

만성 폐쇄성 폐질환을 위한 자가 관리 호흡운동의 최근 동향: 체계적 고찰 및 메타분석

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2021.9.1.13>

대한심장호흡물리치료학회지 제9권 제1호 2021.6. PP.13-19

■ 정대인¹, 김현중^{2*}

■¹광주보건대학교 물리치료과, ²더 나은병원 스포츠재활센터

Recent Trends of Self-Management Breathing Exercise for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-analysis

Dae-In Jung PT, PhD¹, Hyun-Joong Kim PT, MS^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Gwangju Health University

²Sports Rehabilitation Center, The Better Hospital

Purpose : In self-management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), breathing exercises can effectively improve respiratory muscle strength and endurance, correct abnormal thoracic spine and abdominal motions, and reduce dyspnea and dynamic hyperinflation. In this systematic review and meta-analysis, we aimed to examine recent trends in self-management breathing exercises for patients with COPD. **Methods:** We searched the MEDLINE, EMBASE, CINAHL, PEDro, and CENTRAL databases until March 2021 for randomized controlled trials (RCTs) evaluating pulmonary function and exercise capacity through self-management breathing exercises (BEs) in patients with COPD. We used Cochrane's risk of bias tool for qualitative analysis. Postintervention results were quantitatively analyzed using RevMan 5.4. **Results :** We selected 6 RCTs of 1,039 patients with COPD performing self-management BEs. A previous systematic review and meta-analysis also included six RCTs. For pulmonary function, we found that the results of the patients performing BEs were no more effective than those of the control groups (-0.08 ; 95% confidence interval [CI], -0.44 to 0.27 ; heterogeneity, $\chi^2 = 9.73$, $df = 3$, $I^2 = 69\%$; overall effect, $Z = 0.45$). However, for exercise capacity, the results of the patients performing BEs were more effective than those of the control groups (0.37 ; 95% CI, 0.10 to 0.64 ; heterogeneity, $\chi^2 = 19.54$, $df = 5$, $I^2 = 74\%$; overall effect, $Z = 2.65$). **Conclusion :** COPD self-management BEs did not significantly affect pulmonary function, but positively affected exercise capacity.

Key words : Breathing exercise, Chronic obstructive pulmonary disease, physical therapy, Pulmonary function

Received : May 8, 2021 / **Revised :** May 25, 2021 / **Accepted :** May 25, 2021

I. 서론

만성 폐쇄성 폐질환(chronic obstructive pulmonary disease; COPD)의 사회적, 경제적 부담은 세계 인구의 고령화와 COPD와 관련된 위험 요소에 대한 지속적인 노출로 인해 향후 수십 년 동안 증가할 것으로 예상된다(Mathers와 Loncar, 2006; WHO, 2020). 동적 과다팽창(dynamic hyperinflation) 및 폐의 호기 흐름의 제한으로 인한 운동 조절장애(intolerance)는 COPD의 특징이다(O'Donnell과 Webb, 2008; Spruit 등, 2013). 이러한 특징들은 사망률의 증가 및 삶의 질 저하와 관련이 있다(GOLD, 2020; Lozano 등, 2012).

자가 관리 중재전략으로 호흡운동(breathing exercises; BE)은

복잡하고 다양하다(Effing 등, 2016; Matarese와 Sferrazza, 2016). BE는 호흡근의 근력과 지구력을 효과적으로 개선하고 비정 상적인 흉부 및 복부 움직임을 교정할 뿐 아니라 호흡곤란(dyspnoea) 및 폐 동적 과다팽창을 감소시키는 것으로 보고되었다(Alison 등, 2017; Croitoru와 Bogdan, 2013). 입술 오므리기 호흡(pursed-lip breathing; PLB), 가로막 호흡(diaphragmatic breathing; DB), 호흡근훈련(respiratory muscle training; RMT), 등은 호흡운동에 관한 지침들의 운동들이며, 경증에서 중증 까지 COPD환자들의 호흡곤란, 삶의 질, 지구력을 개선하기 위해 사용된다(Alison 등, 2017; Bolton 등, 2013; Spruit 등, 2013).

