

뇌성마비 아동에게 적용된 흡기근 훈련의 효과: 체계적 고찰

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2024.12.3.33>

대한심장호흡물리치료학회지 제12권 제3호 2024.11. PP.33~39

■ 김민규, 양희송, 정찬주, 강효정, 유영대*

■ 청암대학교 물리치료학과

Effects of Inspiratory Muscle Training on Children with Cerebral Palsy : A Systematic Review

Min-Kyu Kim PT, MS, Hoe-song Yang PT, PhD, Chan-Joo Jeong PT, PhD, Hyo-Jung Kang PT, PhD, Young-Dae Yoo PT, PhD

Department of Physical Therapy, Cheongam College

Purpose : This study aimed to analyze the effectiveness of inspiratory muscle training (IMT) for patients with cerebral palsy based on domestic and international studies conducted over the past 10 years (2014–2024). **Methods** : Published articles on IMT for stroke were searched electronically in the databases of RISS, PubMed, Science ON, and KISS. Twelve studies were selected according to the PRISMA guidelines, and they used Jeong's qualitative evaluation criteria when referring to the checklist presented by the Scottish Intercollegiate Guideline Network. **Results** : Seven studies met the study criteria. In the qualitative evaluation, four studies scored 8 out of 10 points, and three scored between 6 and 7 points. Intervention sessions were conducted between 20 and 30 min, each at a frequency of between 2 and 7 sessions per week, for a total of between 4 and 8 weeks. IMT was effective in improving respiratory function, physical activity, and respiratory muscle function in patients with cerebral palsy. **Conclusion** : The results revealed IMT improves respiratory function, physical activity, and respiratory muscle function in patients with cerebral palsy.

Key words : Cerebral palsy, Inspiratory muscle training, Pulmonary function, Physical function

Received: July 1, 2024 / **Revised**: July 21, 2024 / **Accepted**: July 23, 2024

I. 서론

뇌성마비(cerebral palsy, CP)는 뇌손상으로 인하여 근 긴장도 조절이 어렵고 운동장애를 일으키면서 운동장애 뿐만 아니라 학습, 인지, 언어 그리고 더 복잡한 행동능력에서 장애를 보여 감각장애, 시각장애, 언어장애, 정신지체, 정서장애 등의 중복 장애를 수반하는 질환이다(Kim, 2021). 뇌성마비 아동은 태내에서의 경험 부족과 발달지연으로 근위부 근육의 동시 수축이 이루어지지 않아 체간 안정성이 부족하다(Nicholson 등, 2001). 이로 인해 사지의 수의적 움직임이 어려워지고 특히 복근의 약화는 정상발달을 위한 기능적 어려움 뿐만 아니라 호흡기능의 문제를 야기한다(Jeon, 2007).

뇌성마비 아동의 호흡근육 약화는 가슴우리 확장을 어렵게 하며, 폐포 환기의 효율성 감소, 호흡 곤란 등의 문제를 야기하여 호흡부전 발생의 위험을 높인다(Gkaraveli 등, 2019). 이러한 신경근 손상과 가슴우리의 생체역학적 부전은 호흡기능이 감소하는 원인이 되고, 효율적인 보행과 기능적 활동에 필요한 유산소

능력의 감소는 청소년기 성장과 발육에 부정적 영향을 미친다(Kwon과 Lee, 2013). 또한, 뇌성마비 아동의 호흡기능은 보행을 포함하는 신체적 기능을 향상시키기 위한 필수요소이다(Keles 등, 2018).

뇌성마비 아동의 호흡은 유아때부터 매우 빠르고 불규칙한 경향을 보인다(정진자, 1998). 이러한 불규칙 호흡으로 인하여 구강과 비강이 분리되지 않는 이상호흡 패턴을 방치할 경우, 아동기가 되어서도 그 상태가 지속되어 폐활량이 적고 비정상적 근육운동이 고착화 될수 있다(이승하, 2021). 이러한 뇌성마비 아동의 호흡 문제는 비정상적인 자세 긴장도, 반사 및 잘못된 운동 패턴에 의해 발생한다(전병운과 서정은, 2007).

