

8주간의 들숨근 훈련이 뇌졸중 환자의 들숨 기능, 보행 능력, 지구력에 미치는 영향

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2026.14.1.61>

대한심장호흡물리치료학회지 제14권 제1호 2026, PP.61-66

■ 양대중¹, 강정일¹, 정대근¹, 윤종혁¹, 이형석^{1,2*}

■ ¹세한대학교 물리치료학과, ²세한대학교 대학원 물리치료학과

Effects of 8-Week Inspiratory Muscle Training on Inspiratory Function, Walking Ability, and Endurance in Patients with Stroke

Dae-Jung, Yang¹, Jeong-Il Kang¹, Dae-Geun Jung¹, Jong-Hyeok Yoon¹, Hyeong-Seok Lee^{1,2*}

¹Department of Physical Therapy, Sehan University

²Department of Physical Therapy, Graduate School, Sehan University

Purpose: This study aimed to investigate the effects of an 8-week inspiratory muscle training (IMT) program on inspiratory function, walking ability, and endurance in patients with stroke. **Methods:** A total of 30 patients with stroke were randomly assigned to the IMT group (n=15) and the neurodevelopmental treatment (NDT) group (n=15). The IMT group performed IMT using the POWERbreathe K5 device at 40%-60% of maximal inspiratory pressure (MIP) for 30 min per session, 5 days per week for 8 weeks, in addition to conventional neurodevelopmental treatment. The NDT group received only conventional NDT. Inspiratory function parameters, the 10-meter walk test (10MWT), and the 6-min walk test (6MWT) were evaluated before and after the intervention. Data were analyzed using paired t-tests and analysis of covariance with preintervention values as covariates, and the significance level was set at $\alpha=.05$. **Results:** After the intervention, the IMT group showed significant improvements in MIP, maximal inspiratory flow rate, and maximal inspiratory volume ($p<.05$), whereas no significant changes were observed in the NDT group. In addition, the IMT group demonstrated significant enhancements in walking ability and endurance, as evidenced by reduced 10MWT times and increased 6MWT distances ($p<.05$). Between-group comparisons revealed that the IMT group exhibited significantly greater improvements than the NDT group in all inspiratory function and walking-related parameters. **Conclusion:** IMT effectively improved inspiratory function, walking ability, and endurance in patients with stroke. These findings indicate that IMT is a safe and feasible intervention with clinical value, offering integrated improvements in inspiratory and motor functions beyond those achieved by conventional neurorehabilitation programs.

Key words: Stroke, Inspiratory muscle training, Inspiratory function, Walking ability, Endurance

Received: October 20, 2025 / **Revised:** November 05, 2025 / **Accepted:** November 11, 2025

I. 서론

뇌졸중은 전 세계적으로 주요한 사망 원인이자 장기적인 장애를 유발하는 대표적인 신경학적 질환으로, 생존자 다수는 다양한 신체적·기능적 후유증을 경험한다(He 등, 2024). 특히 근력 약화는 뇌졸중 환자에서 가장 흔히 나타나는 문제로, 이는 상지와 하지뿐만 아니라 호흡근에도 영향을 미쳐 호흡 기능 저하를 초래한다(Pozuelo-Carrascosa 등, 2020). 호흡근 약화와 이에 따른 환기 기능 감소는 운동 수행 능력 저하, 일상생활 활동의 제한,

피로 및 삶의 질 저하와 밀접한 관련이 있으며, 결국 환자의 독립성을 저해하는 중요한 요인이 된다(Yildiz 등, 2024).

