

가슴우리 확장운동이 가슴우리 확장정도, 호흡기능 및 기능적 활동에 미치는 효과: 체계적 문헌 고찰

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2022.10.1.41>

대한심장호흡물리치료학회지 제10권 제1호 2022.6. PP.41-46

■ 이지연¹, 전정우², 김진섭^{3*}

■¹천안재활병원, ²최재활의학과의원, ³선문대학교 물리치료학과

Effects of the Chest Expansion Exercise on Chest Expansion, Respiratory Function and Functional Activity: A Systematic Review Ji-Yeon Lee PT, PhD¹, Jeong-Woo Jeon PT, PhD², Jin-Seop Kim PT, PhD^{3*}

¹CheonAhn Rehabilitation Hospital

²Dr. Choi's Rehab & Pain Clinic

³Department of Physical Therapy, Sun Moon University

Purpose: The study aimed to analyze the effect of chest-expansion exercise studies on chest expansion, respiratory function, and functional activity over the past 8 years (2015–2022). **Methods:** Previous studies were electronically searched using the PubMed, PEDro, KISS, and RISS4U databases. A total of five studies were selected according to the PRISMA guidelines, and the PEDro scale was used for the qualitative analysis. **Results:** Five studies met the criteria. Two studies scored 6 of 10 and three scored 5. Four studies had an intervention of 20 and 30 min, each at a frequency of 4–5 times per week, for a total of 4–8 weeks, except for one study that performed 20 min of intervention at a time, which demonstrated an immediate effect. The results indicated that chest-expansion exercises effectively improved chest expansion, respiratory function, and functional activity. **Conclusion:** Chest-expansion exercises exert positive effects on chest expansion, respiratory function, and functional activity.

Key words: chest expansion, chest expansion resistance, functional activities, respiratory function, review

Received: May 30, 2022 / **Revised:** June 14, 2022 / **Accepted:** June 20, 2022

I. 서론

호흡근의 기능저하는 호흡 보조근육의 과다사용을 유발하고 자세의 긴장성을 증가시킨다. 이러한 긴장성 증가는 근육의 뻣뻣함을 유발시켜 만성적인 통증, 운동능력 감소, 유연성 감소 등 부정적인 영향을 미치게 된다(Peno-Green 등, 2009). 이러한 변화는 호흡근에 부담을 가중시켜 평상 시 호흡에 사용되는 에너지를 증가시켜 기능적 활동을 어렵게 하는 원인이 된다(Janssens 등, 2019). 가슴우리의 변화는 폐의 유순도 감소뿐 아니라 가로막 만곡의 변형을 가져오며 가로막의 수축력 감소를 일으킨다(Teixeira-Salmela 등, 2005; Janssens 등, 2019). 장시간 이러한 상태가 지속되면 근육이 섬유화가 되고 가슴우리 조직의 단축이 일어나며, 폐 내부에서도 무기폐가 발생되어 폐의 실질적 환기 능력도 감소될 수 있다(Estienne 등, 1993).

초고령화 사회가 다가오면서 노인인구 비중은 증가하고, 노령

화로 인한 근육의 약증, 우둔한 움직임으로 인한 침상안정 그리고 교통사고, 낙상, 화상, 골절, 만성퇴행성 질환, 뇌졸중 등의 신체적 변화가 발생한다. 이에 따라 호흡기능이 감소된 대상자들을 위한 호흡 중재 연구가 필요하다. 호흡 훈련의 중요성은 증대되어 질병으로부터 완전한 회복 이전에 질병으로부터 초래되는 장애를 최소화하고 예방하는데 의의를 가진다(Han, 2003; Lee & Hwang-bo, 2015). 다양한 호흡훈련 중 가슴우리 확장운동은 심호흡과 몸통이나 팔다리의 능동적인 움직임과 결합된 전신운동으로 흡기의 깊이나 호기를 보강 또는 강화하는 운동으로 갈비뼈 간의 가동성을 증진시키고 뻣뻣한 결합조직을 이완시켜 호흡근 기능을 증진시키기 위해 사용된다(Dean & Frownfelter, 2006; Cabral 등, 2017).