뇌성마비 아동이 성장하면서 머리, 목, 어깨어깨 등이 비정상적으로 불안정하게 발달하면 어깨올라감, 배곧은근의 위치변화와 같은 비정상적인 자세를 갖게 되며, 이러한 자세는 흡기시 가로막을 당기고 가슴우리를 안정화 시키는 근육들의 활동을 제한하는 결과를 초래한다(주정열과 신형수, 2010). 또한, 비정상적인 패턴에 의한 호흡은 호흡 근육의 단축과 늑골척추관절의

교신저자: 유영대

주소: 57997 전라남도 순천시 녹색로 1641 물리치료학과, 전화: 061-740-7333, E-mail: ptyoo@hanmail.net

경직으로 가슴의 이동성을 더욱 제한하게 된다(Erosoz 등, 2006). 하지만 Erosoz(2006) 등은 연구를 통해 최대노력의 흡기와 호기를 이용한 흉곽확장 운동이 늑골척추관절의 경직과 호흡근육의 단축을 예방하는데 효과가 있음을 보고하였다. 이는 호흡기능뿐 아니라 이동능력을 포함한 신체기능에 영향을 주게 되므로 뇌성마비 아동에 대한 호흡 물리치료는 중요한 의미를 지닌다(주정열과 신형수, 2010). 특히 흡기근의 기능은 호흡기능 뿐 아니라 몸통조절능력, 기능적 보행능력 및 지구력과 같은 신체활동 능력과 관련이 있다(Teixeira-Salmel 등, 2005). 때문에 중추신경계 환자의 흡기근 훈련에 대한 필요성은 여러 연구를 통해 강조되어 왔다.

흡기근(inspiratory muscle)은 구조적 기능적으로 뼈대근에 속하여 다른 근육들이 훈련을 통해 강화되는 것처럼 흡기근도 훈련되어야 한다(Pollock 등, 2013). 흡기근의 기능을 개선하기 위해서는 근력을 증가시켜야 하고, 가로막을 포함한 흡기근의 근력증가를 위해서는 적절한 생리적 부하가 훈련에 사용되어야 한다(Battaglia 등, 2009). 흡기근 훈련(inspiratory muscle training)은 호흡기능의 개선을 목적으로 하며, 가로막과 바깥갈비사이근에 하중을 적용하여 근력과 근지구력을 향상시키는 직접적인 중재 방법이다(Petrovic 등, 2009). 흡기는 주로 가로막(diaphragm)이 75%를 담당하며, 바깥갈비사이근(external intercostal muscle)이 추가적인 역할을 담당한다(Macklem 등, 1978). 이전 연구자들은 뇌성마비 아동에게 흉곽 확장과 흡기근 근력 강화 운동을 포함한 집중적인 호흡재활운동이 흉곽 움직임과 호흡기능의 악화를 방지하며(Erosoz 등, 2006), 흡기근의 근력을 증가시킬 수 있고 마비된 가로막 움직임도 향상시킬 수 있다고

보고하였다(Kodric 등, 2013). 또한, 흡기근 훈련이 뇌성마비 아동의 몸통 조절, 일상생활동작, 기능적 운동능력 및 삶의 질을 개선 하여 흡기근 훈련의 필요성이 제기되었다(Keles 등, 2018).

뇌성마비 아동을 대상으로 흡기근 강화 훈련을 시행한 선행 연구에서는 흡기근력, 호흡기능 뿐 아니라 몸통의 안정성, 균형능력, 신체 기능 등에 미치는 효과에 대해 보고 하였다. 또한 최근에는 국내에서도 뇌성마비 환자를 대상으로 한 흡기근 훈련에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 긍정적인 효과도 보고되고 있다. 하지만 체계적 고찰 논문은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 최근 10년간 뇌성마비 아동을 대상으로 한 흡기근 훈련의 국내외 연구 동향을 분석하여 정리함으로써, 국내외 선행연구의 중재 방법에 따른 효과를 비교 분석함으로써 흡기 프로그램의 표준화된 중재 프로그램의 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 뇌성마비 아동을 대상으로 한 흡기근 훈련의 효과를 비교 분석하고 파악하기 위해 문헌을 검색하고 체계적으로 분석한 문헌고찰 연구이다.