현재 임상 현장에서 시행되는 일반적 물리치료는 관절 가동범위 운동, 근력 강화, 균형 및 보행 훈련 등을 중심으로 이루어진다(Kim 등, 2014). 이러한 치료는 신체 기능 회복에는 효과적일 수 있으나, 호흡근의 직접적인 약화와 흡기 기능 저하를 충분히 개선하지 못하는 한계가 있다(Deme 등, 2022; Liu 등, 2024). 뇌졸중 환자의 호흡근 약화는 단순히 폐활량 감소에 그치지 않고, 보행 능력과 지구력 감소로 이어져 전반적인 측정 결과에도 부정

본 연구는 세한대학교 2026년도 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

교신저자: 이형석

주소: 58447 전라남도 영암군 삼호읍 녹색로 1113 세한대학교 대학원 물리치료학과, E-mail. lhspt@naver.com

적인 영향을 미친다(Liu 등, 2025). 따라서 호흡근 기능을 강화하는 특화된 중재가 필요하다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 최근에는 들숨근 훈련(inspiratory muscle training, IMT)이 주목받고 있다. IMT는 호흡 시 주된 역할을 하는 가로막과 보조 호흡근에 저항을 부여하여 근력과 지구력을 향상시키는 방법이다(Lee 등, 2021). 선행 연구에 따르면, Tovar-Alcaraz 등(2021)과 Britto 등(2011)은 IMT 훈련이 호흡 근력과 폐활량을 향상시키는 데 효과적이라고 보고하였고 Jung과 Bang(2017)은 보행 능력 및 지구력에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. 또한, Pozuelo-Carrascosa 등(2020)은 호흡근 훈련(respiratory muscle training, RMT)에 대한 메타분석을 통해 호흡 관련 중재는 뇌졸중 환자의 폐 기능, 날숨 및 들숨 근육의 강도, 보행 능력 향상에 효과적이라고 보고하였다. 그러나 임상적 효과를 보다 명확히 검증하기 위해서는 충분한 표본 수와 체계적인 중재 기간, 빈도, 강도를 갖춘 무작위 대조 연구가 필요하다고 하였다. Zhang 등(2020)은 메타분석을 통해 IMT가 폐 기능 및 심폐 지구력을 향상시킨다고 보고하여 운동 프로그램으로서의 효과를 입증하였다.

그러나 이러한 연구들은 단기간(4-6주 미만)의 중재에 초점을 맞추어, 향상된 호흡 기능이 실제 기능적 수행(보행, 지구력, 일상 생활 독립성)으로 어떻게 전이되는지에 대한 근거를 충분히 제시하지 못했다. Jung과 Bang(2017)은 12명의 소표본을 대상으로 4주간의 IMT 효과를 보고하였으며, Vaz 등(2021)은 6주간의 IMT가 들숨근 및 지구력에 효과적이라고 보고하였으나, 보행 능력, 삶의 질 및 일상생활 활동에서는 유의한 차이를 보이지 않아 중재 기간의 충분성에 대한 의문을 제기하였다.

이처럼 IMT의 적용 기간·강도·빈도에 대한 처방학적 근거 역시 명확히 제시되지 않아, 임상 현장에서 활용 가능한 최적의 중재 기준과 병행 적용의 임상적 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 단기 연구보다 비교적 확장된 중기(8주간) 중재를 통해 들숨 기능, 보행 능력 및 지구력에 미치는 영향을 다차원적으로 규명하고자 한다. 이를 통해 기존 연구의 한계를 보완하고, 임상적으로 활용 가능한 실질적 근거를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 방법

본 연구는 대한민국 목포시에 위치한 요양병원에 입원 중인 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 실시되었다. 모든 대상자는 참여 이전에 연구에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적으로 동의서를 작성한 후 진행하였다. 연구의 필요한 표본 수는 G*Power 3.1 소프트웨어(Franz Faul, University of Kiel)의 ANCOVA ($F=5.7$,