COPD의 재활에 있어 국외에서는 수많은 체계적 고찰 및 메타분석 연구들이 있으나 국내에는 COPD의 호흡 재활의 지침은 제한적

교신저자: 김현중

주소: 61085 광주광역시 북구 첨단연신로 108번길 22 더 나은병원, E-mail: doong18324@gmail.com

이다. 따라서 본 연구에서는 국외 연구들의 최근 호흡 재활의 동향을 통해 COPD의 자가 관리 호흡운동에 대해 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 COPD환자들의 자가 관리 호흡운동들의 최근 동향(5년 이내)을 통합하고 분석하기 위한 체계적 고찰 및 메타분석연구이다. 또한, PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis) 가이드라인에 따라 진행하였다.

2. 자료의 선정 및 배제기준

1) 선정기준(inclusion criteria)

(1) 연구대상(participants)

연구대상자는 COPD 진단을 받은 자이다.

(2) 중재(intervention)

COPD를 진단받은 대상자들에게 자가 관리(self-management) BE를 수행한 연구들을 포함하였다.

(3) 비교 대상(comparisons)

COPD를 대상으로 BE와 비교한 중재를 수행한 연구들을 포함하였다.

(4) 결과(outcomes)

결과변수들은 폐 기능(pulmonary function)과 운동 능력(exercise capacity)을 포함하였다.

(5) 연구유형(types of studies)

본 연구에서는 국내 연구를 제외한 국외의 무작위 대조 실험(randomized controlled trial; RCT)을 포함하였다.

2) 배제기준(exclusion criteria)

BE를 수행한 RCT에서 COPD를 대상으로 하지 않은 연구, BE를 단독으로 수행하지 않고 복합적으로 사용한 연구들은 연구에서 제외하였다.

3. 문헌의 검색 및 선정

1) 문헌 검색전략(Literature-search strategy)

본 연구의 내용 및 방법은 대한심장호흡물리치료학회 2021년

제1차 연구과제 지원사업에 승인되어 진행하였다.

문헌검색은 2021년 03에 검색 및 수집되었고 메타분석 연구의 경험이 있는 연구자 2인이 각각 독립적으로 자료를 검색하였다. 검색식은 COPD(P)와 BE(I)를 나타내는 용어를 병합하여 구성하였다.

사전 식별된 키워드(pre-identified keywords)는 (Chronic obstructive pulmonary disease AND Breathing exercise AND (Pulmonary function OR Exercise capacity) AND (Self OR Usual) AND Randomized Controlled Trial)와 색인 용어(index term)가 포함된 모든 데이터베이스(MEDLINE, EMBASE, CINAHL, PEDro and the Cochrane Central Register of controlled Trials)를 포함하였다.

2) 연구 선정 및 자료추출(Study selection and data extraction)

먼저 데이터베이스를 통해 검색된 문헌은 서지관리 소프트웨어((EndNote X9, Thomson Reuters, NY, USA)를 이용하여 중복된 문헌들을 제거하였다. 관련 논문들은 제목과 초록을 통해 확인한 후 선정기준에 따라 논문의 원문을 검토하였다. 이 과정에서 연구자들은 제외된 문헌의 이유를 설명하고 최종적으로 선택된 연구들에서 일반적인 특성, 중재의 특성, 연구의 결과를 추출하였다. 자료를 선택하고 추출하는 과정에서 연구자 2인이 각각 독립적으로 수행하였다. 자료가 일치하지 않을 경우, 원문을 함께 검토하여 최종적으로 결정을 하였다.

3) 질 평가(Quality assessment)

RCT 연구의 경우, Cochrane Bias Method Group이 개발한 7개 항목 Cochrane's risk of bias(RoB)를 사용하였다. 연구의 질을 평가하기 위해 메타분석 연구 경험이 있는 연구자 2인이 비뚤림 위험을 낮음(+), 높음(-), 불확실(?)로 평가한 후 일치되지 않은 문항들에 대해 원문을 검토한 후 재평가하여 합의하였다.