호흡기능이 감소된 환자들에게 폐와 가슴우리의 확장은 호흡기능을 개선시킨다고 보고하였다(Nishino 등, 2012). 만성폐쇄성 폐 질환 환자를 대상으로 가슴우리 확장 운동을 실시한 이전의

교신저자: 김진섭

주소: 31460 충남 아산시 탕정로 선문대학교 보건의료관 110호, E-mail: skylove3373@sunmoon.ac.kr

연구결과에 따르면, 폐 기능과 호흡곤란 수준, 가슴우리 확장 정도에서 유의하게 향상이 되었다고 보고되었다(Leclarungrayub 등, 2009). 가슴우리 확장운동은 가로막과 더불어 중요 호흡근의 근력을 증진시키고 가슴우리의 가동범위를 증진시킴으로써 최대 흡기압과 최대 호기압의 증진 등 호흡기능 향상을 목적으로 하는 운동으로(Adler 등, 2014), 호흡기능 향상에 매우 효과적인 중재 방법이라고 하였다(Seo 등, 2013).

최근 호흡재활에 대한 관심이 증가하면서 호흡근 훈련에 대한 연구들이 많이 이루어지고 있으며, 그에 대한 효과가 보고되고 있다. 하지만 호흡 훈련 중 하나로 가슴우리 확장운동에 대한 체계적 고찰논문은 제한적이다. 따라서 본 연구는 최근 8년간 호흡중재가 필요한 대상자를 대상으로 한 가슴우리 확장운동의 연구동향을 분석하여 정리하고, 중재방법에 따른 효과를 비교 분석함으로써 가슴우리 확장운동의 표준화된 호흡기계 중재의 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 가슴우리 확장운동의 내용과 호흡기능 및 기능적 활동에 미치는 효과를 파악하기 위한 체계적 문헌고찰 연구이다.

2. 연구 진행

1) 검색전략 수립

본 연구에서는 가슴우리 확장운동을 중재로 적용한 실험논문을 분석하고자 하였으며, 체계적 문헌 고찰 방법인 PRISMA 그룹에서 제안한 문헌고찰 보고지침에 따라 진행하였다.

2) 자료검색

본 연구에서는 가슴우리 확장운동 중재를 적용한 연구논문을 2015년부터 2022년까지 국내외 데이터베이스를 통해 자료를 수집하였다. 국외 문헌검색은 Pubmed, PEDro를 포함하였으며, 국내 문헌검색은 한국학술정보(KISS), 한국교육학술정보원(RISS4U)를 포함하였다. 본 연구의 검색어로는 ‘chest expansion exercise’, chest expansion resistance exercise를 주 검색어로 설정하였고, 국내 문헌은 ‘흉곽 확장운동’ OR ‘가슴우리 확장운동’ OR ‘가슴우리 확장저항운동’을 추가로 AND 와 OR을 조합하여 검색하였다. 문헌검색은 본 연구자가 검색전략에 따라 1차적으로 수행하였고, 최종평가에 포함될 연구를 선택하여 진행하였다.

3) 문헌선택기준

문헌의 선정기준은 (1) 호흡 기능감소를 가진 대상자에 대한 연구 (2) 가슴우리 확장운동이 중재에 포함되어 구성되어 있는 연구, (3) 무작위배정 임상시험연구, 비 무작위 배정 임상시험연구, (4) 최소한 한 개 이상의 연구결과를 측정한 연구를 포함하였다. 제외기준은 (1) 영어나 한국어로 출판되지 않은 연구, (2) 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구, (3) 단일 사례연구 (4) 대조군이 적절하지 않은 연구, (5) 중복 연구로 제외하였다.

3) 분석문헌 선택과정

1차 검색전략에 의하여 2015년부터 2022년까지의 연구들을 국내외 데이터베이스에 검색한 결과 총 144편을 수집하였다. 국내문헌의 경우 KISS 11건, RISS4U 20건이었고, 국외문헌은 PubMed 92건, PEDro 21건으로 검색되었다. 중복된 문헌을 제외한 101편 중 주제 부적합, 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구, 가슴우리 확장운동이 중재로 포함되지 않은 연구 등 문헌선정기준을 적용하여 5개의 논문을 선정하여 분석하였다. 선정된 논문은 연구제목, 저자, 출판연도, 연구 설계 방법, 대상 인원 수, 운동 중재, 회당중재 시간, 중재 빈도, 총 회차 수, 종속변수, 연구결과 등을 분석하였다.

4) 연구 질적 평가

본 연구의 연구논문에 대한 질적 평가는 PEDro 척도를 사용하였다. PEDro 척도는 11개의 평가 항목으로 구성되어 있으며 전체 10점 만점으로 한다. 항목에 대해 “Yes” 또는 “No”의 부합도에 따라 점수를 부여하여 9-10점은 높은 근거 수준 연구로 고려되고, 6-8점은 일반적으로 높은 근거 수준, 4-5점은 중간 정도의 근거수준, 3점미만은 낮은 근거 수준으로 고려된다.