$\alpha=.05$, $1-\beta=.80$, 그룹 2, 공변량 1) 기반으로 표본 수를 산출하였으며, 산출 결과 최소 27명이 필요한 것으로 도출되었고 탈락자를 고려하여 총 30명을 모집하였다.(Faul 등, 2007). 대상자의 선정 기준은 (1) 전문의에 의해 뇌졸중(stroke) 진단을 받고 6개월 이상 경과한 만성기 환자, (2) 10m 이상 독립적으로 보행이 가능한 자, (3) MMSE-K 점수가 24점 이상으로 의사소통이 원활한 자, (4) 본 연구의 중재를 수행 할 수 있는 자, (5) 뇌졸중으로 인한 호흡근 약화가 관찰되어 IMT이 필요한 자로 하였다. 이는 뇌졸중 환자에서 흔히 나타나는 호흡근 약화와 폐활량 감소를 개선하기 위한 중재 효과를 검증하기 위함이다. 제외 기준은 (1) 최근 6개월 이내에 호흡기 관련 재활이나 유사한 훈련 프로그램(IMT, RMT 등)에 참여한 경험이 있는 자, (2) 심각한 심폐질환 또는 심혈관계 합병증으로 인해 IMT 수행이 제한되는 자로 하였다.

본 연구는 무작위 대조 연구(randomized controlled trial, RCT) 설계로 구성되었으며, 대상자들은 무작위 배점 프로그램(research randomizer, version 1.0)을 통해 IMT 그룹과 신경발달치료(neurodevelopmental treatment, NDT) 그룹으로 각각 15명씩 무작위 배정되었다. 무작위 배정은 제 3자가 생성한 난수표를 이용하여 순차적으로 봉인된 불투명 봉투에 할당 번호를 삽입함으로써 할당 은폐를 유지하였다. 연구의 사전-사후 측정과 중재는 정확성을 위해 임상 경력 3년 이상의 물리치료사가 실시하였으며, 연구 결과의 편향을 최소화하기 위해 중재를 수행하는 치료사와 측정을 담당하는 평가자를 구분하였으며, 평가자는 그룹 배정을 알지 못하도록 단일 맹검(single-blind) 방식으로 진행하였다.

2. 중재 방법

본 연구는 무작위 배정을 통해 IMT 그룹과 NDT 그룹으로 배정되어 진행되었다. IMT 그룹은 NDT 30분 중재 후 추가로 IMT를 30분 중재하였으며, NDT 그룹은 NDT를 30분씩 2회 중재하였다. 중재는 8주 동안 주 5회 진행되었다.

1) 들숨근 훈련(IMT)

IMT는 POWERbreathe K5(POWERbreathe K5, HaB International Ltd, UK)를 사용하여 진행되었다. 훈련 초기에는 준비 단계로 가로막 호흡(diaphragmatic breathing)을 15분간 실시한 후 POWERbreathe K5장비를 이용하여 5분간의 IMT를 2세트 수행 하였다. 각 세트간에는 5분의 휴식시간을 부여하였다. 대상자는 코마개를 착용하고 마우스피스를 입술로 단단히 닫은 상태에서 잔기 용량까지 완전히 날숨한 후, 가능한 빠르고 강하게 들숨하도록 하였다. 훈련 강도는 최대흡기압(maximal inspiratory pressure, MIP)의 40%(auto mode-very light)에서 시작하여 점진적으로 60%(auto mode-moderate)까지 증가시켰다(Lee와 Jeon, 2025). 본 훈련은 신경계 재활 치료 분야에

서 3년 이상의 임상 경력과 호흡물리치료에 대한 교육을 받은 물리치료가 실시하였으며, 훈련의 일관성과 신뢰성을 높이기 위해 동일한 치료가 전 과정을 진행하였다.

2) 신경발달치료(NDT)

NDT는 관절 가동 범위 운동, 근력 운동, 균형 훈련 및 보행 훈련으로 구성되었다. 관절 가동 범위 운동은 수동·능동적 관절 운동과 스트레칭을 실시하였으며, 근력 운동은 엉덩관절과 무릎 관절의 굽힘과 펴, 교각 운동, 앉았다 일어서기 등을 실시하였다. 균형 훈련은 마비측 하지로 체중을 이동하여 자세를 유지하는 훈련을 실시하였으며, 보행 훈련은 치료사의 감독하에 평지 보행을 실시하였다. 본 치료는 3년 이상의 임상 경험과 신경발달치료 교육을 이수한 물리치료가 진행하였으며, 강도는 대상자의 기능 상태와 특정 요구 및 선호도에 맞춰 진행되었다.

