores of four and three, respectively. The intervention

duration for respiratory exercise ranged from 20 to 30 minutes per session, with a frequency of three to five sessions per week, conducted over a period of three to eight weeks. These results indicated that respiratory exercise effectively improved the respiratory function, physical function, and respiratory muscle activation in stroke patients.

CONCLUSION: Respiratory exercise was reported to have a positive affect the respiratory function, physical activity, and respiratory muscle activation in stroke patients.

Key Words: Breathing exercises, Physical activity, Pulmonary function, Respiratory muscle training, Stroke

I. 서론

뇌졸중으로 인한 운동피질과 피라미드로의 손상은 편측 마비를 발생시켜 자세 및 근육의 긴장도, 그리고 수의적 움직임의 비정상화를 만들고, 이는 운동조절장애와 몸통근육의 동시 수축이 나타나게 하여 호흡 근육의 운동수행능력과 협응수행능력에 손상을 받게 된다 [1]. 뇌졸중은 손상 부위와 정도의 차이가 있지만 일반적

†Corresponding Author : Myoung-Kwon Kim

skybird-98@hanmail.net, <http://orcid.org/0000-0002-7251-6108>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

으로 편측 사지의 마비, 운동 손상, 감각 손상, 시·지각적, 인지와 언어 장애, 연하 장애 등의 문제를 보인다[2].

뇌졸중 환자는 마비측 호흡 근육 약화와 흉곽확장 감소로 심폐 능력이 저하되고 대표적인 증상인 경직, 제한된 움직임, 근육사용의 제한과 심폐 능력 약화 및 산소 부족을 가져오며, 움직임의 효율성을 줄이고 산소 요구량과 대사가 증가하여 심폐 능력과 용적 감소를 가져온다[3]. 뇌졸중 환자는 호흡근 기능이 약화되어 호흡피로, 기침, 그리고 삼킴 장애가 발생할 수 있다[4]. 호흡근 기능 장애는 폐 감염의 위험을 증가시키며[5], 자가 관리 능력을 감소시키며[6], 뇌졸중 환자의 생존을 심각하게 위협한다[7]. 또한 독립적인 보행 능력을 포함한 신체 기능 수행이 불가능해진다[8]. 뇌졸중 환자를 대상으로 일반적인 재활치료 프로그램은 근력, 관절가동범위, 보행 등 단순한 신체의 기능적 회복을 목적으로 이루어지기에 직접적인 호흡기능 증진을 위한 중재가 포함되지 않아 뇌졸중 환자의 호흡기능 증진에 충분하지 않다[9]. 그러므로 뇌졸중 환자에게 호흡기능 증진을 위한 중재를 일반적인 재활프로그램에 포함시키는 것이 뇌졸중 환자의 신체 기능회복과 지역 사회로의 복귀에 더 효과적이다.

호흡재활프로그램은 호흡근 기능향상을 위한 훈련이며 들숨근과 날숨근의 기능향상을 위한 훈련방법으로 구분된다[10]. 들숨 시 흉곽의 충분한 확장과 더불어 가로막과 바깥갈비사이근의 수축과 하강이 원활히 이루어져야 하고, 편안한 날숨 동안에는 가로막의 탄력에 의해 수동적으로 일어나며 강한 날숨 동안에는 복근의 수축이 주된 역할을 한다[11]. 호흡근은 다른 골격근과 마찬가지로 훈련을 통해 강화하므로 뇌졸중 환자의 상지 및 하지의 근육과 마찬가지로 호흡근을 훈련해야 한다. 이와 관련하여 호흡근 훈련(Respiratory muscle training)은 휴대용 호흡근 훈련 장치를 사용하여 반복적인 호흡 운동을 수행하여 들숨(Inhalation) 및 날숨(Exhalation)에 대한 압력 역치성 훈련 또는 들숨과 날숨에 대한 흐름저항을 제공하여 호흡근육을 자극하며 근육 구조에 변화를 일으키는 것이고[12,13], 기존 호흡근 훈련을 위해 사용되던 표준 방법은 환자에게 들숨 압이나 호흡 지속력에 따라 설정된 들숨 또는 날숨 저항을

제공하는 장치를 사용하여 수행되었다. 여러 호흡훈련 장비에는 저항 역치 또는 저항성 훈련을 위한 기능이 포함되어 있고[14], 이 방법은 강제적인 들숨과 날숨을 유도함으로써 들숨근과 날숨근을 운동시킨다[15]. 뇌졸중으로 인한 호흡근 약화에 초점을 맞춘 특정 호흡근 훈련 프로그램은 폐 기능을 향상시키고 호흡 합병증의 발생률을 감소시킬 것으로 기대한다.

일반적인 뇌졸중 재활프로그램은 뇌졸중 환자의 신체 기능 회복에 초점을 두고 있어 호흡 기능 증진에 충분하지 않을 것이며[16], 따라서 호흡 관련 중재를 결합한 재활 프로그램이 뇌졸중 환자의 보행과 같은 기능적 활동 향상에 더 효과적일 것이다[17].

최근에 국내에서도 호흡운동이 호흡기능과 기능적 능력에 미치는 영향을 분석하기 위한 많은 연구가 발표되었고, 긍정적인 효과도 보고되어지고 있다. 호흡 재활프로그램의 효과성과 관련된 연구들이 증가하고 있지만, 그 효과에 대한 평가를 종합한 연구는 미흡한 실정이다.