III. 연구결과

1. 문헌의 질적 평가

본 연구에 포함된 연구는 총 5편의 연구로 진행되었다. 가슴우리 확장운동을 중재로 한 실험대조군 연구로 5편 모두 연구의 목적, 설계 방법이 잘 기술되어 있었으며, 대상자를 무작위 할당하였다는 내용이 기술되어 있었다. 대상자 눈가림과 치료사 눈가림을 사용하였다고 명시한 연구는 한 편도 없었으며, 평가자 눈가림을 사용한 논문은 2편이었다. 5편의 연구 모두 대상자의 중도 탈락율이 15% 미만으로 연구를 하였다. 이상의 평가내용을 종합한 결과, 10점 만점에 5점인 연구가 3편, 6점인 연구가 2편이었다(표 1).

표 1. PEDro 점수에 의한 연구 질적 평가

Study	Random Allocation	Concealed allocation	Baseline Similar	Blinding (Subject)	Blinding (Therapist)	Blinding (Assessor)	Measures for > 85%	Intention to Treat Analysis	Between- Group Difference Reported	Point Estimate and Variability Reported	Quality Score (0-10)
Kim C.B. 등 (2015)	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5
Song G.B. & Park E.C. (2015)	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5
Kim C.B. 등 (2015)	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Kim C.B. 등 (2015)	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Nair 등 (2021)	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5

2. 중재 방법의 특성

가슴우리 확장운동 수행 시의 운동빈도, 운동시간, 운동기간, 참여 대상자 등 문헌에서 이루어진 운동중재를 분석한 결과는 표 2와 같다. 선정된 5편의 연구에 참여한 대상자 중 4편은 뇌졸중 환자가 참여하였고, 1편은 호흡근약화가 있는 노인을 대상으로 하였다. 운동빈도는 선정된 총 5편의 연구 중 1편은 운동중재를 1회 단일 시행하였고, 주 4회를 실시한 연구가 1편, 주 5회를 실시한 연구가 3편이었다. 1편의 연구는 20분의 중재, 3편의 연구는 30분, 1편은 운동시간이 기재되어 있지 않았다. 운동기간은 1편의 연구가 1회 중재였고, 4주기간이 1편, 6주가 2편, 8주가 1편으로 다양하였고, 운동단계를 준비운동, 본 운동, 정리운동 등으로 기술한 연구가 2편이었다.

3. 종속변수 및 연구결과

선정된 5편의 논문 중 가슴우리 확장정도의 결과를 다룬 논문은 4편, 호흡기능의 결과를 다룬 논문은 5편, 기능적 활동의 결과를 다룬 논문은 3편이었다. 가슴우리 확장운동의 효과를 측정하기 위해 사용된 종속변수는 가슴우리 확장정도, 호흡기능, 기능적 활동으로 구분하였다. 가슴우리 확장정도의 변수는 가슴우리 확장검사(chest expansion), 호흡기능 변수는 폐활량(Vital capacity: VC), 노력성폐활량(Forced vital capacity: FVC), 1초간 노력성 호기량(Forced expiratory volume at one second: FEV₁), 1초간 노력성 호기량/노력성폐활량(FEV₁/FVC), 최대 흡기압(Maximal inspiratory pressure: MIP), 최대 호기압(Maximal expiratory pressure: MEP)가 있었다. 기능적 활동 변수는 체간장애척도(Trunk impairment scale: TIS), 미니 균형 평가시스템 검사(The Mini-Balance Evaluation Systems Test:

mini-BESTest scale), 10미터 걷기 검사(10meter walk test: 10MWT), 6분 보행검사(6minutes walk test: 6MWT)가 수행되었다.

5편의 모든 연구에서 호흡기능, 호흡 근력, 기능적 활동에 대한 효과가 있는 것으로 나타났다. 가슴우리 확장운동 후 chest expansion를 평가한 4편의 연구에서 실험 전후 유의한 변화가 확인되었다. 호흡기능 변수인 FVC, VC, FEV₁, MIP 지표는 모두 유의한 차이가 있었고, MEP는 1편의 연구에서는 유의한 효과를 보였고, 2편에서는 실험 전-후 유의한 차이를 보이지 않았다. 2편의 연구에서 TIS를 평가하였고, 실험중재 군에서 유의한 개선이 나타났다. mini-BESTest scale과 6MWT 지표에서도 가슴우리 확장저항운동 실험군에서 유의미한 개선을 보였다(표 2).