4) 자료 통합 전략(Strategy for data synthesis)

검토는 RevMan 5.4(The Cochrane Collaboration, Oxford, England)을 이용하여 분석하였다. 분석할 수 있는 동일한 결과변수가 있거나 사전 및 사후검사에서 양적 변수(quantitative variable)가 있을 때 메타분석을 수행하였다. 이때, 결과변수에 따라 3개 이상의 연구가 있을 때 메타분석을 수행하였다.

효과 크기는 동일한 결과변수에 대해 표준화된 평균차(standardized mean difference; SMD)를 선택하고 대상자 간 변동과 연구 간 이질성을 고려하여 가중치를 재설정하는 Random Effects Model을 산출하였다(Oh와 Kim, 2018). 선택된 연구들의 동질성은 Cochrane의 Chi-squared test와 I² 검정을 통해 확인하고, I²의 결과에서 이질성이 없을 때 0%, 중간일

때 30-60%, 클 때는 75% 이상이다. 자료가 입력되면 표준편차 (standard deviation; SD)는 Pooled Standard Deviation을 통해 산출하였다. 검색된 연구의 출판 비뚤림(publication bias)는 깔때기 도표(funnel plot)를 사용하여 확인한다(Saracoglu 등, 2020). 검정결과에서의 신뢰도는 안전계수(Fail-safe number; Nfs)로 판단한다(김현영과 이명남, 2019).

Ⅲ. 연구 결과

1. 포함된 무작위 대조 실험의 문헌 검색 및 특성

국의 데이터베이스를 통해 총 62개의 논문이 검색되었다. EndNote X9를 통해 중복된 자료는 제외되어 40개의 출판된 문헌들이 선택되었고 선정 및 제외기준에 따라 2명의 연구자에 의해 제목과 초록을 통해 검토되어 18편의 논문이 제외되었다. 선정된 22편이 원문으로 검토되었다.

검토된 원문에서 12편이 RCT가 아닌 경우, 자가 관리 중재가 아닌 경우로 제외되어 체계적 고찰 및 메타분석이 가능한 연구 6편으로 나타났다(그림 1).

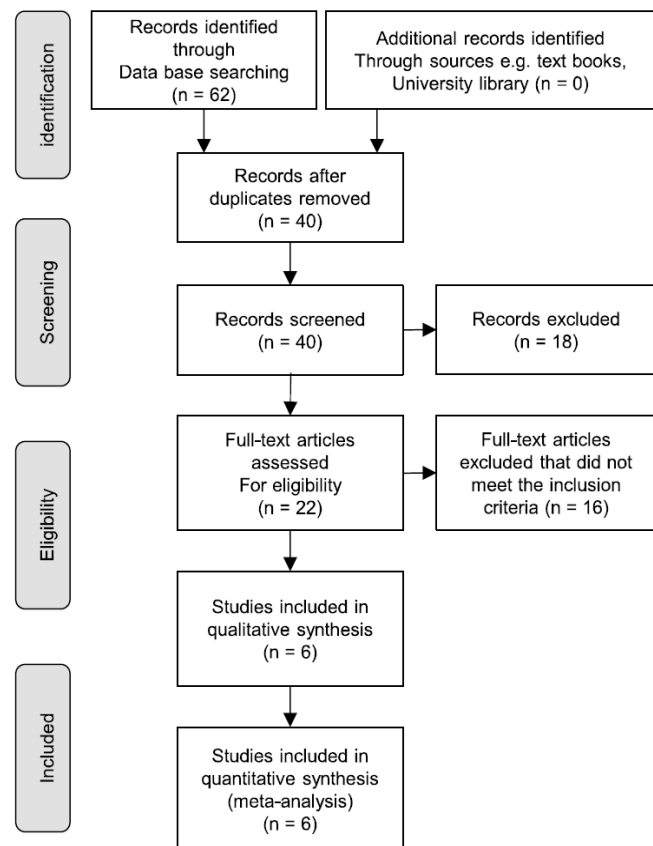


그림 1. PRISMA 흐름도

2. 만성 폐쇄성 폐질환에 적용한 호흡운동의 방법론적 질 평가

방법론적 질 평가는 3편의 연구로 pilot test하여 결과평가자의 눈가림 항목과 같이 합의가 필요한 항목들에 대한 일치율은 100%로 나타났다.