3. 측정 도구 및 방법

1) 들숨 기능 검사

들숨 기능은 POWERbreathe K5 장비를 사용하여, 최대 들숨 압(MIP), 최대 들숨 유속(maximal inspiratory flow rate, MIFR), 최대 들숨용적(maximal inspiratory capacity, MIC)을 측정하였다. 측정 데이터는 500Hz 주파수로 Breathe-link live feedback software에 기록된다. 대상자는 의자에 등을 기대지 않고 앉은 상태에서 코집개와 마우스피스를 착용하고 폐의 잔기량(residual volume, RV) 까지 최대 날숨을 한 후 2초 간 가능한 강하고 깊게 최대 들숨을 하도록 하였다. 치료사는 내쉬세요, 들이마시세요, 좋아요와 같은 구두 지시를 통해 적극적인 격려를 제공하였다(Kowalski과 Klusiewicz(2023)). 이 장비는 검사자 내 신뢰도는 급내 상관계수(ICC) 0.959 ~ 0.986, 검사자 간 신뢰도는 ICC 0.933 ~ 0.985로 높은 신뢰도를 보여준다(Lee 등, 2016). 측정은 총 3회 실시하였으며, 측정값은 가장 높은 값을 사용하였다.

2) 보행 및 지구력 검사

보행 및 지구력 검사는 임상 실무에서 널리 사용되고 있는 10m 보행 검사(10m walking test, 10MWT)와 (6minute walking test, 6MWT)를 사용하여 측정하였다. 10MWT는 신경학적 손상으로 인한 보행 장애 환자의 보행 속도와 보행 효율성을 평가하기 위한 단거리 보행 검사로, 주로 기능적 보행 수행 능력과 이동 효율성을 반영하기 위해 개발된 대표적인 평가도구이다. 측정 거리는 총 14m이며, 이 중 가속(출발선에서 2m) 및 감속(정지선에서 2m) 구간을 제외한 나머지 10m 구간의 보행 시간을 측정한다(Suzuki 등, 1999). 측정은 초시계를 사용하였으며, 측정값은 3회 측정 후 평균값을 산출하여 사용하였다. 10MWT는 평가자 내 신뢰도 0.95-0.99, 평가자 간 신뢰도는

0.87-0.88로 높은 신뢰도를 보여준다(Green 등, 2002).

6MWT는 신경계 손상 환자 및 심장 호흡 등 다양한 질환의 환자들을 대상으로 심폐 지구력과 운동 지속 능력을 평가하기 위한 검사로, 실제 일상생활 활동에 가까운 장거리 보행 수행 능력을 측정하는 대표적인 평가도구이다. 측정은 최대한 조용하고 장애물이 없는 공간에서 실시하였으며, 측정 시 대상자는 최대한 빠른 속도로 30m 구간의 반환점을 돌며 걷도록 하였다(Holland 등, 2014). 이때, 치료사는 중간에 한번씩 힘내세요, 걸으세요. 잘하고 있습니다와 같은 격려를 제공하였으며, 측정은 6분 동안 걸은 총거리를 측정하였다. 6MWT는 평가자 간 신뢰도가 0.95로 높은 수준을 보인다(Cheng 등, 2020).

4. 분석 방법

모든 자료의 분석은 IBM SPSS 27.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였다. 측정값은 평균과 표준편차(mean $\pm$ standard deviation, SD)로 제시하였으며, 정규성 검정과 분산의 동질성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정과 Levene 검정을 실시하였다. 집단 내 중재 전·후 변화는 대응표본 t-검정을 통해 분석하였으며, 집단 간 비교 시 사전값의 영향을 통제하기 위해 사전값(Pre)을 공변량으로 설정하여 공분산분석(ANCOVA)을 사용하였다. 이는 중재 전 각 변수의 기초 수준 차이를 보정함으로써 순수한 중재 효과(intervention effect)를 보다 정확하게 검증하기 위함이다. 또한, 다중검정으로 인한 제1종 오류(Type I error)를 통제하기 위해 Bonferroni 보정(bonferroni correction)을 적용하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구의 연구대상자 특성은 표 1에 제시된 바와 같이 IMT