2. 자료 수집 방법

본 연구는 2024년 3월부터 시작하여 뇌성마비 아동을 대상으로 한 흡기근 훈련의 효과를 비교 분석하기 위해 RISS, PUBMED, SCIENCE ON, KISS를 이용하여 2014년~2024년 사이의 자료를 수집하였다. 주요 검색어는 Mesh Word 검색을 통해 뇌성마비(cerebral palsy)와 흡기근 훈련(inspiratory muscle training)을 선정하여 사용 검색하였다. 그 결과 총 74개의 논문이 검색되었다. 5명의 연구자가 중복된 논문을 제외한 결과 42개의 논문을 선정하였고, 포함 및 배제기준에 근거하여 27개의 연구를 선정하였으며, 최종적으로 주제에 부적합한 논문을 제외한 총 7편이 선정되었다(그림 1).

포함기준 및 배제기준은 다음과 같다.

1) 포함기준

- ① 연구대상자가 뇌성마비 환자인 연구
- ② 최근 10년 이내의 논문
- ③ 국내외 학위 논문 및 학술지에 게재된 논문
- ④ 실험군이 5명 이상인 실험논문
- ⑤ 흡기근 훈련의 효과에 대한 내용인 논문

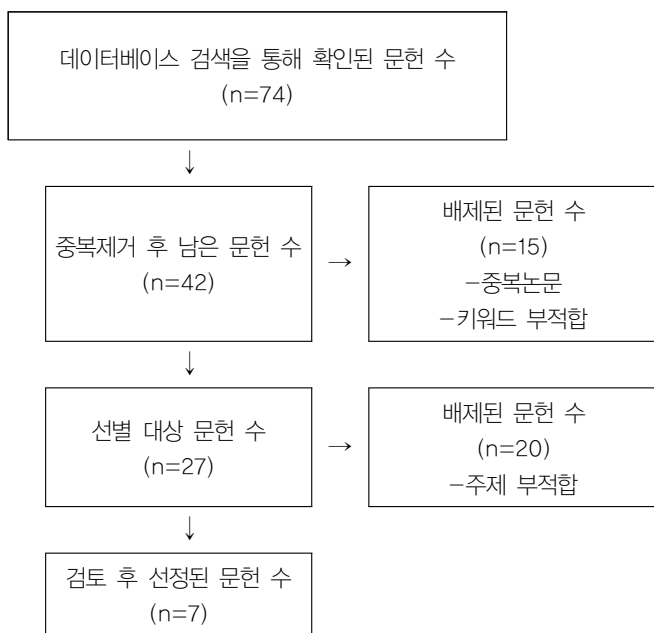


그림 1. 논문의 선정과정

2) 배제기준

- ① 대상자에 뇌성마비 이외 질환이 포함된 논문
- ② 리뷰논문(체계적 고찰 등)

3. 대상 연구의 근거에 대한 질적 수준

본 연구는 대상자 수, 발병 기간, 성별, 연령 등과 같은 연구 대상의 일반적인 특성화 중재 특성 및 방법과 결과 등에 관한 연구 특성을 체계적으로 분석하였다. 이후 최종적으로 선정된 7 편의 논문에 대한 질적 평가를 위해 5명의 연구자가 Scottish Intercollegiate Guideline Network(2013)에서 제시한 체크리스트를 참고하여 Jeong(2013)의 질적 평가 기준을 사용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 논문의 질적 분석

