

만성기 뇌졸중 환자에게 가슴팽창 저항훈련과 호흡훈련이 폐기능, 체간균형, 가슴우리 확장에 미치는 영향

박효정, PT, PhD¹, 김은자, PT, PhD^{*2}

¹대전재활병원 물리치료실, ^{*2}경동대학교 물리치료학과

Effects of Chest Expansion Resistance Training and Breathing Training on Lung Function, Trunk Balance, and Chest Expansion Measure in Chronic Stroke Patients

Hyo-Jung Park, PT, PhD¹, Eun-Ja Kim, PT, PhD^{*2}

¹Dept. of Physical Therapy, Dae Jeon Rehabilitation Hospital, Republic of Korea

^{*2}Dept. of Physical Therapy, Kyungdong University, Republic of Korea

Purpose The purpose of this study was to investigate the effects of chest expansion resistance training and breathing training on pulmonary function, trunk balance, and chest cage expansion in chronic stroke patients. **Methods** The subjects of this study were eighteen people in total, 9 in the experimental group and 9 in the control group. For both groups, The Bobath concept was performed for 30 minutes, 5 times a week for a total of 6 weeks, and breathing training was performed for 20 minutes, 5 times a week for a total of 6 weeks. The experimental group performed chest expansion resistance training, and the control group performed breathing training on lung function. Pulmonary function, trunk balance, and chest expansion measure were performed before and after intervention. **Results** As a result of this study, there was a significant increase in lung function, trunk balance, and chest expansion measure before and after intervention in the experimental group, and There were no statistically significant results in the control group. There were significant differences in lung function, trunk balance, and chest chest expansion measure between the experimental and control groups. **Conclusion** The results of this study showed that chest expansion resistance training was effective in lung function, trunk balance, and chest expansion in chronic stroke patients.

Key words Chest expansion resistance training, Lung function, Trunk balance, Chest expansion measure, Stroke

Corresponding author Eun-Ja Kim (eunja1828@kduniv.ac.kr)

Received date 01 June 2024

Revised date 19 June 2024

Accept date 21 June 2024

1. 서론

뇌졸중은 뇌의 국소부위에 허혈 또는 출혈에 의해 24시간 이상 전반적으로 뇌기능이 소실되는 임상적 증상이 나타난다. 뇌졸중의 원인으로 뇌경색이 45.9%, 뇌출혈이 34.7%, 지주막하 출혈이 19.4%로 뇌경색의 비율이 상대적으로 높다. 그리고 뇌졸중의 위험 요인은 고혈압이 가장 많다. 뇌졸중 발생 후에 회복이 되더라도 58% 독립적 일상생활을 가능하나 30%는 보호자의 도움이 필요한 삶을 살아가게 된다.¹⁾ 뇌졸중으로 인한 합병증은 발병 당시 뇌 손상 정도와 국소부위 위치에 따라 다양하며, 운동과 감각 기능 장애 뿐만 아니라 인지, 언어, 정서적 장애를 초래하며, 일상생활에서 참여와 활동의 영역에 제한을 발생시킨다.²⁾

뇌출혈이나 뇌경색으로 인한 운동피질과 피라미드의 손상은 편마비를 발생시켜 비정상 근긴장도와 불수의적 움직임 만들며, 복부 및 체간근육의 약화로 인해 체간 조절 능력 또한 감소된다. 그리고 운동조절 장애와 비정상 근긴장도는 호흡 근육의 수축 작용에 영향을 미쳐 협응력 조절에 장애를 발생시킨다.³⁾ 또한 뇌졸중으로 인한 편측 마비는 호흡의 들숨과 날숨의 작용에 필요한 운동 제어 기능을 상실시키며, 특히 가로막과 호흡근의 약화와 가슴우리 호흡근의 비대칭 움직임은 호흡 생체 역학을 변화시켜 폐 환기의 효율성을 떨어뜨린다.⁴⁾