호흡재활프로그램에 대한 체계적인 정리를 위해서는 여러 연구결과를 종합하는 작업이 필요하며, 이전의 체계적 고찰에서는 뇌졸중 환자의 호흡기능의 개선, 운동 내성에 대한 호흡운동의 효과에 관한 내용을 종합적으로 분석하였지만 무작위 통제 실험(Randomized-control trial)만 포함하지 않았고, 들숨근의 연구만 포함하였다.

이에 본 연구에서는 최근 약 10년간 뇌졸중 환자를 대상으로 호흡훈련을 시행한 무작위 통제 실험만을 포함하여 연구의 질적 수준을 향상시키고, 들숨근 및 날숨근의 호흡운동의 효과를 연구한 연구를 분석하여 더 다양한 효과적인 호흡재활프로그램 개발에 기초를 마련하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 뇌졸중 환자의 호흡운동의 중재효과와 하위 결과에 대한 효과를 연구한 국내 실험연구 논문의 내용을 분석한 체계적 고찰 연구이다.

2. 논문선정기준

본 연구에서는 국내 학술 논문 중 뇌졸중 환자를 대상으로 증재를 적용한 실험논문을 분석하였으며, 체계적 문헌고찰 방법인 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis) 가이드라인에 따라 자료를 수집하였다[18]. 2023년 2월부터 3개월동안 한국교육학술정보원(Korea Education and Research Information Service, KERIS)에서 제공하는 학술연구정보서비스(Research Information Service System, RISS), 한국학술지인용색인(Korea Citation Index, KCI), 한국학술정보(Korean studies Information Service System, KISS), 국가과학기술정보센터(National Digital Science Library, NDSL), 누리미디어의 디비피아(DBPIa)에서 ‘뇌졸중(Stroke)’, ‘편마비(hemiplegia)’, ‘호흡근 강화(Respiratory Muscle training)’, ‘호흡운동(Breathing exercise)’을 키워드로 검색하여, 2010년부터 2023년까지의 데이터베이스에 게재된 연구를 대상으로 연구의 객관성을 유지하기 위해 뇌졸중 및 호흡운동과 관련된 연구를 수행한 교수 2인과 함께 제목 검토, 초록 확인, 추가 확인이 필요할 경우 원문을 확인하였고, 이견이 있을 경우 회의

를 통해서 결정하였다. 그 결과 총 1843편이 수집되었다. 중복된 논문을 제외한 1233편 중 사례 연구, 대조군 불일치, 제목 부적합 등의 문헌선정기준을 적용하여 42개의 논문을 선정하였고, 이 중 원문의 열람여부와 주제 부적합의 문헌선정기준을 적용하여 최종적으로 12개의 논문을 선정하여 분석하였다.

선정된 논문에 대한 질적 평가는 PEDro 척도를 사용하였다. PEDro 척도는 물리치료실험의 품질을 평가하는데 유용한 도구이고[19], 이 척도는 내부 타당성 평가를 위해 설계된 11개 항목으로 구성되어 있으며, 예를 들면 무작위 및 은폐된 배정, 기준선 유사성, 블라인딩 등의 항목이 포함된다. 또한 통계 보고에 대해서도 평가한다. 총 PEDro 점수는 0부터 10점까지의 범위를 갖고 있으며, 더 높은 점수는 더 우수한 연구 품질을 의미한다. 자료 추출 및 비풀림 위험 평가는 두 명의 검토자가 독립적으로 수행되었으며, 모순이 발견된 경우 합의를 통해 문제를 해결하거나 제3의 연구자를 참여시켰다.

선정과정을 통과한 연구는 근거의 질적 수준, PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome) 원리에 따른 정리, 실험군, 증재내용과 효과, 평가방법에 대한 내용

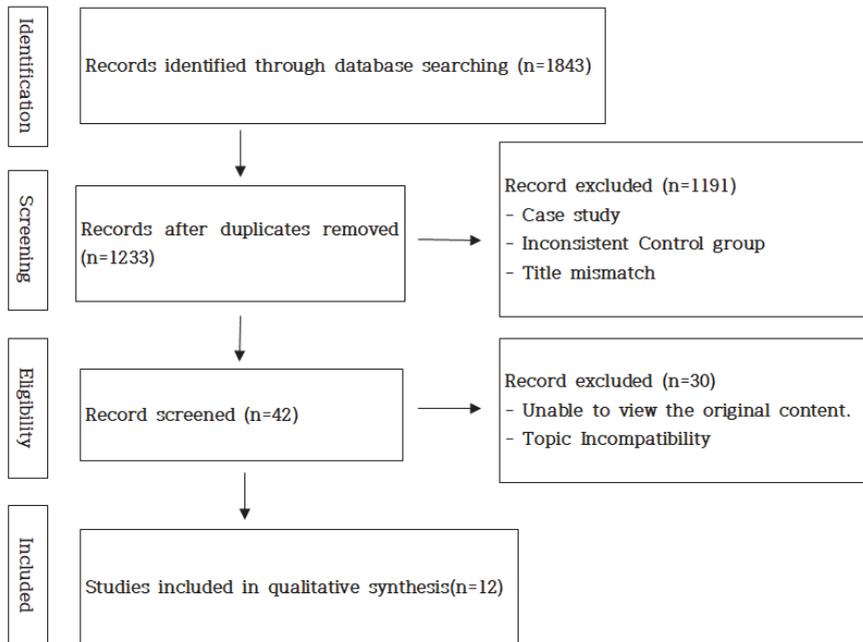


Fig. 1. Flow diagram for the study selection process.