체계적 문헌고찰 대상으로 선정된 7편의 연구에 대한 문헌평가를 실시한 결과 연구 설계의 경우 7편 모두 연구의 목적, 설계 방법이 잘 기술되어 있었으며, 7편 중 6편이 대상자를 무작위 할당하였으며, 1편은 대상자의 기능에 따라 분류하였다. 맹검법을 사용한 논문은 3편이었으며, 대상자 선정기준을 7편 모두 명시되었다. 7편 중 표본의 크기를 계산에 의해 정하였다고 명시한

연구는 3편이며, 대상자의 중도탈락률이 20%를 넘은 논문은 없었다. 7편 중 1편의 연구에서만 측정 도구의 신뢰도가 명시되었다. 7편 모두 적절한 통계적 분석방법이 적용되었다. 모두 임상적 관련성이 있는 것으로 나타났다. 이상의 평가내용을 종합한 결과 10점 만점에 9점인 연구가 1편, 8점인 연구가 3편, 7점인 연구가 2편, 6점인 연구가 1편이었다(표 1).

2. 중재방법에 따른 분석

선정된 총 7편의 논문 중 7편 모두 추가적인 중재(가상현실 호흡훈련, 감각운동 물리치료, 인센티브 폐활량계 운동, 체계, 바이오드백훈련, 일상적인 물리치료)를 병행하여 시행하였다. 중재 기간은 1회당 15-30분, 1주일에 2-7회의 빈도로 중재를 실시하였으며, 4-8주간 시행한 것으로 조사되었다. 연구기간 동안 적용한 중재의 총 시행 횟수는 평균 33회로 최소 18회에서 최대 56회의 범위 내에서 시행되었다(표 1).

3. 연구에 사용된 종속변수에 따른 분석

선정된 총 7편의 논문 중 가장 많은 종속 변수는 호흡기능과 호흡근력이 있고, 두 번째로 많은 종속변수는 신체기능에 해당하는 변수이며, 그 밖에 대동작기능, 일상생활 동작, 삶의 질 등을 종속변수로 사용하였다. 폐 기능 및 호흡근력의 변수로는 최대흡기압(MIP), 최대호기압(MEP), 강제폐활량(FVC), 1초 강제호

표 1. 질적 평가 결과

Author (Year)	Research design	Participants					Intervent-i on site more than 2	Measure- ment Reli- -ability	Analysis Appro- -priate	Result clinically relevant	Score (total"Y")
		Random allocation	Blinding	Inclusion Criteria	Sample size: clearly formulated	Drop out: less than 20%					
Rajesh (2024)	Y	Y	N	Y	N	Y(0.0)	N	N	Y	Y	6
Kepenek (2022)	Y	Y	N	Y	Y	Y(0.0)	N	N	Y	Y	7
Anand (2021)	Y	Y	Y	Y	N	Y(2.5)	Y	N	Y	Y	8
Keles (2018)	Y	Y	Y	Y	Y	Y(10.7)	Y	N	Y	Y	9
Choi JY (2016)	Y	Y	N	Y	N	Y(4.0)	Y	Y	Y	Y	8
Lee HY (2014)	Y	N	Y	Y	N	Y(8.0)	Y	N	Y	Y	7
Lee HY (2014)	Y	Y	N	Y	Y	Y(9.1)	Y	N	Y	Y	8