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 가슴우리 확장운동의 호흡기능과 기능적 활동에 미치는 효과를 알아보고 최근 8년 이내에 실시된 연구의 분석을 토대로 중재 프로그램의 기초자료를 제공하는데 있다. 선정된 5편의 연구를 확인한 결과 질적으로 높은 수준의 연구는 2편이었고, 중간 수준의 연구는 3편으로 연구 질적 평가에는 제한적인 부분이 있었다. 따라서 추후에는 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 연구 설계를 강화하여 논문의 질적인 관리를 위한 관심이 필요하다.

가슴우리 확장운동은 가슴우리 확장정도, 호흡기능, 기능적 활동에서 효과를 확인하였다. 가슴우리 확장 정도 평가지표는 총 4편의 문헌에서 사용되었으며, 4편 모두의 연구에서 중재 후 유

표 2. 본 연구에 포함된 연구결과

연구자	대상자	그룹	중재기간	결과측정	결론
Kim C.B. 등 (2015)	Chronic stroke	CERE (n=20)	CERE based on the concept of proprioceptive neuromuscular facilitation. -20 minutes	Chest expansion VC FVC FEV1	CERE에서 chest expansion이 크게 증가했고, CG는 유의한 차이가 없었다. CERE 또는 CG 모두에서 VC, FVC, FEV1 은 유의한 변화가 없었다. 10MTWT에서는 두 그룹 모두 유의한 변화가 없었다. CERE에서 CG와 비교결과 6MWT 값이 유의미한 차이가 있었다.
		CG (n=20)	Passive range of motion exercise using lower extremity automatic instruments	10MWT 6MWT	
Song G.B. & Park E.C. (2015)	Stroke patients	CRE (n=20)	Chest resistance exercise -30 minutes per day -5 times per week -8 weeks	FVC FEV1 FEV1/FVC	CEG와 CEEG 모두 중재 후 FVC, FEV1, TIS에서 유의한 변화를 보였으나 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. TIS는 중재 후 CEEG에 비해 CREG에서 유의하게 증가.
		CEE (n=20)	Chest expansion exercise -30 minutes per day -5 times per week -8 weeks	TIS	
Kim C.B. 등 (2015)	Elderly with inspiratory muscle weakness (MIP < 80% of the predicted value)	CERE (n=10)	Based on Proprioceptive neuromuscular facilitation breathing exercise -15 rep per set, 10 sets -30 minutes -6 weeks -Warm-up / Cool-down set -core conditioning exercise Trunk muscle relaxation design was used in combination with a stretch pole	Chest excursion Maximal respiratory pressure -MIP -MEP	CERE과 CCE 모두 중재 후 상부 및 하부 Chest excursion 및 MIP에서 유의한 개선을 보임. CG에 비해 CERE군과 CCE군에서 상부 Chest excursion이 유의하게 향상되었고, CERE군에서 하부 Chest excursion가 유의하게 향상됨. 상부 및 하부 Chest excursion 및 MIP 값에서 CCE 군과 CERE군은 CG에 비해 유의한 변화를 보였고, CCE에 비해 CERE에서 더 유의한 증가를 보임.
		CCE (n=10)	-30 minutes -5 times per week -6 weeks		MEP는 중재 후 세 그룹 모두에서 유의하게 변화하지 않음.
		CG (n=10)	.		
Kim C.B. 등 (2015)	Stroke patients	CERE (n=10)	-15 rep per set, 10 sets -Warm-up / Cool-down set -30 minutes -5 times per week -6 weeks	Chest expansion -upper chest expansion -Lower chest expansion	중재 전 후 비교 시, CERE 군과 BRT 군은 Chest expansion 와 MIP값 모두에서 유의한 향상을 보였다. 중재 후 CERE와BRT 군은 대조군에 비해 유의한 향상을 보였고, CERE 군은 BRT 군과 비교하여 통계적으로 유의한 향상을 보였다.
		BRT (n=10)	-Warm-up / Cool-down set -30 minutes -5 times per week -6 weeks	MIP	
		CG (n=10)	Passive exercise using an electric lower extremity exercise machine		
Nair 등 (2021)	Chronic stroke	EG (n=18)	Chest expansion resistance exercise + conventional neurorehabilitation program -15 times per set for a total of 10 sets -4 times per week (16 sessions) -4 weeks	Chest expansion MIP MEP	EG에서 Chest expansion, MIP, MEP, TIS, Mini-BESTtest 값이 모두 유의하게 향상됨. CG에서 TIS, Mini-BESTtest 값이 유의하게 변화.
		CG (n=18)	conventional neurorehabilitation program	TIS Mini-BESTtest	그룹 간 비교에서 EG가 EG와 비교하여 유의하게 향상됨.