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (단위)

구분	들숨근 훈련 (n=15)	신경발달치료 (n=15)	P
나이(years)	61.80 $\pm$ 8.18	59.26 $\pm$ 6.01	0.285
신장(cm)	167.93 $\pm$ 9.85	166.06 $\pm$ 7.97	0.471
몸무게(kg)	60.93 $\pm$ 8.35	58.93 $\pm$ 9.37	0.488
MMSE-K(score)	26.26 $\pm$ 1.53	25.86 $\pm$ 1.72	0.751
발병기간(month)	16.93 $\pm$ 3.97	17.33 $\pm$ 3.97	0.772
발병기전(출혈/경색)	10/5	9/6	
마비측(왼쪽/오른쪽)	9/6	8/7	
성별(남/여)	7/8	9/6	

Mean $\pm$ SD.

MMSE-K : Mini-Mental State Examination Korean.

표 2. 중재 방법에 따른 평가항목의 변화

(단위)

변인	그룹	운동 전	운동 후	집단 내		집단 간			
				t	p	F	p	partial η^2	MD[adj] (95% CI)
MIP (cmH ₂ O)	들숨근 훈련	36.07±5.44	48.53±7.68	-9.339	0.000*	65.785	0.000*	0.709	11.657
	신경발달치료	35.72±4.84	36.53±4.83	-1.776	0.098				(8.708-14.605)
MIFR (L/sec)	들숨근 훈련	1.52±0.46	3.16±0.78	-13.976	0.000*	124.88	0.000*	0.822	1.529
	신경발달치료	1.67±0.51	1.80±0.53	-1.939	0.073				(1.248-1.809)
MIC (L)	들숨근 훈련	1.37±0.34	1.62±0.35	-7.349	0.000*	30.081	0.000*	0.527	0.226
	신경발달치료	1.29±0.31	1.33±0.29	-1.530	0.148				(0.142-0.311)
10MWT (sec)	들숨근 훈련	23.36±3.33	18.84±2.13	4.406	0.001*	4.260	0.049*	0.136	2.295
	신경발달치료	24.72±2.79	21.55±3.77	3.846	0.002*				(0.014-4.576)
6MWT (m)	들숨근 훈련	259.04±15.85	292.33±19.98	-5.940	0.000*	5.038	0.033*	0.157	16.739
	신경발달치료	266.23±17.43	279.15±20.91	-2.244	0.042*				(1.437-33.042)

Mean±SD, *p<0.05.

MIP : Maximal Inspiratory Pressure ; MIFR : Maximal Inspiratory Flow Rate ; MIC : Maximal Inspiratory Capacity ; 10MWT : 10m Walking Test ; 6MWT : 6minute Walking Test.

그룹과 NDT 그룹은 통계학적으로 유의한 차이가 없어 모두 동일한 것으로 나타났다.

2. 중재 방법에 따른 평가항목의 변화

집단 내 분석 결과, IMT 그룹은 들숨 기능, 보행 및 지구력에 관한 모든 항목에서 유의한 차이를 보였으며, NDT 그룹은 들숨 기능을 제외한 보행 및 지구력에 관련된 항목에서 유의한 차이를 보였다(p<.05).

집단 간 분석 결과, IMT 그룹이 NDT 그룹에 비해 모든 항목에서 큰 변화를 보이며 유의한 차이를 보였다(p<.05). 각 변수의 변화는 다음과 같다(표 2).

IV. 고 찰

본 연구는 8주간의 IMT가 뇌졸중 환자의 들숨 기능, 보행 능력 및 지구력에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 그 결과, IMT 그룹은 MIP, MIFR, MIC, 10MWT, 6MWT에서 모두 유의한 향상을 보였으며, 이는 NDT만을 시행한 대조군보다 통계적으로 우수한 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 들숨근 훈련이 호흡기능 향상을 넘어 전신적인 기능 회복, 특히 보행과 지구력 향상에 긍정적인 전이 효과를 미친다는 점을 시사한다.