6편의 RCT연구에 대한 방법론적 질 평가는 RoB를 이용하였으며, 7개 항목으로 각각 무작위(+: 6), 배정순서 은폐(+: 5, -: 1), 참가자 및 연구자의 눈가림(+: 5, -: 1), 결과평가자 눈가림(+: 5, -: 2), 불완전한 결과자료(+: 5, -: 1), 선택적 결과보고(+: 6) 및 기타 비뚤림(+: 1, -: 5)로 평가되었다(그림 2, 3).

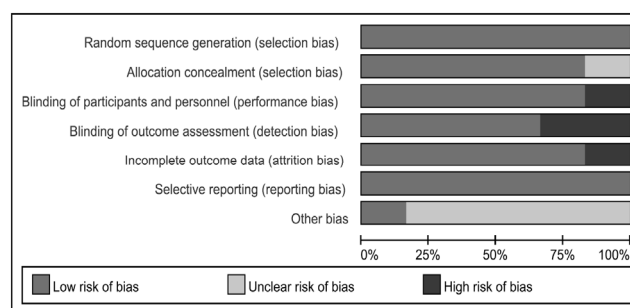


그림 2. 체계적 고찰의 비뚤림 위험 (그래프)

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Öztürk 등, 2020	+	?	+	+	+	+	?
Souza 등, 2018	+	+	+	+	+	+	?
Thom 등, 2018	+	+	+	+	+	+	?
Vorriuk 등, 2016	+	+	+	+	+	+	?
Wang, 2020	+	+	+	+	+	+	?
Zhang 등, 2017	+	+	+	+	+	+	+

그림 3. 체계적 고찰의 비뚤림 위험 (요약)

표 1. 체계적 고찰에 포함된 연구들의 특성

연구	표본	중재	치료강도	대조군	결과평가	자자 결론	국가, 장소
Öztürk 등, 2020	61	Self-manage ment training group	Total intervention period: 3 month EG: consulted by phone calls every two weeks by a chest disease specialist	Standard care	Pulmonary function: FEV1 Exercise capacity: SF-36P hysical function	A structured self-management education program run by a multidisciplinary team of experts improved the health-related quality of life and the symptoms of depression and anxiety in patients with moderate and severe COPD	Turkey, Dokuz Eylül University School of Medicine
Souza 등, 2018	50	Rehabilitatio n manual for home use	Total intervention period: 12 weeks Twenty repetitions of each exercise	Verbal recommen dations	Pulmonary function: FEV1 Exercise capacity: 6MWT	The use of a simple, well-illustrated manual facilitated the maintenance of the benefits acquired in out-patient pulmonary rehabilitation over a period of 3 months after study termination	Brazil, Pulmonology clinic of the State University of Rio de Janeiro
Thom 등, 2018	192	Health coaching	Total intervention period: 9 month EG: minimum of 13 phone check-ins over 9 month CG: usual care continued to have visits with their PCP over the course	Usual care	Pulmonary function: FEV1 Exercise capacity: 6MWT	After 9 months, patients in the coached group reported receiving higher quality of care and were less likely to report symptoms of moderate to severe depression, but they did not significantly differ from the usual care group for other outcomes	USA, seven urban public health primary care clinics in San Francisco
Vorrink 등, 2016	121	mHealth intervention; consisted of a smartphone application	Total intervention period: 6 month Based on the individual ability of their patient overtime	Usual care	Exercise capacity: 6MWT	mHealth intervention did not improve or maintain physical activity in patients with COPD after a period of pulmonary rehabilitation.	Netherland, 32 physiotherapy practices
Wang, 2020	154	Nurse-led self-managem ent program	Total intervention period: 12 month	Routine care	Pulmonary function: SGRQ Exercise capacity: 6MWT	the nurse-led self-management program was effective in decreasing hospital readmissions and emergency department visits and improving exercise capacity, health-related quality of life and satisfaction for patients with COPD	China, Hospital of Zunyi Medical University in Guizhou
Zhang 등, 2017	461	PD	Total intervention period: 3 month Ten times-weekly	Usual therapy	Exercise capacity: 6MWT	The PD program was able to improve the activity tolerance level and satisfaction of COPD patients because of its effectiveness.	China, local communities in cities of the 11 research centers