Data are presented as n, mean±SD.

EG; experimental group, CG; control group, CERE; chest expansion resistance exercise, CCE; core conditioning exercise, CRE; chest resistance exercise, CEE; chest expansion exercise, BRT; breathing retraining, VC; vital capacity, FVC; forced vital capacity, FEV1; forced expiratory volume in 1 s, MIP; maximal inspiratory pressure, MEP; maximal expiraoty pressure, TIS; trunk impairment scale, mini-BESTtest scale; the mini-balance evaluation systems test, 10MWT; ten-meter walk test, 6MWT; six-minute walk test.

의한 변화를 나타냈다. 호흡기능 변수 중 MEP 값에 대해서는 Kim 등(2015)의 연구는 가슴우리 확장운동 실험 전 후에 유의한 차이가 없었다는 결과를 보였고, Nair 등(2021)의 연구에서는 유의한 향상이 있었다는 상반된 결과를 보였다. 이를 제외한 호흡기능 변수로 FVC, VC, FEV₁, FEV₁/FVC, MIP와 관련하여 본 연구의 결과는 가슴우리 확장운동이 호흡기능의 개선에 긍정적인 효과를 보였다. 가슴우리의 가동성은 최대 흡기압과 최대 호기압, 흡기용량, 노력성폐활량과 결합되기 때문에, 호흡근의 근력과 더불어 폐의 기능과 깊은 연관성을 갖는다(de Cordoba Lanza 등, 2013). 또한, 흡기근 훈련과 더불어 호흡기능 약화가 있는 사람들을 대상으로 가슴우리 확장운동이 이용되어 왔고 폐와 가슴우리의 확장은 호흡기능 증진에 매우 효과적이다(Nishino 등, 2012). 이러한 결과는 가슴우리 확장운동은 호흡기능을 향상시키는 중재라고 할 수 있다.

기능적 활동을 다룬 연구는 3편이며, TIS, mini-BESTest scale, 6MWT, 10MWT를 평가하였다. 이에 대한 가슴우리 확장운동 후, TIS, mini-BESTest scale, 6MWT 값에서 유의한 효과를 보였다. 본 연구의 결과는 가슴우리 확장운동이 체간 조절 능력과 균형을 비롯한 운동능력의 개선에 긍정적인 효과가 있음을 보여준다. 10MWT 값에서는 유의미한 차이를 보이지 않았으나, 10MWT 평가를 수행한 연구가 중재기간 없이 1회 중재 적용 후 즉각적인 효과를 보고자 한 연구라는 점에서 보행속도에 유의미한 차이를 가져오지 않았다고 사료된다. 선행 연구들에서도 호흡근의 역할이 신체적 효율성과 신체 안정성에 긍정적인 변화를 가져와 자세조절에 영향을 미친다는 점을 지적했다(Chang 등, 2002; Santos 등, 2019). 약해진 호흡기능은 몸통의 운동성, 균형, 보행 및 운동용량을 감소시킬 수 있으며, 호흡근의 근력강화와 호흡기능의 개선은 운동능력이 향상되는 결과로 이어질 수 있다(Teixeira-Salmela 등, 2005; Gomes-Neto 등, 2016; Santos 등, 2019).

이러한 결과는 본 검토에서 다룬 내용을 종합하여, 호흡훈련의 하나로 가슴우리 확장운동은 가슴우리 확장정도, 호흡 기능, 기능적 활동 향상에 긍정적 효과가 있다고 볼 수 있다. 따라서 호흡기능과 신체기능의 향상을 위해 호흡기능의 약한 대상자에게 가슴우리 확장운동과 같은 직접적인 호흡운동 중재가 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 선정된 연구의 수가 적고, 가슴우리 확장운동의 효과를 알아본 연구가 특정 저자에게 집중되어 있다는 점에서 결과의 해석에 주의가 필요하여, 연구 결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 체계적인 가슴우리 확장운동 중재 방법을 권고하기 위해서는 질 높은 임상연구가 계속되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 가슴우리 확장운동이 호흡중재가 필요한 대상자에게 적용하는 방법과 미치는 효과에 대해 연구를 실시하였다. 그 결과, 호흡기능의 약화가 있는 노인 및 뇌졸중 환자를 대상으로 시행된 가슴우리 확장운동이 가슴우리 확장정도, 호흡기능, 기능적 활동 부분에 향상을 가지고 오는 것으로 확인되었다.