IMT는 주로 가로막과 보조 호흡근에 저항을 부여하여 근력과 지구력을 강화하는 훈련으로, 들숨 시 근육축력을 증가시키고 폐포 환기 능력을 향상시킨다. Pozuelo-Carrascosa 등(2020)은 호흡근 훈련에 대한 체계적 문헌고찰을 통해 IMT가 뇌졸중 환자

의 폐활량과 들숨근 강도를 유의하게 향상시키며, 6MWT에서도 긍정적인 변화를 보인다고 보고하였다. 본 연구에서도 유사한 결과를 보였으며, 8주간의 지속적인 중기 부하 훈련이 근력 향상뿐만 아니라 심폐 지구력 개선에도 기여했음을 확인하였다. 또한 Liu 등(2024)은 뇌졸중 환자에

대한 IMT를 포함한 호흡근 훈련의 효과를 위한 메타분석을 진행하였다. 그 결과, 들숨 기능과 폐 기능뿐 아니라 가로막 두께를 증가시키고 6MWT 거리에서도 상당한 향상을 보였다고 보고하였다. 이는 본 연구의 MIP 향상 결과와 일치하며, IMT가 가로막의 기능적 활성화를 유도했을 가능성을 뒷받침한다.

Jung과 Bang(2017)은 4주간의 IMT 적용으로 6MWT와 폐 기능에서 유의한 향상을 확인하였으나 단기간의 중재로 인한 지속 효과에 대한 근거는 부족하다고 언급하였다. 그러나 본 연구는 기존 연구보다 기간을 확장한 중기 중재를 통해 호흡근 적응과 전신 기능 향상에 더 효과적임을 입증하였다. 이는 근신경 적응과 관련된 생리학적 변화가 일정 기간 이상 누적되어야 기능적 수행으로 전이된다는 기존 운동 생리학적 근거와도 일치한다.

본 연구에서 보행 능력과 지구력의 향상은 들숨근 강화로 인한 호흡 효율성의 개선 및 근신경 조절 능력의 향상과 관련된 것으로 보인다. 이는 산소 운반 능력이나 에너지 효율의 직접적 검증은 아니지만, 호흡근 기능 강화가 전신 수행 능력에 긍정적 영향을 준 것으로 생각된다. Kim 등(2014)은 개별화된 호흡근 훈련이 뇌졸중 환자의 폐 기능과 운동 능력을 향상시키며, 이는 호흡근 피로 감소와 에너지 효율성 개선을 통해 보행 능력 향상에 기여한다고 보고하였다. Tovar-Alcaraz 등(2021)은 뇌졸중 환자의 MIP와 보행 거리 향상에 긍정적 영향을 준다고 하였다. 이는

본 연구에서 확인된 보행 및 지구력 향상 결과와 일치하며, 호흡근 강화가 하지 근육의 산소 이용 효율성을 높여 피로 저항성을 향상시켰음을 시사한다.

또한, NDT 그룹에서도 10MWT와 6MWT에서 유의한 향상이 나타난 것은, NDT가 신경근 재교육과 체중 이동 훈련을 포함하여 기본적인 보행 패턴 회복에 도움을 주었기 때문으로 판단된다. 즉, NDT는 신체 정렬, 근긴장 조절, 체간 안정성 향상 등을 통해 보행의 기초적 요소를 개선시킬 수 있으며, 이는 중기 기간이라도 일정 수준의 기능적 회복을 유도할 수 있다. 다만, 이러한 향상은 호흡 및 순환계 기능을 직접적으로 자극하지 못하기 때문에, IMT군에서처럼 심폐 지구력과 산소 이용 효율의 전반적인 향상으로 이어지지는 않은 것으로 보인다. 따라서 IMT의 추가 적용이 호흡근뿐 아니라 하지 근육 활성화와 에너지 대사 효율성 향상에 기여하여 보다 큰 기능적 변화를 유도한 것으로 생각된다.