표 2. 호흡 기능에 미치는 영향

저자 (연도)	대상자	운동 프로그램 (운동기구)	중재기간	종속변수	결과 값
Rajesh (2024)	EG=16 CG=16	EG: VRBT CG: IST	25분/1회 5회/1주 6주간	FVC FEV1 FVC/FEV1 PEF	두 그룹 모두 호흡 기능이 향상됨. PEF 값을 제외한 모든 변수에서 EG이 CG에 비해 유의하게 향상됨.
Kepenek (2022)	EG=15 CG=15	EG: CE CG: CE+IMT (MIP의 30%)	30분/1회 7회/1주 8주간	FVC FEV1 PEF MIP MEP	EG이 CG에 비해 MIP, MEP 값이 유의하게 향상됨.
Anand (2021)	EG=20 CG=19	EG: IMT(15m) +SMPT CG: SMPT(45m)	15분/1회 3회/1주 6주간	MIP MEP FEV1 FVC PEF	PEF를 제외한 모든 변수에서 그룹 간 유의한 차이가 없음.
Kekes (2018)	EG=13 CG=12	EG: MIP의 30% CG: MIP의 5%	30분/1회 7회/1주 6주간	FVC FEV1 PEF MIP MEP	EG에서 CG 보다 PEF, RMS, ADL, Functionoal ability에서 유의하게 향상됨. 그룹 간 호흡기능에서는 유의한 차이가 없었다.
Choi JY (2016)	EG=25 CG=23	EG: ISE+CE CG: CE	10세션/1일 7회/1주 4주간	FVC FEV1/FVC PEF	EG에서 FVC, FEV1, PEF가 유의하게 향상됨. CG에서는 모든 변수에서 유의한 효과가 없음. FVC, FEV1에서 그룹 간 유의한 차이를 보임.
Lee HY (2014)	IWG=12 NWG=11	IWG: FRT NWG: FRT	30분/1회 7회/1주 4주간	MIP MEP FVC FEV1 FVC	NWG에서 MIP, MEP, FVC 값이 유의하게 향상 됨.
Lee HY (2014)	EG=11 CG=11	EG: FRT(15m)+CE CG: CE(30m)	15분/1회 7회/1주 4주간	FVC FEV1 PEF	EG에서 FVC, FEV1에서 유의하게 향상됨 CG에서는 호흡기능에 유의한 변화 없음.

EG: experimental group, CG: control group, IWG: independent walking group, NWG: non-independent walking group, CE: conventional exercise, IMT: inspiratory muscle training, VRBT: virtual reality breathing training, IST: incentive spirometry training, SMT: sensory motor physical therapy, ISE: incentive spirometry exercise, FRT: feedback respiratory training, FVC: forced vital capacity, FEV1: 1 second forced expiratory volume, PEF: peak expiratory flow, MIP: maximal inspiratory pressure, MEP: maximal expiratory pressure,

기량(FEV1), 최대호기량(PEF), 폐활량(VC), 1회 호흡량, 흡기 예비량(IRV), 호기예비량(ERV) 등이 있었다. 신체기능 변수로는 자세조절 및 균형, 몸통조절, 6분 보행검사(6 minutes walk test; 6MWT), 기능적 운동 능력이 있었다(표 1, 2, 3).

4. 뇌성마비 아동의 특성에 따른 분석

선정된 총 7편의 논문 모두 강직형 CP 아동을 대상으로 증재를 시행하였으며, 7편의 연구에서 편측성, 양측마비, 이중마비, 사지마비를 모두 대상에 포함하여 연구를 진행했다. 7편 중 운동 이상증과 운동실조 유형의 아동을 대상으로 연구를 시행한 연구는 1편이었다(Anand 등, 2021).

표 3. 신체 기능에 미치는 영향

저자 (연도)	대상자	운동 프로그램 (운동기구)	중재기간	종속변수	결과값
Kepenek (2022)	EG=15 CG=15	EG: CE CG: CE+IMT (MIP의 30%)	30분/1회 7회/1주 8주간	Balance 6MWT	그룹 간 호흡, 균형 및 6MWT에서 유의한 차이가 없음.
Anand (2021)	EG=20 CG=19	EG: IMT(15m) +SMPT CG: SMPT(45m)	15분/1회 3회/1주 6주간	6MWT	6MWT에서 그룹 간 유의한 차이가 없음.
Keles (2018)	EG=13 CG=12	EG: MIP의 30% CG: MIP의 5%	30분/1회 7회/1주 6주간	Trunk control ADL QOL	EG에서 CG 보다 ADL, Functionoal ability에서 유의하게 향상됨.
Choi JY (2016)	EG=25 CG=23	EG: ISE+CE CG: CE	10세션/1일 7회/1주 4주간	GMFM-66	두 그룹 모두 GMFM 점수가 향상됨. 그룹 간 차이는 유의하지 않음.