중심으로 구분하였다. 체계적인 연구 분석을 시행하기 위해서 엑셀프로그램을 이용하였고, 순번을 기입하고 논문제목, 저자명, 학회지명, 발간된 년도를 표기하였다. 위와 같이 입력 후 재확인 작업을 실시하여 오류를 줄이고자 노력하였다.

본 연구를 위한 분석대상 논문 선정에는 PICO기준을 적용하였다. 문헌선정기준은 학위논문과 학술지 논문이 동일한 연구대상을 가지거나 동일한 내용을 포함한 경우, 학술지 논문을 우선적으로 포함시켰고, 뇌졸중 환자를 주요 대상으로 한 연구로 제한하였다. 또한 실험 연구 중 중재비교 연구를 한 논문으로 제한하고, 호흡재활프로그램 중재를 적용한 논문을 선정하였다. 뇌졸중을 동반한 다른 질병을 가진 대상인 연구, 들숨운동프로그램만 포함된 호흡재활프로그램을 적용한 연구는 제외하였다(Fig. 1).

III. 연구결과

1. 논문의 질적평가

체계적 문헌고찰 분석 대상 논문 12편의 연구에 대한 문헌평가를 실시한 결과 연구 설계의 경우 12편 모두 연구의 목적, 설계방법이 잘 기술되어 있었다. 12편 중 표본의 크기를 계산에 의해 정하였다고 명시한 연구는 2편이었고, 12편 중 11편이 대상자를 무작위로 할당하였으며, 할당된 그룹에 대해 정보를 제공하지 않은 연구는 1편이었다. 연구대상자 눈가림에 대한 명시를 한 연구는 3편이고, 평가자 눈가림은 1편, 치료사 눈가림에 대한 명시를 한 연구는 없었다. 연구대상자의 중도탈락율이 15%를 넘지 않은 연구는 9편이었고, 중도탈락자가 없는 연구는 7편이었다. 12편 모두 집단 간 차이를 보고하였고, 변화량을 제시한 연구는 7편이었다. 10점 만점 중 6점인 연구가 5편, 5점인 연구가 5편, 4점인 연구가 1편 그리고 이성란 외 3명 연구에서 가장 낮은 3점을 받았다(Table 1).

2. 중재방법 형태

선정된 총 12편의 논문 중 9편은 호흡도구를 사용하여 호흡훈련을 시행하였고, 나머지 3편은 복합호흡운동을 시행하였다. 중재기간은 1회당 20-30분, 1주간 3회

-5회의 빈도로 중재를 실시하며, 3주-8주간 시행되는 것으로 조사되었다. 연구기간 동안 적용한 중재의 총 시행횟수는 평균 18회고, 최소 12회에서 최대 30회의 범위 내에서 시행되었다.

3. 연구에서 사용된 종속변수에 따른 분류

선정된 총 12편의 논문 중 호흡기능의 결과를 다룬 논문은 11편(91.6%), 신체기능 결과를 다룬 논문은 6편(50%), 호흡근 활성도를 다룬 논문은 2편(16.6%)이었다. 호흡운동의 효율성을 측정하기 위해 사용한 종속변수는 호흡기능, 신체기능, 호흡근 활성도로 구분하였다.

호흡기능 변수는 노력성 폐활량(Forced vital capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(1 second forced expiratory volume, FEV1), 노력성 폐활량에 대한 1초간 노력성 날숨량의 비(Ratio of FEV1 to FVC, FEV1/FVC), 최대날숨속도(Peak expiratory flow, PEF), 최대 들숨압(Maximal inspiratory pressure, MIP), 최대 날숨압(Maximal expiratory pressure, MEP), 최대자발성환기량(Maximum voluntary ventilation, MVV), 폐활량(Vital capacity, VC), 평상시 1회호흡량(Tidal volume, VT), 들숨예비용적(Inspiratory reserve volume, IRV), 날숨예비용적(Expiratory reserve volume, ERV) 등이 있었다.

신체기능 변수는 6분보행검사(6minutes walk test), 압력중심점(Center of pressure, COP), 버그균형 검사(Berg balance scale, BBS) 일어서서 걷기 검사(Timed up and go test, TUG), 10미터 걷기 검사(10meter walk test, 10MWT), 뇌졸중 평가척도(National institute of health stroke scale, NIHSS), 수정바텔지수(Modified barthel index, MBI), 퓨글마이어평가(Fugl-meyer assessment, FMA), 간이정신상태 검사(Korean-mini mental state examination, K-MMSE)등이 있었다.

호흡근 활성도변수는 배마깁근(Abdominal external oblique muscle, AEO), 넓은등근(Latissimus dorsi muscle, LD), 상부 등세모근(Upper trapezius, UT), 배곧은근(Rectus abdominis, RA), 배속빚근(Internal abdominal oblique, IAO)의 활성도 혹은 긴장도를 측정하였다. 12편의 모든 연구에서 호흡기능, 신체기능, 호흡근 활성도의 기능에 대한 효과가 있는 것으로 나타났다(Table 2, 3, 4).