6MWT: six minutes walk test, CG: control group, COPD: chronic obstructive pulmonary disease, EG: experimental group, FEV1: forced expiratory volume in the first second, PCP: primary care provider, PD: pulmonary daoyin, SF-36: short form-36, SGRQ: st george respiratory questionnaire

3. 만성 폐쇄성 폐질환을 위한 호흡운동

이 검토에서는 총 1,039명의 COPD환자가 포함된 6편의 RCT가 선정되었다. 각 연구에서는 BE뿐만 아니라 추가적인 유형의 중재가 포함되었다. 폐 기능을 알아보기 위한 척도는 COPD에 미치는 효과를 알아보고자 포함되었다. 또한, 운동 능력에 대한 효과를 알아보기 위해 6분 보행검사(six minutes walk test; 6MWT)가 포함되었다. 선정된 6편의 연구들에서는 폐 기능과 운동 능력을 제외한 다른 변수들에서도 긍정적인 영향이 있었으나 일반적인 COPD관리 중재가 포함된 대조군과 유사한 결과가 나타난 연구도 포함되었다(표 1)(de Souza 등, 2018; Öztürk 등, 2020; Thom 등, 2018; Vorrink 등, 2016; Wang 등, 2020; Zhang 등, 2017).

4. 폐 기능에 대한 호흡운동의 효과

4편의 RCT연구에서 457명의 COPD환자들이 폐 기능에 대해 평가하였다. 호흡운동을 포함한 자가 관리 중재에 해당하는 실험군에서는 일반적인 COPD관리를 수행한 대조군들에 비해 유의한 개선은 없었다. Random Effects Model을 통해 분석한 결과는 -0.08 ; 95% confidence interval(CI), -0.44 to 0.27 ;

heterogeneity($\chi^2=9.73$, $df=3$, $I^2=69\%$); overall effect($Z=0.45$)이다(그림 4).

5. 운동 능력에 대한 호흡운동의 효과

6편의 RCT연구에서 1,039명의 COPD환자들이 운동 능력에 대해 평가하였다. 호흡운동을 포함한 자가 관리 중재에 해당하는 실험군에서는 일반적인 COPD관리를 수행한 대조군들에 대해 유의한 개선이 나타났다. Random Effects Model을 통해 분석한 결과는 0.37 ; 95% CI, 0.10 to 0.64 ; heterogeneity($\chi^2=19.54$, $df=5$, $I^2=74\%$); overall effect($Z=2.65$)이다(그림 5).

6. 출판 비뚤림(Publication bias)

출판 비뚤림을 알아보기 위해 깔때기 도표(funnel plot)를 이용하여 검정한 결과, 골고루 분포되어 시각적인 대칭성이 확인되었다. 이러한 결과는 비교적 출판 비뚤림이 없는 것을 의미한다(그림 6,7). 또한, 메타분석에 포함된 연구가 10편 이하로 비대칭성의 통계학적 유의성에서 Egger's regression test는 실시하지 않았다.