EG: experimental group, CG: control group, CE: conventional exercise, IMT: inspiratory muscle training, ISE: incentive spirometry exercise, SMPT: sensory motor physical therapy, 6MWT: six minute walking test, GMFM: gross motor function measure, MIP: maximal inspiratory pressure, ADL: activity of daily living QOL: quality of life

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 뇌성마비 아동을 대상으로 흡기근 프로그램의 현 상태를 알아보고 국내외 최근 10년 이내 실시된 연구의 체계적 분석 결과를 바탕으로 표준화된 중재 프로그램의 기초 자료를 제공하기 위함이다.

본 연구는 국내외 데이터베이스 검색결과 74건의 문헌 중 선정 기준을 적용하여 선정된 최종 7편의 문헌을 고찰을 통해 흡기근 운동프로그램의 효과를 분석하고 연구 현황을 파악하였다. 7편의 연구 국내 학술지 논문 1편, 국외 학술지 논문 6편이었다.

선정된 논문 7편의 질적 평가 결과 7편 중 6편이 대상자를 무작위 할당하였다고 하며, 1편은 대상자의 기능에 따라 분류하였다. 하지만 맹검법을 사용한 연구는 3편이었고, 또한 평가도구의 신뢰도를 명시한 논문은 2편으로 조사되었다. 선정된 7편의 연구를 확인한 결과 질적으로 높은 수준의 연구는 4편이었고, 중간 수준의 연구는 3편으로 연구의 질적 평가에는 제한적인 부분이 있었다. 따라서 추후에 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 연구 설계를 강화하여 논문의 질적인 관리를 위한 관심이 필요하다.

본 연구에 선정된 7편의 논문은 중재기간이 1회당 15-30분, 1주일에 2-7회의 빈도로 중재를 실시하며, 4-8주간 시행되는 것으로 조사되었다. 연구 기간 동안 적용한 중재의 총 시행 횟수는 평균 33회로 시행되었다. 체계적 고찰 및 메타분석을 시행한 선행연구에서는 뇌졸중 환자에게 시행한 호흡 훈련이 1회 30분, 주 3-5회, 평균 5-6주 시행했을 때 호흡근의 기능에 효과가 있다고 보고 하였다(유영대 등, 2021). 따라서 본 연구의 결과를 통해

조사된 중재기간은 선행연구의 결과와 일치하지 않는다.

흡기근 훈련 프로그램은 폐 기능, 신체적 기능, 호흡근 기능에서 효과를 검증하였다. 폐 기능에서의 효과를 검증한 연구가 총 7건으로 종속변수중 총 FVC 값을 평가한 연구가 7건, FEV1은 7건, PEF는 6건, MIP는 4건, MEP는 4건으로 조사되었다. 7편의 연구 중 5편은 흡기근 훈련이 뇌성마비 아동의 폐기능 개선에 긍정적인 효과를 보였다. 하지만 Anand 등(2021)의 연구에서는 MIP, FVC 값이 중재 후 유의한 차이가 없었고, Gkaraveli 등(2019)의 연구에서도 FEV1, FVC 값이 중재 후 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 대상자가 학령기 아동으로 수업에 참여하는 동안 중재를 쉬었으며, 훈련이 단조로워 흥미를 갖지 않았기 때문으로 보고하였다. 따라서 지속적인 관리와 격려 그리고 흥미를 유발할 수 있는 전략이 필요해 보인다. 이를 제외한 폐 기능 매개변수와 관련하여 본 연구의 결과는 뇌성마비 환자에서 흡기근 훈련이 폐 기능의 개선에 긍정적인 효과를 보였다. 이러한 결과는 선행연구의 결과와 일치한다(유영대 등, 2021). 뇌졸중 환자의 폐용적감소, 공기흐름 및 환기패턴의 제한이 복부 근육과 가로막의 기능장애에 따른 호흡근력의 감소에 의한 결과이기 때문에 흡기근의 강화 훈련은 폐기능을 개선하는데 중요한 중재라 할 수 있다(Pollock 등, 2013; Tomozak 등, 2008).