Table 1. Risk of bias and study quality on the PEDro scale

Study	Random Allocation	Concealed Allocation	Baseline Similarity	Subject Blinding	Therapist Blinding	Assessor Blinding	<15% Dropouts	Intention to treat analysis	Between-Group Difference Reported	Point Estimate, Variability Reported	Total
Cho YH, 2022[20]	Y	N	Y	N	N	Y	Y (0.0%)	Y	Y	N	6
Lee MH, 2022[21]	Y	N	Y	Y	N	N	N (27.27%)	N	Y	Y	5
Kim KH, 2020[22]	Y	N	Y	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	Y	6
Kim BS, 2019[23]	Y	Y	Y	Y	N	N	N (43.33%)	N	Y	Y	6
Yoo HJ, 2018[24]	Y	N	Y	Y	N	N	Y (11.11%)	N	Y	Y	6
Kang TW, 2018[25]	Y	N	Y	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	N	5
Jeong SA, 2017,[26]	Y	N	Y	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	N	5
Cho YH, 2015[27]	Y	N	N	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	Y	5
Cho MR, 2014[28]	N	N	Y	N	N	N	Y (11.76%)	N	Y	Y	4
Kim JS, 2013,[29]	Y	N	Y	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	N	5
Han JM, 2013,[31]	Y	N	Y	N	N	N	Y (0.0%)	Y	Y	Y	6
Lee et al., 2012[30]	Y	N	Y	N	N	N	N (16.6%)	N	Y	N	3

Table 2. Effects on respiratory function

Study	Participant s	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Cho YH, 2022[20]	EG1:7	EG : CT + CRT(TENS)	30min/once	FEV1	EG1 and EG2 showed significant improvements in FEV1, FVC, and PEF values compared to CG before and after the intervention. Regarding FVC values, EG1 and EG2 demonstrated a significant difference compared to CG.
	EG2:7	EG2 : CT + CRT(placebo TENS)	5times/1week, for 4weeks	FVC	
	CG:6	CG : CT		PEF	
Lee MH, 2022[21]	EG:8	EG : CT + RMT(threshold IMT/EMT)	CT: 30min/once 3times/week, for 6weeks	FVC	In EG, there were significant improvements in FVC, FEV1, PEF, and FEV1/FVC values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, the change in PEF values showed a significant difference among the groups.
	CG:8	CG : CT + RMT(threshold IMT/EMT)	RMT: 20min/once 3times/week, for 6weeks	FEV1	
				PEF	

Table 2. (Continued)

Study	Participants	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Kim KH, 2020[22]	EG:12 CG:13	EG : CT + PNF + RMT (RESPIFITS) CG : CT + WBV	CT: 30min/once 3times/week, for 8weeks PNF: 10min/once RMT: 10min/once WBV: 20min/once	FVC FEV1 PEF	Both EG and CG showed significant improvements in FVC, FEV1, and PEF values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, EG demonstrated significant differences in FVC, FEV1, and PEF values compared to CG.
Kim BS, 2019[23]	EG:8 CG:9	EG : WBV + RMT (Expand A Lung) CG : WBV	30min/once 3times/week, for 4weeks	FVC FEV1 MVV MIP MEP	In EG, there were significant improvements in FVC, FEV1, MVV, MIP, and MEP values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, significant differences were observed in FVC, MVV, MIP, and MEP values between EG and the comparison group.
Yoo HJ, 2018[24]	EG:20 CG:20	EG : CT + RMT(flow-oriented incentive spirometer, vibratory PEP) CG : CT	30min/twice 5times/week, for 3weeks	FVC FEV1 FEV1/FVC Peak flow(ml)	In EG, significant differences were observed in FVC, FEV1, and peak flow values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, EG showed significant differences compared to CG in FEV1 and peak flow values.
Kang TW, 2018[25]	EG:10 CG:11	EG : CT + CRT CG : CT	30min/once 5times/week, for 6weeks	MEP MIP	EG and CG significantly improved in MIP and MEP values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, EG demonstrated significant differences compared to CG in MIP and MEP values.
Jeong SA, 2017[26]	EG1:10 EG2:10 CG:10	EG1 : CT + CRT EG2 : CT + IMT (POWERbreathe) CG : CT	CT : 30min/once 5times/week, for 6weeks CRT, IMT:30min/once 30times/week, for six weeks	FVC	The pre- and post-intervention values of FVC significantly increased in both EG1 and EG2. In the intergroup comparison of changes, significant differences were observed in FVC between EG1 and EG2, as well as between EG2 and CG.

Table 2. (Continued)

Study	Participants	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Cho YH, 2015[27]	BG : 10 DG : 10	Device: RMT(Reinforcement HS-IM-1900)	20min/once 3times/week, for 8weeks	FVC FEV1 PEF	In BG, there were significant increases in FEV1 and PEF values before and after the intervention. In DG, significant improvements were observed in FVC, FEV1, and PEF values. In the intergroup comparison of changes, there were significant differences in FVC, FEV1, and PEF values among the groups.
	EG:17 CG:17	EG : CT + CRT CG : CT	CT:20~30min/once 5times/week, for 4weeks CRT:3times/week, for 4weeks	FVC PEF MIP MEP	In EG, there were significant increases in FVC, PEF, MIP, and MEP values before and after the intervention. In the intergroup comparison of changes, significant differences were observed in FVC, PEF, MIP, and MEP values among the groups.
Kim JS, 2013[29]	EG:9 CG:9	EG : CT + RMT(threshold IMT/EMT) CG : CT	CT:5times/week, for 4weeks RMT: 3times/week, for 4weeks	FVC FEV1 MVV	In EG, there were significant increases in the FVC, FEV1, and MVV values before and after the intervention. In addition, in CG, there were significant increases in FVC and MVV values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, EG showed significant differences compared to CG in FVC, FEV1, and MVV values.
	EG:14 CG:10	EG : RMT(spiro-tiger) CG : upright training	RMT : 20min/once 3times/week, for 4weeks	FVC FEV1 FEV1/FVC VC VT IRV ERV	In the intergroup comparisons, EG showed significant differences from CG in VC and VT values.