뇌졸중 환자에서 마비측의 가로막은 호흡하는 동안 상,하 운동이 감소하여 위쪽으로 당겨진 상태로 만성 호흡 부전의 원인이 된다.⁵⁾ 그리고 체간의 호흡근 약화는 폐 활량을 감소시켜 잔여 호흡량이 증가되며, 공기량도 감소되어 최대 호흡압을 감소시킨다.⁶⁾ 또한 마비측 체간근의 비대칭 정렬은 자

<http://dx.doi.org/10.17817/2024.06.19.1111878>

세조절 기능의 효율성을 감소시킬뿐 아니라 호흡근의 지구력과 호흡주기에 나쁜 영향을 미치게 된다.⁷⁾ 이와 같이 뇌졸중 환자에서 가로막과 체간의 호흡근 약화는 폐기능과 체간균형에 부정적 요소로 작용하여 신체활동의 지구력 감소에 따른 제한적 일상생활을 하게 되어 신체기능 회복에 저해 요인이 된다.⁸⁾

뇌졸중 환자의 일반적 재활치료는 신경가소성과 운동조절 이론을 근거로 하여 신체 기능 회복을 목표로 한다.⁹⁾ 그러나 호흡근 평가와 강화를 위한 직접적 중재가 포함되어 있지 않다. 호흡근 중 복부근과 가로막 강화를 위해 직접적 저항을 주는 훈련이 폐 활량 증가와 호흡주기 회복으로 이어지며,¹⁰⁾ 특히 안정시 호흡에 관여하는 호흡근의 강화는 체간조절의 안정성에도 긍정적이며, 신체활동의 지구력도 증가시킨다.¹¹⁾ 가슴우리에 위치한 들숨과 날숨에 작용하는 배근육의 대칭적 근활성화는 가슴우리를 정상적으로 확장시키어 폐 용적과 폐기능에 영향을 미치게 된다. 또한 예측성 자세조절에 관여하는 체간균형의 안정화에도 도움이 된다.¹²⁾

뇌졸중으로 인한 편마비는 호흡근 약화로 이어지며, 신체 기능 회복을 위한 훈련과 호흡훈련을 복합적으로 적용하는 것이 유용하며, 호흡훈련은 체간에 위치한 가슴우리 호흡근에 치료사에 의한 직접적 저항을 제공하는 가슴팽창 저항훈련이나 호흡근 훈련 장비를 이용한 훈련이 적절하다.¹³⁾ 가슴팽창 저항훈련을 실시한 결과 폐기능이 향상되었으며, 가슴우리 확장에 따른 체간조절 능력도 증가되었다.¹⁴⁾ 그리고 호흡장비를 이용한 호흡훈련과 일반적 재활치료를 동시에 적용하면 호흡근의 작용과 지구력 그리고 균형을 향상 시키는 효과가 나타난다. 따라서 뇌졸중 환자에서 신체기능 회복을 위한 훈련과 호흡근 훈련을 동시에 적용하는 것이 중요하다.¹⁵⁾

선행연구에서는 만성기 뇌졸중 환자에게 호흡근 훈련 방법에 따른 결과를 비교한 연구가 많지 않으므로, 본 연구는 만성기 뇌졸중 환자에게 가슴팽창 저항훈련과 일반적 호흡훈련을 실시하여 폐기능, 체간균형, 가슴우리 확장 정도에 미치는 영향을 알아보고자 하며, 임상에서 호흡근 훈련의 결과에 따른 효과의 근거를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 대전에 위치한 D병원에서 입원 치료를 받는 뇌졸중 환자를 대상으로 하였고, 뇌졸중 진단을 받은 지 6개월 이상인 자, 한국형 간이정신상태판별검사(Mini Mental State Examination-Korean version) 24점 이상인 자, 폐질

환 병력이 없는 자, 안면 마비가 없는 자, 보행 보조도구나 보조기를 착용하고 독립적 보행이 가능한 자로 하였다. 연구의 대상자 중 가슴우리 변형이나 골절 병력이 있는자, 내분비계 질환이 있는 자, 호흡기계 훈련이 불가능한 자, 심혈관 질환이 있는 자는 제외하였다. 본 연구의 대상자는 제비뽑기를 하여 일반적 호흡훈련군 9명, 가슴팽창 저항훈련군 9명, 총 18명을 연구대상자로 선정하였다. 연구 대상자에게 연구의 목적에 대하여 충분히 설명하고 대상자의 자발적 동의를 얻어 연구에 참여하였다.