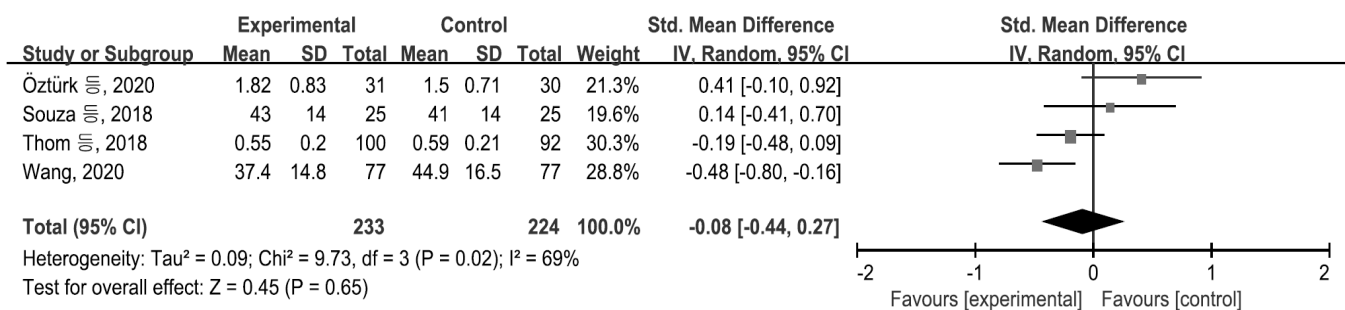


그림 4. 폐 기능에 대한 Forest plot

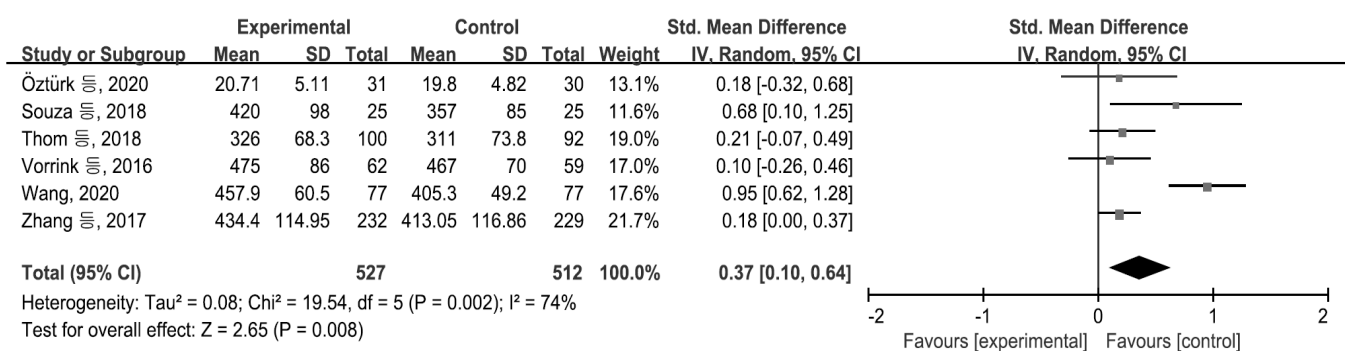


그림 5. 운동 능력에 대한 Forest plot

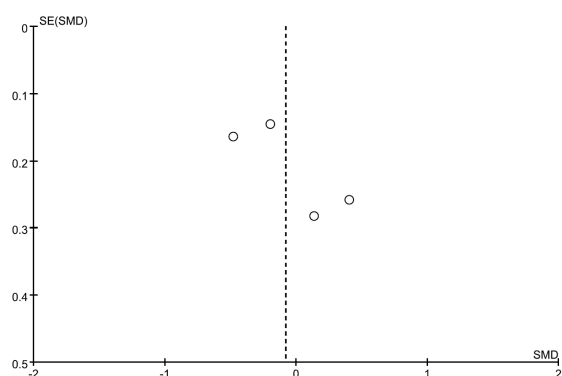


그림 6. 폐 기능 갈때기 도표(funnel plot)