EG: experimental group, CG: control group, CT: Conventional therapy, CRT: Complex respiratory training, FVC: forced vital capacity, FEV1: 1 second forced expiratory volume, PEF: peak expiratory flow, MIP: maximal inspiratory pressure, MEP: maximal expiratory pressure, MVV: maximum voluntary ventilation, RMT: respiratory muscle training, PNF: Proprioceptive neuromuscular facilitation, WBV: whole-body vibration, BG: breathing exercise group, DG: device exercise group, VC: vital capacity, VT: tidal volume, IRV: inspiratory reserve volume, ERV: expiratory reserve volume

Table 3. The effects on physical activity

Study	Participants	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Kim KH, 2020[22]	EG:12 CG:13	EG : CT + PNF + RMT (RESPIFITS) CG : CT + WBV	CT: 30min/once 3times/week, for 8weeks PNF: 10min/once RMT: 10min/once WBV: 20min/once	6MWT	Both EG and CG showed significant increases in the 6MWT values before and after the intervention. In the intergroup comparison, EG demonstrated a significant difference compared to CG.
	EG:8 CG:9	EG : WBV + RMT (Expand A Lung) CG : WBV	30min/once 3times/week, for 4weeks	COP BBS TUG	In EG, significant differences were observed in COP, BBS, and TUG values before and after the intervention. On the other hand, in CG, significant differences were only found in TUG values before and after the intervention. In the intergroup comparisons, EG showed significant differences compared to CG in BBS and TUG values, indicating that EG had greater improvements in these measures than CG.
Yoo HJ, 2018[24]	EG:20 CG:20	EG : CT + RMT(flow-oriented incentive spirometer, Acapella vibratory PEP) CG : CT	30min/twice 5times/week, for 3weeks	NIHSS MBI FMA K-MMSE	In both EG and CG, there were significant differences in NIHSS, MBI, BBS, FMA, and K-MMSE values before and after the intervention. On the other hand, in the intergroup comparisons, there were no significant differences between the two groups.
	EG:10 CG:11	EG : CT + CRT CG : CT	30min/once 5times/week, for 6weeks	BBS MBI	EG and CG showed, there were significant increases in BBS and K-MBI values before and after the intervention. In the intergroup comparison, EG showed significant differences from CG in BBS and K-MBI values, indicating that EG had greater improvements in these measures than CG.
Jeong SA, 2017[26]	EG1:10 EG2:10 CG:10	EG1 : CT + CRT EG2 : CT + IMT (POWERbreathe) CG : CT	CT : 30min/once 5times/week, for 6weeks CRT, IMT:30min/once 30times/week, for six weeks	6MWT	In all three groups, EG1, EG2, and CG, there were significant differences in 6MWT values before and after the intervention. However, in the intergroup comparisons, however, significant differences were observed in 6MWT values between EG1 and CG, as well as between EG2 and CG, indicating that EG1 and EG2 had greater improvements in 6MWT values compared to CG.

Table 3. (Continued)

Study	Participants	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Kim JS, 2013[29]	EG:9 CG:9	EG : CT + RMT (threshold IMT/EMT) CG : CT	CT:5times/week, for 4weeks RMT: 3times/week, for 4weeks	10mWT 6MWT	In both EG and CG, there were significant increases in 10mWT and 6MWT values before and after the intervention. However, in the intergroup comparison, however, EG showed a significant difference from CG specifically in the 6MWT values, indicating that EG had greater improvements in the 6MWT compared to CG.

EG: experimental group, CG: control group, CT: Conventional therapy, CRT: Complex respiratory training, RMT: respiratory muscle training, PNF: Proprioceptive neuromuscular facilitation, WBV: whole-body vibration, 6MWT: six minutes walk test, COP: center of pressure, BBS: berg balance scale, TUG: timed up & go test, NIHSS: national institute of health stroke scale, MBI: modified Barthel index, FMA: Fugl-Meyer assessment, K-MMSE: Korean mini-mental state examination, 10mWT: 10meter walk test

Table 4. The effects on respiratory muscle activation

Study	Participants	Intervention(device)	Frequency and Duration	Outcome measure	Result
Cho YH, 2022[20]	EG1:7 EG2:7 CG:6	EG1 : CT + CRT(TENS) EG2 : CT + CRT(placebo TENS) CG : CT	30min/once 5times/1week, for 4weeks	AEO LD	In EG1, there were no significant differences in muscle tone after the intervention. On the other hand, both EG2 and CG showed significant differences in muscle tone after the intervention. In both EG1 and EG2, there was a significant increase in the AEO and LD values before and after the intervention.
Han JM, 2013[31]	EG:15 CG:15	EG : CT + RMT CG : CT	CT: 30min/once 5times/week, for 4weeks RMT : 30min/once	UT LD RA EAO IAO	In EG, significant differences were observed in the pre- and post-intervention values of UT, LD, RA, and IAO. In CG, however, there were no significant differences in any of these measures. In the intergroup comparisons, EG showed significant differences compared to CG in UT, LD, RA, and IAO values, but there was no significant difference in EAO.

EG: experimental group, CG: control group, CT: Conventional therapy, CRT: Complex respiratory training, RMT: respiratory muscle training, AEO(EAO): abdominal external oblique muscle, LD: Latissimus dorsi muscle, UT: upper trapezius, RA: rectus abdominis, IAO: internal abdominal oblique

IV. 고찰

본 연구는 2012년부터 2023년까지 국내에서 수행된 실험연구들을 체계적으로 분석하여, 뇌졸중 환자를 대상으로 한 호흡훈련의 효율성을 조사하고, 이를 기반으로 중재프로그램을 개발하는 데 도움을 제공하기 위한 목적으로 수행되었다.