2. 중재방법

본 연구의 두 그룹 모두에게 보바스치료를 30분씩, 주 5회, 총 6주간 실시하였고, 호흡훈련은 실험군은 가슴팽창 저항 훈련과 대조군은 일반적 호흡훈련을 실시하였고, 1세트당 5회씩, 세트당 3분의 휴식, 총 20분간, 주 5회, 총 6주간 진행하였다. 연구의 대상자는 호흡훈련 동안에 피곤함을 호소하거나, 어지러움과 기침, 치료사에 의해 이상 증상이 관찰되면 휴식을 취하도록 하였다.

1) 일반적 호흡훈련

미국흉부학회(American Thoracic Society, ATS)에서 권장하는 호흡운동 방법이다.

바로 누운자세에서 양쪽 무릎을 세우고, 깊고 천천히 코로 숨을 들이 마시도록 하는 가로막 호흡을 하며, 입술을 오므리고 천천히 길게 숨을 내쉬도록 한다.¹⁶⁾ 일반적 호흡훈련은 치료사가 환자에게 구두로 훈련 방법을 알려주고 연습을 실시한 후 훈련을 진행한다.

2) 가슴팽창 저항훈련

가슴우리 확장 운동은 고유 수용성 신경근 촉진 개념을 기반으로 하는 호흡훈련 방법이다. 대상자는 옆으로 누운 자세를 유지하는데, 양쪽 하지는 굽힘 자세를 유지하며, 무릎 사이에 배개를 위치하여 안정성을 유지하도록 한다. 치료사는 가슴우리를 양쪽 손으로 안 듯이 가장자리를 따라 전방과 후방에 위치하고, 대상자에게 충분히 숨을 내쉬도록 구두 지시하고 가슴우리를 내측과 꼬리 방향으로 날숨 끝 범위에서 신장력을 적용한다. 그런 다음 바로 들숨 주기 동안 저항을 적용하여 능동적 호흡운동을 수행할 수 있도록 한다. 이때 치료사에 의해 제공되는 저항은 가슴우리의 모든 움직임이 가능한 정도이며, 움직임 억제시키는 정도는 아니다. 들숨 동안 공기를 충분히 내쉬도록 구두 지시한다.¹⁷⁾ 가슴팽창 저항훈련은 옆으로 누운자세와 바로누운 자세에서 동시에 실시한다.(Figure 1)



Figure 1. Chest expansion resistance training

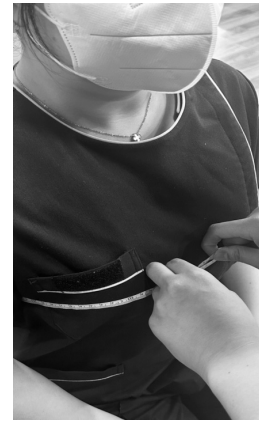


Figure 2. Chest expansion measure

3. 측정방법

1) 폐 기능 검사

폐 기능 검사는 폐활량계(Pony Fx, Cosmed, Italy)를 사용한다. 폐활량 측정은 대상자에게 충분한 이해를 할 수 있도록 설명하고, 시범을 보여준 다음 등반이가 없는 의자에 앉은 자세에서 검사를 진행한다. 장비의 마우스피스를 최대한 입술에 밀착시키어 공기가 새어나가지 않도록 하고 코 마개도 부착한다. 미국 흉부 학회의 지침에 의해 3회 이상 반복 측정하며, 재현성 있는 데이터 중 가장 큰 데이터를 선택한다. 제한성 폐 질환 유무를 확인하기 위해 노력성 폐활량(Forced vital capacity:FVC), 폐쇄성 폐 질환 확인을 위해 1초간 노력성 호기량(Forced expiratory volume in 1 second: FEV₁), 노력성 폐활량에 대한 1초간 노력성 호기량의 비율(FEV₁/FVC)을 측정한다.¹⁸⁾