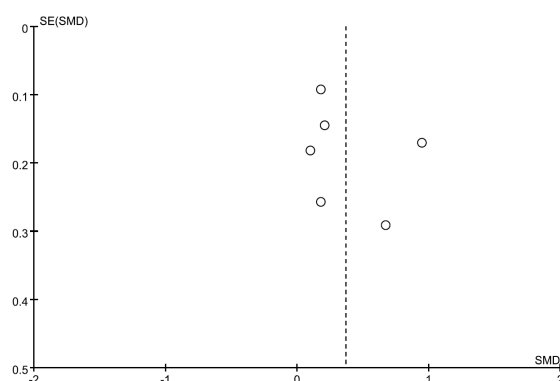


그림 7. 운동 능력 갈때기 도표(funnel plot)

IV. 논 의

이 검토는 COPD환자들에게 자가 관리 호흡운동이 폐 기능과 운동능력에 미치는 효과에 대한 국외 연구들의 5년 이내 최근 동향을 알아보기 위해 수행되었다.

2015년 Cochrane Library에 보고된 만성 폐쇄성 폐질환을 위한 폐 재활에서는 최소 4주간의 운동 훈련을 포함한 폐 재활을 권고한다고 하며, 6MWT 외에도 호흡곤란, 피로, 정서적 기능 등을 포함한 건강과 관련된 삶의 질 영역에서도 유의한 개선이 보였다(McCarthy 등, 2015). 하지만, COPD관리를 위한 지속적인 사회·경제적 부담은 커져감에 따라 자가 관리가 효과적일 수 있다고 권고된다(WHO, 2020).

Li 등(2021)의 검토에서는 COPD를 대상으로 BE를 포함한 중재가 어떠한 기전으로 효과가 촉진 또는 억제되는지에 대해 보고했다. BE는 COPD의 관리에 있어 비용, 시간, 장소에 제한 받지 않고 긍정적인 개선에 효과가 있으나 자가 관리를 위해 BE가 포함된 중재를 수행하기에 자기 관리능력이나 자기 효능감과 같은 핵심요소라고 하였다. 이는 본 연구에서 검토된 Vorrink 등(2016)에서 자신의 휴대전화를 이용하여 호흡중재에 참여한 결과에서 유의한 개선이 보이지 않는 것과 유사한 결과이다. 마찬가지로 검토된 구조화된 자가 관리 교육프로그램(Öztürk 등, 2020), 간단하고 이해하기 쉬운 매뉴얼(de Souza 등, 2018), 건강 코칭(Thom 등, 2018), 간호사가 주도한 자가 관리프로그램(Wang 등, 2020), Pulmonary Daoyin(Zhang 등, 2017)과 같이 COPD환자에게 직접적인 교육이 수행된 중재는 건강관련 삶의 질, COPD의 상태, 만족도 등 다양한 결과변수에서 유의한 개선이 있었다. 하지만, 본 검토에서 폐 기능에는 유의한 개선이 보이지 않던 것과 달리 가정 호흡운동을 수행한 RCT 13편을 검토한 Lu 등(2020)의 연구에서는 운동 능력을 측정한 6MWT에서는 유사한 결과가 도출되었으나 폐 기능을 나타내는 예상

FEV1과 FEV1/FVC의 비율에서 유의한 개선이 나타났다. 이러한 결과는 본 검토에서 다른 자가 관리에 맞춘 호흡운동과는 상이하게 다양한 호흡운동(가로막 호흡, 오므린 입술 호흡, 요가 호흡, 호흡 체조 등)이 선정된 결과로 여겨진다.

본 검토에서는 COPD의 관리에서 폐 기능과 운동 능

력에 대한 자가 관리 호흡운동의 효과를 알아보고자 수행되었다. 제한점으로는 폐 기능과 운동 능력에서 다른 평가도구가 함께 비교되었고 초기검사 후 3개월 시점의 결과만 사용되었다. 추후 연구에서는 호흡운동의 유형에 따른 비교와 기간에 대한 분석과 교육적인 항목이 추가된 연구만을 비교한 분석이 필요하다고 사료된다.