신체기능을 다룬 연구는 4편이며, 뇌성마비 아동에게 적용된 호흡훈련의 효과로 호흡능력 뿐만 아니라 몸통 안정성, 균형능력 및 지구력 향상으로 기능제한이 개선되어 일상생활 활동에 긍정적인 영향을 끼친다고 하였다(Lee와 Kim, 2014). 신체기능을 매개로한 모든 변수가 유의한 효과를 보였다. 본 연구의 결과는

흡기근 훈련이 균형과 보행을 비롯한 운동능력의 개선에 긍정적 효과가 있음을 보여주었다.

흡기근 훈련에 관한 여러 연구들을 비교한 결과 7편 중 6편은 호흡 훈련과 일반적인 물리치료를 병행한 연구였고 그 중 총 5편이 호흡기능 향상에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. McConnell과 Romer(2004)는 흡기근 훈련이 속갈비사이근과 바깥갈비사이근을 포함한 호흡근육의 Type 1 근섬유를 증가시키고, 호흡근의 피로에 대한 저항력과 지구력을 향상시킴으로써 활동 능력을 증가시킨다고 하였다. 또한 Kepenek(2022)은 호흡근 훈련 후 6MWT 보행 거리가 통계적으로 유의미하게 증가하였으며, 호흡근 훈련을 병행하여 시행한 중재가 운동만 시행한 중재보다 보행거리를 증가시켰다. 따라서 흡기근 훈련이 6분 보행의 향상에 영향을 미쳐 운동 수행 능력을 향상시킨 것으로 볼 수 있다. 따라서 일반적인 물리치료만 적용한 대조군보다 호흡훈련을 병행한 중재가 뇌성마비 환자의 호흡기능과 더불어 보행 기능에 긍정적 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 본 주제로 진행된 연구의 수가 적어 연구 결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 흡기근 훈련의 효과를 극대화할 수 있는 다른 임상연구가 계속되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 뇌성마비 아동을 대상으로 한 흡기근 훈련의 국내외 연구동향을 분석하여 정리하고 국내외 선행연구들의 중재방법에 따른 효과를 비교 분석함으로써 흡기근 훈련 프로그램에 따른 효과와 표준화된 중재 프로그램의 기초자료로 활용하고자 하였다. 뇌성마비 아동에게 흡기근 훈련을 적용한 연구를 검색과정을 거쳐 선정기준을 적용하여 선정된 74편의 논문 중 7편의 논문을 선정하여 질적 평가를 시행한 결과 가상현실 호흡훈련, 바이오피드백 훈련, 균형 및 보행 훈련, 일상적 물리치료(스트레칭, 근력운동, 기능운동), 인센티브 폐활량계 운동을 평균 33회 시행하여 7편의 논문에서 폐 기능, 신체기능에 대한 효과가 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

전병운, 서정은. 호흡 및 구강운동훈련이 경직형 뇌성마비아동의 자음정확도와 발성 호기 시간에 미치는 효과. 지체. 중복. 건강장애연구, 49;135-160, 2007.

주정열, 신형수. 호흡근 강화운동이 경직형 뇌성마비 아동의 호흡 능력 및 발성에 미치는 영향. Korean Journal of Sport Biomechanics, 20(3);285-292, 2010.

유영대, 양희송, 정찬주, 등. 뇌졸중 환자에게 적용된 흡기근 훈련

에 관한 국내 연구 동향 분석: 체계적 고찰. 대한심장호흡 물리치료학회지, 9(2);13-20, 2021.

이승하. 뇌성마비 아동의 흡기 근육 중심 호흡 강화 훈련이 체간 조절과 대동작기능에 미치는 영향. 단국대학교 특수교육 대학원, 석사학위 논문, 2021.

정진자. The effect of oral motor training on language ability in children with cerebral palsy. Journal of Speech & Hearing Disorders, 7(2);27-46, 1998.