2) 몸통손상척도(Korean version of Trunk Impairment Scale, K-TIS)

몸통손상척도는 앉은 자세에서 정적 또는 동적 균형 능력을 평가하며, 17개의 항목으로 구성된다. 뇌졸중 환자를 대상으로 몸통 조절의 손상 정도를 평가하는 데 사용된다. 가장 높은 점수는 23점이며, 정적 앉은 자세 균형은 0~7점, 동적 앉은 자세 균형은 0~10점, 협응은 0~6점의 점수를 부여한다.¹⁹⁾

3) 가슴우리 확장검사(Chest Expansion Measure, CEM)

가슴우리 확장검사는 유두 수준(4번째 갈비뼈 위치)에서 줄자를 사용하여 측정한다. 대상자는 의자에 앉은 자세에서 상지를 체간과 나란히 위치하도록 하며, 입으로 최대한 숨을 내쉬고 코를 통해 최대한 깊은 들숨을 하도록 지시한다. 최대 날숨과 최대 들숨 사이의 차이를 기록한다. 3번 반복 측정 후 평균 값을 데이터로 수집한다(Figure 2).²⁰⁾

4. 자료정리

연구의 모든 통계적 분석방법은 SPSS ver. 18.0을 이용하였다. 본 연구의 대상자의 일반적인 특성을 기술적인 통계를 통해서 기술하였으며, 실험군과 대조군의 중재 전 동질성 검사를 위해 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시하였다. 연구의 중재 방법에 따른 중재 전, 후의 유의성 검증은 대응표본 검정을 하였고, 각 군 간 유의성 검증은 독립표본 검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같으며, 중재 전 두 집단의 동질성 분석한 결과 성별, 나이, 뇌졸중 분류, 손상측, 발병기간, FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, K-TIS, CEM에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 1).

2. 중재 전, 후의 폐 기능, 몸통손상척도, 가슴우리 확장 변화

중재 전, 후의 폐기능 변화에서 실험군은 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC의 유의한 차이가 나타났고($p<.05$), 몸통손상척도, 가슴우리 용적에서 유의한 차이가 나타났고($p<.05$). 대조군은 폐기능 변화에서 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 유의한 차이가 나타나지 않았고($p>.05$), 몸통손상척도, 가슴우리 용적에서 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$) (Table 2).

3. 집단간 폐 기능, 몸통손상척도, 가슴우리 확장 변화

집단 간 폐기능의 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 비교에서 유의한 차이가 나타났고($p<.05$), 몸통손상척도, 가슴우리 용적에서 유의한 차이가 나타났고($p<.05$)(Table 3).

Table 1. General characteristics of participants at baseline

(n=18)

Variables	Experimental group (n=9)	Control group (n=9)	p value
Gender (male/female)	6/3	6/3	1.00
Age (years)	59.44±4.27	59.11±6.31	.97
Stroke type (hemorrhage/infarction)	2/7	2/7	1.00
Affected side (left/right)	3/6	3/6	1.00
Duration (mon)	28.77±18.73	28.66±18.41	1.00
FVC (L)	2.58±.78	2.56±.86	.97
FEV ₁ (L)	2.00±.74	2.00±.61	.97
FEV ₁ /FVC (%)	71.01±18.98	73.08±22.37	.69
K-TIS	11.22±1.85	11.11±1.76	1.00
CEM	3.65±.53	3.68±.49	1.00

FVC: Forced volume vital capacity, FEV₁: Forced expiratory volume at one second, K-TIS: Korean version of trunk impairment scale, CEM: Chest expansion measure

Table 2. Changes in lung function, K-TIS, CEM before and after intervention

(n=18)

Variables	Experimental group (n=9)			Control group (n=9)		
	Pre	Post	p value	Pre	Post	p value
FVC (L)	2.58±.78	3.72±.92	.00	2.56±.86	2.56±.85	.15
FEV ₁ (L)	2.00±.74	2.72±.83	.00	2.00±.61	1.92±.50	.17
FEV ₁ /FVC (%)	71.01±18.98	88.86±6.41	.00	73.08±22.37	73.15±22.33	.65
K-TIS	11.11±1.76	13.77±2.33	.01	11.22±1.85	11.00±1.50	.15
CEM	3.65±.53	4.39±.66	.00	3.68±.49	3.71±.54	.10

p < 0.01; significant differences between pre- and post-test in both the experimental and control group, FVC: Forced volume vital capacity, FEV₁: Forced expiratory volume at one second, K-TIS: Korean version of trunk impairment scale, CEM: Chest expansion measure