뇌졸중 환자의 대표적인 증상인 강직, 근육 사용 제한 및 움직임 제한으로 심폐기능의 저하와 함께 호흡운동의 효율성 감소로 이어져 심폐기능과 폐 용적의 감소를 초래한다[32]. 호흡근의 약화는 호흡근과 운동 수행에 어려움을 초래하므로, 환기근육 훈련을 통해 호흡근 기능을 강화하여 숨겨진 호흡을 감소시키고 운동 내성을 향상시키는 치료적 중재가 필요하다[33]. 그리하여 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 한 호흡운동 프로그램의 효과에 관한 국내 연구에 대해 질적 평가를 통하여 뇌졸중 환자의 호흡운동프로그램 효과를 요약 제시하였다. 국내 데이터베이스 검색결과 1233편의 문헌 중 PICO 기준을 적용하여 최종 선정된 12편의 논문을 고찰을 통해 호흡운동프로그램의 효과를 분석하고 연구 현황을 파악하였다.

선정된 논문 12편의 질적 평가 결과에서 1편[28]를 제외한 11편의 논문에서 무작위배정을 통하여 대상자를 실험군, 대조군에 배정하였고, 배정을 공개하지 않은 연구는 1편[23]이었다. 각 군의 초기평가가 비슷하지 않은 논문은 1편[27]이었고, 대상자 눈가림이 시행된 논문은 3편[21,23,24], 평가자 눈가림이 시행된 논문은 1편[20], 치료사 눈가림이 시행된 논문은 없었다. 표본의 크기를 계산을 통하여 정하였다고 명시된 논문은 2편[21,24]이었고, 평가도구의 신뢰도를 명시한 논문은 5편[22,23,25,26,27]로 조사되었다. 연구의 75% 이상에서는 연구대상자 및 연구자의 눈가림, 표본 크기를 계산하는 절차를 사용하지 않았기 때문에 결과 해석에 주의가 필요하고, 연구의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해서는 변수의 통제 방법을 통해 연구 결과의 편향을 줄이는 노력이 필요하다. 따라서 추후에는 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 연구 설계를 강화하고, 학계에서는 논문의 질적인 관리를 위한 노력이 필요하다.

본 연구에 선정된 12편의 논문은 시행횟수는 평균 18회이고, 1회 20-30분, 1주일에 3회-5회의 빈도로 시행하였으며, 기간은 평균 5주간 중재를 시행하였다. 체계적 고찰 및 메타분석을 진행한 선행연구에서는 호흡기능이 약한 뇌졸중 환자를 대상으로 호흡훈련을 1회 30분, 주 5회, 5주간 시행하였을 때 호흡근의 기능증진에 효과가 있다고 보고하였다[34]. 따라서 본 연구의 결과를 통해 밝혀진 중재기간은 선행연구에서 보고된 결과와 일치한다.

호흡운동프로그램은 호흡기능, 신체적 기능, 호흡근 활성도에서 효과를 검증하였다. 호흡기능에서의 효과를 검증한 논문이 총 11건으로 종속 변수 중 FVC 값을 평가한 연구가 10건, FEV1은 8건, PEF는 6건, FEV1/FVC는 3건, MIP는 3건, MEP는 3건, MVV는 2건, VC는 1건, VT는 1건, IRV는 1건, ERV는 1건으로 조사되었다. 호흡기능 지표와 관련하여 본 연구의 결과는 뇌졸중 환자에서 호흡훈련이 FVC, FEV1, PEF, MIP, MEP 및 MVV를 개선하는데 효과적임을 보여주었고, 이러한 결과는 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 진행한 선행연구의 결과와 일치한다[35]. 뇌졸중 환자들은 복부와 횡격막 기능이 약해져 호흡근의 힘이 감소한다[36,1]. 이로 인해 폐의 용적, 공기 흐름, 환기 패턴이 제한되는 것과 관련이 있다[37]. 따라서 호흡근 훈련은 폐의 용적과 흐름을 향상시키며, 호흡기능의 개선을 관찰할 수 있다.

신체적 기능을 다룬 논문이 6건으로 종속 변수 중 6MWT를 평가한 연구가 3건, BBS는 2건, MBI는 2건, 그 밖의 연구에서는 COP, NIHSS, FMA, K-MMSE, 10mWT를 평가하였다. 신체적 기능에 대한 호흡훈련의 효과를 검증한 6건의 연구에서 모든 변수가 유의한 효과를 보였다. 본 연구 결과는 호흡훈련이 균형과 보행을 비롯하여 기능적 능력 개선에 효과적임을 보여준다. 뇌졸중으로 인한 호흡근의 약화는 운동 저항력을 감소시킬 수 있다[38]. 들숨근 및 날숨근 근력의 향상은 뇌졸중 환자의 기능적 용량에 중요한 영향을 미치고, 이로 인해 얻은 이점은 운동 저항력을 향상시킬 수 있다[39]. 보행 능력은 뇌졸중 환자의 신체활동 및 사회 및 지역사회 참여의 중요한 예측 요인으로 여겨지고, 작은

개선조차도 뇌졸중 환자의 신체적 및 사회적 건강에 상당한 이점을 제공할 수 있다[40,41]. 따라서, 보행 능력의 향상은 뇌졸중 환자들이 보다 활발하게 신체활동에 참여하고 사회적인 활동을 즐길 수 있는 기회를 제공할 수 있고, 이는 환자의 삶의 질 향상과 더불어 사회적인 참여와 연결된 여러가지 긍정적인 영향을 가져올 수 있다고 사료된다.