참고문헌

- Adler D, Herbelin B, Similowski T, et al. Breathing and sense of self: visuo-respiratory conflicts alter body self-consciousness. *Respir Physiol Neurobiol*, 203;68-74, 2014.
- Cabral EEA, Resqueti VR, Lima I, et al. Effects of positive expiratory pressure on chest wall volumes in subjects with stroke compared to healthy controls: a case-control study. *Braz J Phys Ther*, 21(6);416-424, 2017.
- Chang A, Paratz J, Rollston J. Ventilatory effects of neurophysiological facilitation and passive movement in patients with neurological injury. *Aust J Physiother*, 48(4);305-310, 2002.
- de Cordoba Lanza F, de Camargo AA, Archija LRF, et al. Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respiratory care*, 58(12);2107-2112, 2013.
- Dean E, Frownfelter DL. *Cardiovascular and pulmonary physical therapy: Evidence and practice*: Mosby. 2006.
- Estenne M, Gevenois PA, Kinnear W, et al. A. Lung volume restriction in patients with chronic respiratory muscle weakness: the role of microatelectasis. *Thorax*, 48(7);698-701, 1993.
- 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*, 97(11);1994-2001, 2016.
- Han SJ. The effects of a pulmonary rehabilitation program for chronic obstructive pulmonary disease patients. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*, 33(7);1008-1017, 2003.
- Janssens JP, Adler D, Iancu F, Foglia R, et al. Assessing Inspiratory Muscle Strength for Early Detection of

- Respiratory Failure in Motor Neuron Disease: Should We Use MIP, SNIP, or Both? *Respiration*, 98(2);114-124, 2019.
- Kim CB, Choi JD. Effects of Chest Expansion Resistance Exercise on Chest Expansion and Maximal Inspiratory Pressure in Patients with Stroke. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 10(1);15-21, 2015.
- Kim CB, Shin JH, Choi JD. The effect of chest expansion resistance exercise in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27(2);451-453, 2015.
- Kim CB, Yang JM, Choi JD. The effects of chest expansion resistance exercise on chest expansion and maximal respiratory pressure in elderly with inspiratory muscle weakness. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27(4);1121-1124, 2015.
- Lee MH, Hwang-bo G. Effects of the neck stabilizing exercise combined with the respiratory reeducation exercise on deep neck flexor thickness, forced vital capacity and peak cough flow in patients with stroke. *Physical Therapy Korea*, 22(1);19-29, 2015.
- Leelarungrayub D, Pothongsunun P, Yankai A, et al. Acute clinical benefits of chest wall-stretching exercise on expired tidal volume, dyspnea and chest expansion in a patient with chronic obstructive pulmonary disease: a single case study. *J Bodyw Mov Ther*, 13(4);338-343, 2009.
- Nair SP, Gardas SS, Mithaiwala R. Efficacy of chest expansion resistance exercise on respiratory function, trunk control and dynamic balance in patients with chronic stroke: A Comparative study. *Bull Fac Phys Ther*, 26(1);1-8, 2021.
- Nishino T, Ishikawa T, Nozaki-Taguchi N, et al. Lung/chest expansion contributes to generation of pleasantness associated with dyspnoea relief. *Respir Physiol Neurobiol*, 184(1);27-34, 2012.
- Peno-Green L, Verrill D, Vitcenda M, et al. American Association of, C., & Pulmonary, R. Patient and program outcome assessment in pulmonary rehabilitation: an AACVPR statement. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 29(6);402-410, 2009.
- Santos RS'a, dos Dall'alba SCF, Forgiarini SGI, et al. Relationship between pulmonary function, functional independence, and trunk control in patients with stroke. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 77;387-392, 2019.
- Seo KC, Lee HM, Kim HA. The effects of combination of inspiratory diaphragm exercise and expiratory pursed-lip breathing exercise on pulmonary functions of stroke patients. *J. Phys. Ther. Sci.*, 25(3);241-244, 2013.
- Song GB, Park EC. Effects of chest resistance exercise and chest expansion exercise on stroke patients' respiratory function and trunk control ability. *J. Phys. Ther. Sci.*, 27(6);1655-1658, 2015.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(10);1974-1978, 2005.