Table 3. Changes in lung function, K-TIS, CEM between groups

(n=18)

Variables	Experimental group (n=9)	Control group (n=9)	p value
FVC (L)	-1.13±.72	.00±.00	.00
FEV ₁ (L)	-.72±.78	.08±.23	.00
FEV ₁ /FVC (%)	-17.85±18.40	-.06±.37	.00
K-TIS	-2.66±1.73	.22±.44	.01
CEM	-.74±.89	-.02±.08	.00

p < 0.01; significant differences between pre- and post-test in both the experimental and control group, FVC: Forced volume vital capacity, FEV₁: Forced expiratory volume at one second, K-TIS: Korean version of trunk impairment scale, CEM: Chest expansion measure

IV. 고찰

본 연구는 만성기 뇌졸중 환자에게 가슴팽창 저항훈련과 일반적 호흡훈련에 따른 폐기능, 몸통손상척도, 가슴우리 확장에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구의 가슴팽창 저항훈련을 실시한 그룹에서 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 폐기능의 향상과 몸통손상척도 평가에서 체간조절 능력과 가슴우리 확장이 증가 되었다. 일반적 호흡훈련 그룹 보다 가슴팽창 저항훈련 그룹에서 폐기능, 체간조절능력, 가슴우리 확장에 더 효과적인 것으로 나타났다.

뇌졸중 환자의 체간 조절 장애는 들숨과 날숨의 변화와 폐기능 장애에 따른 제한성 폐기능 장애에 중요한 원인으로 작용한다.²¹⁾ 뇌졸중으로 인한 편마비 부위의 경직과 구축은 호흡근의 약화를 발생시킨다. 마비측 체간근 약화로 인한 체간의 움직임 제한과 비마비측 체간근의 보상적 작용이 제한적 호흡패턴으로 나타난다.²²⁾ 뇌졸중 후에 아급성기와 만성기의 환자에서 폐기능의 감소가 나타나며, 신체기능 장애와 폐기능 저하에 따른 호흡기 합병증은 상관 관계가 있다. 따라서 호흡근의 지구력 향상을 위한 직접적 호흡근 강화의 훈련은 신체기능 회복에 매우 중요하다.²³⁾

뇌졸중 환자에게 적용되는 가슴우리 가동성을 이용한 호흡 훈련은 가슴우리 확장으로 인해 호흡근의 지구력 향상에 매우 효과적이다.²⁴⁾ 또한 호흡근의 활성도와 폐기능을 향상시키며,²⁵⁾ 만성기 뇌졸중 환자에게 가슴팽창 저항훈련을 실시하여 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 폐기능과 몸통 조절 능력이 향상되었다. 호흡훈련을 하는 동안 환자 스스로 호흡 조절을 할 수 있도록 유도하여 약화된 호흡근의 작용과 지구력을 향상시켜 체간조절의 안정화의 효과가 나타났다. 그리고 체간조절의 안정화는 신체기능 회복에도 긍정적이며,²⁶⁾ 호흡근 작용의 회복으로 가슴우리 확장도 유의하게 증가 되었다.¹⁴⁾

본 연구에서도 가슴팽창 저항 운동을 실시하여 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 폐기능, 체간조절 능력, 가슴우리 확장이 유의하게 증가되어 선행연구와 동일한 훈련의 효과가 나타났다. 일반적 호흡훈련 보다 직접적 저항을 제공할 수 있는 호흡훈련 방법이 호흡근 강화에 더 효과적이라고 생각되며, 호흡근 작용의 회복은 폐기능과 가슴우리 확장을 증가시키며, 가슴우리확장은 체간안정성 향상에 효과적이라고 생각된다.