호흡근 활성화도에 관한 두 개의 논문에서는 각각 근긴장도와 근활성도를 평가하였으며, 모든 변수가 유의한 효과를 보였다. 이전 연구에서는 건강한 성인을 대상으로 한 위팔두갈래근의 긴장도를 측정하는 연구에서, 근긴장도 측정이 근육 활성화 수준의 변화에 민감하게 반응한다고 보고되었다[42]. 뇌졸중 환자에서는 마비된 쪽이 이산화탄소(CO₂)에 대해 높은 민감도를 가지고 있으며, 자발적인 호흡이 감소함으로써 비 대칭적인 호흡이 유발된다[43]. 이로 인해 호흡 조절에 변화가 일어나며, 흉벽 운동과 전기 활동이 감소하여 폐 기능에 직접적으로나 간접적으로 영향을 미치게 된다. 따라서 호흡기능의 회복과 신체적능력을 향상시키기 위한 호흡운동의 중재가 필요하다.

뇌졸중 환자들의 폐 기능에 대해 선행연구를 조사한 결과, 뇌졸중 환자의 호흡 기능이 정상인과 비교하여 상대적으로 저조함을 확인하였고, 호흡재활프로그램을 통해 호흡 기능의 개선에 매우 긍정적인 효과를 보였다[44]. Pozuelo 등의 체계적 문헌고찰 및 메타분석에 따르면 PEF에서 들숨근 및 날숨근 운동을 결합한 군이 폐 기능 지표의 개선에서 들숨근 운동만 하는 군보다 더 큰 효과를 보고하였다[35]. 위 내용을 종합적으로 논의한 결과, 뇌졸중 환자를 대상으로 한 호흡훈련은 호흡기능, 신체 기능, 그리고 호흡근 활성화도의 향상에 긍정적인 영향을 나타내었다. 이러한 결과는 앞으로의 연구에서 호흡기능 향상과 관련된 종속변인을 조사하여 뇌졸중 환자의 호흡운동프로그램을 질적으로 향상시키는 것이 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 선정된 연구의 수가 적어 결과의 해석에 주의가 필요하며, 논문의 편수가 적어 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하기에는 어려움이 있다. 또한 호흡근 활성화도에서 중간 수준의 질적 수준을 가진

두 개의 연구만을 포함하였기 때문에 호흡운동을 통하여 호흡근 활성화도에 대한 결론을 제공할 충분한 연구수가 충분하지 않았다. 국내에서는 호흡운동프로그램을 직접 비교하는 체계적 고찰 연구가 부족한 상황이다. 따라서 본 연구는 향후 호흡운동프로그램을 비교 분석하는 연구에 유용한 정보를 제공하며, 이를 통해 체계적이고 품질 높은 호흡운동프로그램의 개발을 위해 지속적인 임상연구가 필요하다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 한 호흡훈련의 효과를 분석하고, 국내 선행연구들의 중재 방법에 따른 효과를 비교 분석하여 호흡운동의 효과와 중재프로그램 개발에 기초를 마련하기 위해 수행되었다. 뇌졸중 환자에게 호흡훈련을 적용한 연구를 검색과정을 통해 선정하고, PICO 기준을 적용하여 최종으로 12편의 논문을 선정하였다. 선정된 논문들을 질적으로 평가하고, 효과에 따른 연구결과를 분석하여 제시하였다. 분석 결과, 뇌졸중 환자를 대상으로 시행된 호흡훈련은 호흡 기능, 신체기능, 그리고 호흡근 활성화도 측면에서 긍정적인 효과가 확인되었다.

Acknowledgements

이 논문은 2023학년도 대구대학교 학문후속세대 연구과제로 수행되었음.

References

- [1] de Almeida ICL, Clementino ACCR, Rocha EHT, et al. Effects of hemiplegia on pulmonary function and diaphragmatic dome displacement. *Respir Physiol Neurobiol.* 2011;178(2):196-201.
- [2] Mercier L, Audet T, Hébert R, et al. Impact of motor, cognitive, and perceptual disorders on ability to perform activities of daily living after stroke. *Stroke.* 2001;32(11):2602-8.