Vaz 등(2021)은 6주간의 IMT는 들숨근과 지구력에는 효과적이지만, 기능적 수행능력(일상생활능력 및 삶의 질)에는 유의한 변화를 보이지 않았다고 보고하였다. 이는 비교적 짧은 중재 기간과 낮은 강도 설정으로 인해 기능적 전이 효과가 제한되었기 때문으로 생각된다. 본 연구는 8주간의 점진적 강도 부하(40~60%)를 적용함으로써 단기 연구의 한계를 보완하고, 근력뿐 아니라 기능적 수행에서도 유의한 향상을 얻었으며, 이는 선행 연구들의 제한점을 보완한 결과라 할 수 있다.

이러한 결과는 IMT가 단순한 호흡기능 개선을 넘어 뇌졸중 환자의 전반적인 신체 수행능력 회복에 기여할 수 있음을 시사한다. 특히 IMT는 별도의 장비와 공간 제약이 크지 않아 임상현장 및 지역사회 재활 프로그램에서도 충분히 활용 가능하다. 이는 호흡근 약화로 인한 활동 제한을 개선하고, 중기 수준의 지속적 훈련을 통해 일상생활 독립성과 삶의 질을 향상시킬 수 있는 실질적인 재활 중재 전략으로서 의미가 있다.

본 연구의 한계로는 비교적 작은 표본 수와 단일 기관에서의 시행으로 인해 결과의 일반화에 제한이 있다는 점을 들 수 있다. 또한 중재 종료 후 추적 관찰이 이루어지지 않아 장기적인 지속 효과를 확인하지 못했다는 점 역시 보완되어야 한다. 향후 연구에서는 다양한 강도 및 기간에 따른 효과 비교, 신경학적·생리학적 지표(예: 근전도, 산소포화도)와의 연계 분석을 통해 IMT의 작용 기전을 보다 명확히 규명할 필요가 있다.

이처럼 본 연구는 8주간의 IMT가 뇌졸중 환자의 들숨근 기능을 향상시킬 뿐 아니라 보행 능력과 지구력 향상에도 긍정적인 영향을 미친다는 근거를 제시하였다. 따라서 본 연구는 장기 효과를 검증하기 위한 기반자료로서의 가치가 있으며, 중기 수준의 효과를 통해 IMT의 임상적 활용 가능성을 확인하였다. 이러한 결과는 IMT가 뇌졸중 환자의 전신 기능 회복을 촉진하는 효과적인 재활 중재로 활용될 수 있음을 보여준다.

V. 결 론

본 연구는 8주간의 IMT가 뇌졸중 환자의 들숨근 기능, 보행능력 및 지구력에 유의한 향상을 보였으며, 기존의 신경발달치료를 시행한 대조군보다 효과적임을 확인하였다. 이는 들숨근 강화가 호흡 생리 개선을 넘어 전신 기능 수행으로 전이될 수 있음을 보여주며, 기존 근거들이 제시한 호흡기능·보행능력 개선 효과를 표본과 처방 강도·기간에서 재현·확장한 결과이다. 임상적으로 IMT는 간편한 장비와 표준 재활과의 병행이 가능하다는 점에서, 이급성기부터 만성기의 광범위한 환자에게 적용 가능한 보완적 핵심 중재로 권고될 수 있다. 그러나 추적 관찰의 부재로 인해 본 연구는 ‘장기’ 효과보다는 중기 수준의 효과를 확인한 연구로 해석되어야 한다. 따라서 본 연구 결과를 일반화하거나 지속 효과로 단정하기에는 한계가 존재한다. 향후에는 다기관 대규모 무작위대조연구를 통해 강도·빈도·기간의 최적 처방을 규명하고, 가로막 초음파, 심폐운동검사 등 객관적 생리지표와 장기 추적을 포함한 평가로 기전과 임상적 파급효과를 정밀 검증할 필요가 있다. 따라서 IMT는 뇌졸중 환자의 호흡근 기능을 강화하고 보행 및 지구력 회복을 촉진하는 근거기반 중재로서, 기존 재활에 체계적으로 통합될 가치가 충분하다.