가로막은 체간근육의 작용에 따라 위쪽과 아래쪽으로 위치한다. 뇌졸중 환자의 마비쪽 가로막은 최대 날숨 동안 아래쪽으로 위치한다. 복부근은 날숨의 작용과 들숨 동안 복벽의 긴장도 유지를 위한 가로막의 작용에 직접적으로 영향을 미친다.²⁷⁾ 복부근의 정상 긴장도 유지는 가로막이 과도하게 수축하는 것을 방지하여 가로막이 길이와 장력 곡선에서 적절하게 기능할 수 있도록 한다. 들숨 동안에 발생한 복부 압력의 증가는 가로막 작용으로 체간을 충분히 팽창할 수 있도록 한다.²⁸⁾ 그러나 복부근의 약화는 가로막과의 협력 작용에서 영향을 미치어 가로막의 기능을 감소시킨다.²⁷⁾

가슴팽창 저항 훈련은 신경생리학적 기전을 적용한 호흡훈련 방법이며, 호흡근의 길이 변화에 저항하는 근방추를 통한 신장된 근육섬유의 수축을 촉진하는 신장반사를 근거로 하는 훈련이다.¹⁴⁾ 들숨 하는 동안 치료사의 저항은 가로막과 들숨 근육의 활성화를 유도하고 날숨 동안 치료사의 신장력 적용은 근육의 경직을 감소시킨다. 만성기 뇌졸중 환자에게 일반적 호흡훈련과 가슴팽창 저항 훈련 결과 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 폐기능과 TIS가 향상 되었으며, 일반적 호흡훈련과 가슴팽창 저항 훈련은 호흡근 작용과 지구력 뿐만 아니라 체간 안정화에 긍정적 영향을 미친다.²⁶⁾ 본 연구에서는 만성기 뇌졸중 환자에게 적용한 호흡훈련 중 일반적 호흡훈련 보다 가슴팽창 저항 훈련에서 폐기능과 TIS가 유의하게 향상되어 선행연구와 다른 결과가 나타났다. 가슴팽창 저항 훈련은 가슴우리 확장으로 TIS가 유의하게 향상되었던 것으로 판단되며, 본 연구에서는 대상자의 수가 적고 중개 기간이 짧아 호흡훈련 방법에 대한 효과의 검증이 필요하다고 생각된다. 그러나 만성기 뇌졸중 환자의 신체 지구력 향상과²⁹⁾ 체간의 안정성 증가를 위

한 호흡근 강화의 훈련은 재활치료 프로그램으로 추가하는 것이 필요하다.³⁰⁾

본 연구에서는 가슴팽창 저항 훈련과 일반적 호흡훈련을 실시 한 결과 가슴팽창 저항 훈련이 폐기능, 몸통손상척도, 가슴우리확장에 더 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 호흡근 훈련은 일반적 호흡훈련 보다 치료사 핸들링을 통한 직접적 훈련이 더 효과적이며, 6주간의 중재 후에도 호흡훈련의 효과가 나타났다. 따라서 임상에서 호흡훈련이 포함된 재활치료가 필요하다고 생각된다. 본 연구의 제한점은 첫째, 대상자 수가 적어 모든 뇌졸중 환자에게 일반화할 수가 없다. 둘째, 폐활량계 검사 중 호흡근 작용에 따른 압력 변수가 제외되었다. 셋째, 호흡근 훈련에 따른 신체기능 회복의 변수가 제외되었다. 이와 같은 연구 제한점을 추후에 보완하여 연구를 진행하여 만성기 뇌졸중 환자의 재활훈련과 함께 호흡훈련의 중요성을 제시하고자 한다.