Anand B, Karthikbabu S. Effects of additional inspiratory muscle training on mobility capacity and respiratory strength for school-children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Brazilian Journal of Physical Therapy, 25(6);891- 899, 2021.

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. Archives of physical medicine and rehabilitation, 90(6);913-918, 2009.

Choi JY, Rha DW, Park ES. Change in pulmonary function after incentive spirometer exercise in children with spastic cerebral palsy: a randomized controlled study. Yonsei Medical Journal, 57(3);769-775, 2016.

Ersöz M, Selcuk B, Gündüz R, et al. Decreased chest mobility in children with spastic cerebral palsy. The Turkish journal of pediatrics, 48(4);344-350, 2006.

Gkaraveli M, Skordilis E, Grammatopoulou E, et al. The effect of inspiratory muscle training on respiratory pressure, pulmonary function and walking ability in preschool children with cerebral palsy. Ann Physiother Clin, 2(1);1010, 2019.

Jeon SC. Respiratory muscle strength and cough capacity in patients with amyotrophic lateral sclerosis. Master's degree. Yonsei University, 2007.

Jeong SH. Systematic review of the literatures on music intervention for neurological patients in korea. Journal of Korean Biological Nursing Science, 15(2);65-73, 2013.

Keles MN, Elbasan B, Apaydin U, et al. Effects of inspiratory muscle training in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Brazilian journal of physical therapy, 22(6);493-501, 2018.

Kepenek-Varol B, Gürses HN, İçağasioğlu DF. Effects of

- inspiratory muscle and balance training in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Developmental neurorehabilitation*, 25(1);1-9, 2022.
- Kim JH. The effect of motor learning in children with cerebral palsy: A systemic review. *Journal of Korean Physical Therapy Science*, 28(1);33-45, 2021.
- Kodric M, Trevisan R, Torregiani C, et al. Inspiratory muscle training for diaphragm dysfunction after cardiac surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 145(3);819-823, 2013.
- Kwon YH, Lee HY. Differences of respiratory function in children with spastic diplegic and hemiplegic cerebral palsy, compared with normally developed children. *Journal of pediatric rehabilitation medicine*, 6(2);113-117, 2013.
- Lee HY, Cha YJ, Kim K. The effect of feedback respiratory training on pulmonary function of children with cerebral palsy: a randomized controlled preliminary report. *Clinical rehabilitation*, 28(10);965-971, 2014.
- Lee HY, Kim K. Can walking ability enhance the effectiveness of breathing exercise in children with spastic cerebral palsy?. *Journal of physical therapy science*, 26(4);539-542, 2014.
- Macklem PT, Gross D, Grassino GA, et al. Partitioning of inspiratory pressure swings between diaphragm and intercostal/accessory muscles. *Journal of Applied Physiology*, 44(2);200-208, 1978.
- McConnell AK, Romer LM. Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International journal of sports medicine*, 25(04);284-293, 2004.
- Nicholson JH, Morton RE, Attfield S, et al. Assessment of upper-limb function and movement in children with cerebral palsy wearing lycra garments. *Developmental medicine and child neurology*, 43(6);384-391, 2001.
- Petrovic M, Lahrman H, Pohl W, et al. Idiopathic diaphragmatic paralysis-Satisfactory improvement of inspiratory muscle function by inspiratory muscle training. *Respiratory physiology & neurobiology*, 165(2-3);266-267, 2009.
- Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, et al. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *International Journal of Stroke*, 8(2);124-130, 2013.
- Rajesh S, Kannappan V, Kanna BS, et al. Comparing the Effects of Virtual Reality Breathing Exercise and Incentive Spirometry Exercise on Improving Pulmonary Function in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy. *Cureus*, 16(4), 2024.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(10);1974-1978, 2005.
- Tomczak CR, Jelani A, Haennel RG, et al. Cardiac reserve and pulmonary gas exchange kinetics in patients with stroke. *Stroke*, 39(11);3102-3106, 2008.