참고문헌

- Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, et al. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 92(2);184-190, 2011.
- Cheng DK, Nelson M, Brooks D, Salbach NM. Validation of stroke-specific protocols for the 10-meter walk test and 6-minute walk test conducted using 15-meter and 30-meter walkways. *Top Stroke Rehabil*, 27(4);251-261, 2020.
- Deme S, Lamba D, Alamer A, et al. Effectiveness of Respiratory Muscle Training on Respiratory Muscle Strength, Pulmonary Function, and Respiratory Complications in Stroke Survivors: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Degener Neurol Neuromuscul Dis*, 12;75-84, 2022.
- Faul F, Erdfelder E, Lang AG, et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 39(2);175-191, 2007.
- Green J, Forster A, Young J. Reliability of gait speed measured by a timed walking test in patients one

- year after stroke. *Clin Rehabil*, 16(3);306-314, 2002.
- He Q, Wang W, Zhang Y, et al. Global, Regional, and National Burden of Stroke, 1990-2021: A Systematic Analysis for Global Burden of Disease 2021. *Stroke*, 55(12);2815-2824, 2024.
- Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *Eur Respir J*, 44(6);1428-1446, 2014.
- Jung KM, Bang DH. Effect of inspiratory muscle training on respiratory capacity and walking ability with subacute stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *J Phys Ther Sci*, 29(2);336-339, 2017.
- Kim J, Park JH, Yim J. Effects of respiratory muscle and endurance training using an individualized training device on the pulmonary function and exercise capacity in stroke patients. *Med Sci Monit*, 20;2543-2549, 2014.
- Kowalski T, Klusiewicz A. POWERbreathe® S-Index Test –guidelines and recommendations for practitioners. *Biomedical Human Kinetics*, 15(1);225-228, 2023.
- Lee CT, Chien JY, Hsu MJ, et al. Inspiratory muscle activation during inspiratory muscle training in patients with COPD. *Respir Med*, 190;106676, 2021.
- Lee DH, Jeon HJ. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, trunk stability, and balance in stroke patients: a stratified randomized controlled trial. *J Exerc Rehabil*, 21(3);131-139, 2025.
- Lee KB, Kim MK, Jeong JR, et al. Reliability of an Electronic Inspiratory Loading Device for Assessing Pulmonary Function in Post-Stroke Patients. *Med Sci Monit*, 22;191-196, 2016.
- Liu F, Jones AYM, Tsang RCC, et al. Effects of inspiratory muscle training on respiratory function, diaphragmatic thickness, balance control, exercise capacity and quality of life in people after stroke: A randomized controlled trial protocol. *PLoS One*, 20(3);e0319899, 2025.
- Liu YT, Liu XX, Liu YQ, et al. Effects of respiratory muscle training on post-stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *World J Clin Cases*, 12(20);4289-4300, 2024.
- 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*, 17(15);5356, 2020.
- Suzuki K, Imada G, Iwaya T, Handa T, Kurogo H. Determinants and predictors of the maximum walking speed during computer-assisted gait training in hemiparetic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(2);179-182, 1999.
- Tovar-Alcaraz A, de Oliveira-Sousa SL, Leon-Garzon MC, et al. Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la funcion respiratoria y el equilibrio en supervivientes de ictus: un ensayo clinico controlado aleatorizado [Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and balance in stroke survivors: a randomized controlled trial]. *Rev Neurol*, 72(4);112-120, 2021.
- Vaz LO, Almeida JC, Froes KSDSO, et al, Oliveira-Filho J. Effects of inspiratory muscle training on walking capacity of individuals after stroke: A double-blind randomized trial. *Clin Rehabil*, 35(9);1247-1256, 2021.
- Yildiz A, Mustafaoglu R, Bardak AN. Respiratory muscle strength in stroke: a case-control study. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 70(8);e20240061, 2024.
- Zhang X, Zheng Y, Dang Y, et al. Can inspiratory muscle training benefit patients after stroke? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil*, 34(7);866-876, 2020.