본 연구의 의의로는 사회·경제적 부담을 안고 있는 COPD의 관리에서 상태에 맞는 적절한 호흡운동을 통한 자가 관리의 필요성과 국내의 호흡 물리치료현장에서 치료사에 의한 호흡운동 교육이 포함된 중재개발의 방향을 제시한 것이다.

참고문헌

- 김현영, 이명남. 수술 환자의 불안에 적용한 비약물적 중재의 효과: 체계적 문헌고찰 및 메타분석. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, 26(4);248-259, 2019.
- Alison JA, McKeough ZJ, Johnston K, et al. Australian and New Zealand Pulmonary Rehabilitation Guidelines. *Respirology*, 22(4);800-819, 2017.
- Bolton CE, Bevan-Smith EF, Blakey JD, et al. British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults: accredited by NICE. *Thorax*, 68(Suppl 2);ii1-ii30, 2013.
- Croitoru A, Bogdan MA. Respiratory muscle training in

- pulmonary rehabilitation. *Pneumologia*, 62(3);166-171, 2013.
- de Souza Y, da Silva KM, Condesso D, et al. Use of a home-based manual as part of a pulmonary rehabilitation program. *Respiratory care*, 63(12); 1485-1491, 2018.
- Effing TW, Vercoulen JH, Bourbeau J, et al. Definition of a COPD self-management intervention: International Expert Group consensus. *European Respiratory Journal*, 48(1);46-54, 2016.
- GOLD. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (2020 REPORT). Retrieved from <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINAL-ver1.2-03Dec-19-WMV.pdf>, 2020.
- Li J, Liu W, Ding X, et al. Breathing exercises in people with COPD: A realist review. *Journal of advanced nursing*, 77(4);1698-1715, 2021.
- Lozano R, Naghavi M, Foreman K, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 380(9859);2095-2128, 2012.
- Lu Y, Li P, Li N, et al. Effects of home-based breathing exercises in subjects with COPD. *Respiratory care*, 65(3);377-387, 2020.
- Matarese M, Sferazza S. Self-management for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of evidence-based healthcare*, 14(1);36-38, 2016.
- Mathers CD, Loncar D. Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS medicine*, 3(11);e442, 2006.
- McCarthy B, Casey D, Devane D, et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane database of systematic reviews*(2), 2015.
- O'Donnell DE, Webb KA. The major limitation to exercise performance in COPD is dynamic hyperinflation. *Journal of Applied Physiology*, 105(2);753-755, 2008.
- Oh PJ, Kim YL. Effectiveness of non-pharmacologic interventions in chemotherapy induced peripheral neuropathy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 48(2);123-142, 2018.
- Öztürk BÖ, Alpaydın AÖ, Özalevli S, et al. Self-Management Training in Chronic Obstructive Lung Disease Improves the Quality of Life. *Turkish Thoracic Journal*, 21(4);266, 2020.
- Saracoglu I, Arik MI, Afsar E, et al. The effectiveness of pain neuroscience education combined with manual therapy and home exercise for chronic low back pain: A single-blind randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory Practice*, 1-11, 2020.
- Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American journal of respiratory critical care medicine*, 188(8);e13-e64, 2013.
- Thom DH, Willard-Grace R, Tsao S, et al. Randomized controlled trial of health coaching for vulnerable patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Annals of the American Thoracic Society*, 15(10); 1159-1168, 2018.
- Vorriink SN, Kort HS, Troosters T, et al. Efficacy of an mHealth intervention to stimulate physical activity in COPD patients after pulmonary rehabilitation. *European Respiratory Journal*, 48(4);1019-1029, 2016.
- Wang LH, Zhao Y, Chen L Y, et al. The effect of a nurse-led self-management program on outcomes of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *The clinical respiratory journal*, 14(2);148-157, 2020.
- WHO. Burden of COPD. World Health Organization, 2020.
- Zhang HL, Li JS, Yu XQ, et al. An evaluation of activity tolerance, patient-reported outcomes and satisfaction with the effectiveness of pulmonary daoyin on patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 12, 2333, 2017.