- [3] Dean E, Frownfelter DL. Cardiovascular and pulmonary physical therapy: Evidence and practice: Mosby St. Louis, MO, USA; 2006.
- [4] Xiao Y, Luo M, Wang J, et al. Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;5(1):1-11.
- [5] Hannawi Y, Hannawi B, Rao CPV, et al. Stroke-associated pneumonia: Major advances and obstacles. *Cerebrovascular diseases.* 2013;35(5):430-43.
- [6] Finlayson O, Kapral M, Hall R, et al. Risk factors, inpatient care, and outcomes of pneumonia after ischemic stroke. *Neurology.* 2011;77(14):1338-45.
- [7] Rhoda A, Smith M, Putman K, et al. Motor and functional recovery after stroke: A comparison between rehabilitation settings in a developed versus a developing country. *BMC Health Serv Res.* 2014;14:1-7.
- [8] Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, et al. Community ambulation after stroke: How important and obtainable is it and what measures appear predictive?. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2):234-9.
- [9] Kelly JO, Kilbreath SL, Davis GM, et al. Cardiorespiratory fitness and walking ability in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(12):1780-5.
- [10] Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: Foundations and techniques: Fa Davis; 2017.
- [11] Khedr E, El Shinawy O, Khedr T, et al. Assessment of corticodaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol.* 2000;7(3):323-30.
- [12] Battaglia E, Fulgenzi A, Ferrero ME. Rationale of the combined use of inspiratory and expiratory devices in improving maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(6): 913-8.
- [13] Forbes S, Game A, Syrotuik D, et al. The effect of inspiratory and expiratory respiratory muscle training in rowers. *Res Sports Med.* 2011;19(4):217-30.
- [14] Simms AM, Li LC, Reid WD. Development of a theory-based intervention to increase prescription of inspiratory muscle training by health professionals in the management of people with chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Can.* 2011;63(3):315-23.
- [15] Houston BW, Mills N, Solis-Moya A. Inspiratory muscle training for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;11(4):1-11.
- [16] Pryor JA, Prasad AS. Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: Adults and paediatrics. Elsevier Health Sciences. 2008.
- [17] Koppers RJ, Vos PJ, Boot CR, et al. Exercise performance improves in patients with copd due to respiratory muscle endurance training. *Chest.* 2006;129(4):886-92.
- [18] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. *Ann Intern Med.* 2009;151(4):264-9.
- [19] Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC, et al. Scales to assess the quality of randomized controlled trials: A systematic review. *Phys Ther.* 2008;88(2):156-75.
- [20] Cho YH, Cho KH. The effect of the resistance respiratory exercise with transcutaneous electrical nerve stimulation on respiratory muscle tone and pulmonary function of chronic stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2022;17(1):75-83
- [21] Lee MH, Kim MK. Effects of respiratory muscle strengthening training on the pulmonary function in chronic stroke patients on an unstable support surface. *J Korean Soc Phys Med.* 2022;17(2):75-82.
- [22] Kim KH, Kim DH. Effects of PNF and respiratory muscle endurance training on lung function and physical activity in chronic stroke patients. *PNF & Mov.* 2020;18(2):205-14.
- [23] Kim BS, Park SH, Park HJ, et al. The effects of whole body vibration stimulation training combined with respiratory resistance on respiratory and balance function in stroke patients. *JCIT.* 2019;9(10):234-43.
- [24] Yoo H-J, Pyun S-B. Efficacy of bedside respiratory muscle training in patients with stroke: A randomized controlled

- trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018;97(10):691-7.
- [25] Kang T-W, Kim B-R. Effects of respiratory muscle training on the respiratory function, balance, and activities of daily living in patients with stroke. *The Journal of Korean Physical Therapy.* 2018;30(2):58-62.
- [26] Jeong SA, Lee DW, Kim JY. The effect of pulmonary function and gait endurance on complex respiratory training and inspiratory muscle exercise in patient with stroke. *Journal of KOEN.* 2017:65-72.
- [27] Cho YH, Lee SB. Impact of respiratory muscle exercises on pulmonary function and quality of sleep among stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(4):123-31.
- [28] Cho MR, Kim NS, Jung JH. The effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and cough capacity in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2014;9(4):399-406.
- [29] Kim JS, Shin WS. The effects of respiratory muscle strengthening training on pulmonary function and gait ability in subacute stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(4):489-96.
- [30] Lee SR, Lee JM, Lee JE, et al. Effects of respiratory muscle strengthening training on pulmonary function in persons with stroke. *JKPTS.* 2012;19(4):47-52.
- [31] Han JM, Kim HA, Koo JP, et al. Effects of respiratory muscle activity in stroke patients after feedback breathing exercise. *JAPTR.* 2013;4(2):552-6.
- [32] Frownfelter D, Dean E, Stout M, et al. *Cardiovascular and pulmonary physical therapy e-book: Evidence to practice: Elsevier health sciences.* 2022.
- [33] Weiner P, Magadle R, Beckerman M, et al. Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in copd. *Chest.* 2003;124(4):1357-64.
- [34] Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, et al. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: A systematic review. *J Physiother.* 2016;62(3):138-44.
- [35] Pozuelo-Carrascosa DP, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, et al. Effectiveness of respiratory muscle training for pulmonary function and walking ability in patients with stroke: A systematic review with meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(15):5356.
- [36] Jandt SR, da Sil Caballero RM, Junior LAF, et al. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: An observational study. *Physiother Res Int.* 2011;16(4): 218-24.
- [37] Tomczak CR, Jelani A, Haennel RG, et al. Cardiac reserve and pulmonary gas exchange kinetics in patients with stroke. *Stroke.* 2008;39(11):3102-6.
- [38] Reyes A, Ziman M, Nosaka K. Respiratory muscle training for respiratory deficits in neurodegenerative disorders: A systematic review. *Chest.* 2013;143(5):1386-94.
- [39] Gomes-Neto M, Saquetto MB, Silva CM, et al. Effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and exercise tolerance in patients poststroke: A systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(11): 1994-2001.
- [40] Field MJ, Gebruers N, Shanmuga Sundaram T, et al. Physical activity after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Int Sch Res Notices.* 2013;2(1):1-13
- [41] Michaelsen SM, Ovando AC, Romaguera F, et al. Effect of backward walking treadmill training on walking capacity after stroke: A randomized clinical trial. *Int J Stroke.* 2014;9(4):529-32.
- [42] Leonard CT, Brown JS, Price TR, et al. Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(6):709-14.
- [43] Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168(1):109-13.
- [44] Kim J. The effect of exercise capacity and pulmonary function in the stroke patients after breathing exercise. *gachon university.* 2012.