References

1. Lee BW, Kwon HK, Lee HJ. Clinical pictures of stroke patients. *Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2000; 24(3):370-74.
2. McKenna K, Liddle J, Brown A, et al. Comparison of time use, role participation and life satisfaction of older people after stroke with a sample without stroke. *Australian Occupational Therapy Journal*. 2009;56(3): 177-88.
3. de Almeida ICL, Clementino ACCR, Rocha EHT, et al. Effects of hemiplegy on pulmonary function and diaphragmatic dome displacement. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2011;178(2):196-201.
4. Howard RS, Rudd AG, Wolfe CD, et al. Pathophysiological and clinical aspects of breathing after stroke. *Postgraduate Medical Journal*. 2001;77(913):700-2.
5. Laroche CM, Carroll N, Moxham J, et al. Clinical significance of severe isolated diaphragm weakness. *American Review of Respiratory Disease*. 1988;138(4): 862-6.
6. Annoni JM, Ackermann D, Kesselring J. Respiratory function in chronic hemiplegia. *International Disability Studies*. 1990;12(2):78-80.
7. Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, et al. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;92(2):184-90.
8. Kim BR, Chun MH, Kang SH. Change of respiratory function following rehabilitation in acute hemiplegic stroke patients. *Journal of Korean Academy of*

- Rehabilitation Medicine. 2009;33(1):21-8.
9. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?. *Stroke*. 2009;40(4):e89-e97.
 10. Jo MR, Kim NS. Combined respiratory muscle training facilitates expiratory muscle activity in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2017;29(11): 1970-3.
 11. Kim BR, Kang JI, Kim YN, et al. Effects of respiratory muscle strengthening exercise on respiratory function and activities of daily living in stroke patients. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2017;29(1):1-6.
 12. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Respiratory muscle assessment. *European Respiratory Monograph*. 2005;31:57.
 13. Khedr EM, El Shinawy O, Khedr T, et al. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *European Journal of Neurology*. 2000;7(3):323-30.
 14. Kim CB, Yang JM, Choi D. The effects of chest expansion resistance exercise on chest expansion and maximal respiratory pressure in elderly with inspiratory muscle weakness. *Journal of physical therapy science*. 2015; 27(4):1121-4.
 15. Ku M, Park DS. Effects of inspiratory training on respiratory function and balance in stroke patients: a randomized controlled trial. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2024;13(1):26-35.
 16. Jones AY, Dean E, Chow CC. Comparison of the oxygen cost of breathing exercises and spontaneous breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Physical Therapy*. 2003;83(5):424-31.
 17. 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. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. 2021;26:1-8.
 18. Shin SO, Kim NS. Correlation between muscle strength, pulmonary function and respiratory muscle in children with cerebral palsy. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2016;11(2):123-30.
 19. Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2004;18(3):326-34.
 20. Bockenbauer SE, Chen H, Julliard KN, et al. Measuring thoracic excursion: reliability of the cloth tape measure technique. *Journal of Osteopathic Medicine*. 2007;107(5): 191-6.
 21. Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2013; 44(7):2064-89.
 22. Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *American Journal of Respiratory and Critical care Medicine*. 2003;168(1): 109-13.
 23. Drakopanagiotakis F, Bonelis K, Steiropoulos P, et al. Pulmonary Function Tests Post-Stroke. Correlation between Lung Function, Severity of Stroke, and Improvement after Respiratory Muscle Training. *Neurology International*. 2024; 16(1):139-61.
 24. Petrovic M, Lahrmann H, Pohl W, et al. Idiopathic diaphragmatic paralysis-Satisfactory improvement of inspiratory muscle function by inspiratory muscle training. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2009; 165(2-3):266-7.
 25. Jang SH, Bang HS. Effect of thoracic and cervical joint mobilization on pulmonary function in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016; 28(1):257-60.
 26. Lee YJ, Kim Y, Kim DH. Chest mobilization and breathing exercises on respiratory function, trunk stability, and endurance in chronic stroke patients who have contracted coronavirus disease. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(12):2180.
 27. 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*. 2005;86(10): 1974-78.
 28. De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory muscles. *Comprehensive Physiology*. 2011;1(3):1273 -300.
 29. Lee SS, Yang KH, Park JS. The effects of restricted walking patterns on cardiopulmonary functions of young adult. *Journal of Korean Society for Neurotherapy*. 2018;22(2):41-6.
 30. Han DH, Choi JD. The effects of expiratory respiratory muscle strength training with visual feedback on pulmonary function, trunk stability and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Korean Society for Neurotherapy*. 2018;22(2):33-9.