

속도 방식에 따른 보행훈련이 일반 성인의 호흡기능에 미치는 영향

정형윤¹, 조운수², 최아영², 김용성^{2*}

¹부안 드림병원 물리치료실, ²남부대학교 물리치료학과

Effect on Respiratory Function of the General Adult by Gait Training Based on the Way in a Speed Pattern

Hyung-Yoon Jeong¹, Woon-Soo Cho², Ah-young Choi², Yong-Seong Kim^{2*}

¹Physical therapy center, Bu-an Dream Hospital

²Department of physical therapy, Nambu University

요약 본 연구는 속도 방식에 따른 보행훈련이 일반 성인의 호흡기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 연구 대상자 37명을 세 그룹으로 나누어 각각 속도, 평보, 교대 보행훈련을 실시하였다. 보행 훈련은 트레드밀 위에서 시행되었고, 60분간 시행하였으며 주당 3회, 6주간 실시하였다. 흡기 압력과, 최대 흡기량 및 가로막 움직임 크기 변화가 측정되었고, 반복 측정분산분석을 사용하여 시간별, 집단간 차이 및 상호작용을 분석하였다. 흡기 압력의 경우 시기에 따라 유의한 차이가 있었으며, 시기와 집단 간의 상호작용에서 유의한 차이가 있었다. 최대 흡기량의 경우 역시 시기에 따라 유의한 차이가 있었으며, 시기와 집단 간의 상호작용에서 유의한 차이가 있었다. 가로막 움직임 크기 변화의 경우 시기에 따라 유의한 차이가 있었고, 시기와 집단 간의 상호작용에서 또한 유의한 차이가 있었으며, 각 그룹 간에 유의한 차이가 있었다. 사후검정을 시행한 결과 교대군과 평보군 사이에 유의한 차이가 있었다. 이상과 같은 결과로 볼 때 빠른 속도와 느린 속도를 병행하는 보행 훈련이 가로막 움직임 변화에 더 긍정적인 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

Abstract The purpose of this study was to determine the effect of gait training based on the way in a speed pattern on the respiratory function of general adults. A total of 37 people were divided into three groups to conduct fast, standard, and interval gait training. For gait training, a treadmill was used. Three groups were trained for 60 minutes, three times per week, for a period of 6 weeks. Inspiration pressure, maximum inspiration volume, and the size of diaphragm movement were measured. Repeated Measures ANOVA was used to compare times, groups, and interactions. For inspiratory pressure, maximum inspiration volume, and size changes in diaphragm movement, there were significant differences depending on the time and interaction between times and groups. For size changes in diaphragm's movement, there was a significant difference between interval gait training group and standard gait training group. Therefore, interval gait training had effects on size changes in diaphragm movement.

Keywords : Diaphragm movement, Gait training, Inspiration pressure, Inspiration volume, Respiratory function

1. 서론

가로막은 들숨에 관여하는 주요 근육으로 생명을 유지

해 나가는데 필수적인 골격근이며[1], 안정 시 호흡의 흡입 기능의 70%를 담당하고 있다[2].

호흡은 배를 움직이는 가로막 호흡과 가슴이 움직이

본 논문은 남부대학교 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Yong-Seong Kim(Nambu Univ.)

Tel: +82-62-970-0233 email: kimys2492@nambu.ac.kr

Received August 2, 2018

Revised September 3, 2018

Accepted October 5, 2018

Published October 31, 2018

는 가슴 호흡으로 구분할 수 있다. 가로막 호흡은 가로막의 수축으로 인한 호흡이고, 가슴호흡은 주로 갈비 사이 근육의 수축에 의한 호흡이다[3]. 가슴호흡은 허파파리의 30%밖에 사용을 못하지만, 가로막 호흡은 허파파리의 80%까지 활용할 수 있다. 때문에 가슴 호흡보다는 가로막 호흡이 산소와 탄산가스를 교환하는 효과적인 방법이다[4-5].

이러한 호흡 기능을 증진시키기 위해서는 유산소 운동이 필수적이다. 보행훈련은 대표적 유산소 운동 가운데 하나로 시간, 장소, 비용문제 등 모두에 구애 받지 않으면서 건강을 유지하기 위해 가장 쉽게 접근할 수 있는 운동이다[6]. 보행훈련은 하반신에서 운동을 일으켜 신체의 중심부로 그 영향을 미치게 되므로 심폐기능을 개선시킬 수 있고[7], 산소소비량 및 심박수, 혈압의 변화에도 영향을 미친다[8]. 이처럼 보행훈련은 몸에 무리를 주지 않으면서 혈관기능과 심폐기능 및 면역력 증가와 심적 안정 등의 장점이 있다[9].

보행훈련은 적용하는 속도에 따라 효과에 차이가 나타나기도 하는데 Lee[8]는 걷기운동의 인위적인 속도변화가 에너지 소비량, 산소소비량, 혈압, 심박수, 운동자각도, 호흡교환율에 있어 유의한 변화가 있었다고 보고하였다. 그리고 Yaffe[10]의 연구에서 보행 훈련시 속도를 변화시켰을 때 산소 소비량의 차이를 가져다주어 호흡기능의 변화에 영향을 미칠 수 있다고 하였고, Jun 등[11]의 연구에서는 걷기 운동 유형과 속도에 따른 호흡 순환계 반응에서 산소 소비량, 심박수, 혈압 변화에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다.

그 외에도 Kang, Dingwell[12]의 보행시 속도가 보행 변수에 미치는 효과에 대한 연구, Chunk, Wang[13]의 보행 속도가 일반 정상 성인의 관절각도 및 심박동수, 근활성도에 미치는 효과에 대한 연구 등 보행 속도가 신체에 미치는 효과에 대한 연구가 보고되고 있지만 대표적인 호흡근인 가로막의 움직임에 보행 훈련이 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 아직 소수에 불과하다.

따라서, 본 연구에서는 보행 훈련을 통해 가로막의 움직임의 크기를 포함한 호흡기능의 변화를 측정해 보고, 평보와 속도보의 차이만을 다루었던 기존 선행연구와는 달리 평보군과 속도보군 외에 교대군을 추가하여 변화 추이를 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구는 N대학교에 재학 중인 대학생 39명을 대상으로 실시하였다. 대상자는 엉덩관절과 무릎관절, 발목관절에 기능적 제한이 없어 1시간 이상의 꾸준한 보행을 유지할 수 있으며, 심폐기능의 문제를 가져올 수 있는 호흡 및 심혈관 관계질환이나 내과적 질환을 갖고 있지 않은 자, 그리고 임상적 질환으로 현재 약물을 복용하고 있지 않은 자로 선정하였다. 이들에게는 연구 취지와 목적에 대한 설명을 충분히 하였고, 이에 동의를 구한 후 실험을 진행하였다. 실험 도중 2명이 탈락하여 총 37명이 실험을 완료하였다. 대상자의 일반적 특성은 Table 1 과 같다.

Table 1. General characteristics in subjects

	SGTG (n=12)	IGTG (n=13)	FGTG (n=12)	F(p)
Sex (M/F)	7/5	7/6	8/4	
Age (Yrs)	21.50±1.24	21.77±1.54	22.08±1.68	.456 (.637)
Height (cm)	168.50±7.45	165.77±7.78	168.67±7.33	.590 (.560)
Weight (kg)	62.64±8.35	66.22±13.73	68.33±13.90	.643 (.532)
BFP (%)	14.82±3.33	14.93±5.34	14.97±3.24	.904 (.524)
BMI (kg/m ²)	22.01±2.00	23.71±4.82	23.90±3.85	.921 (.408)

SGTG : Standard Gait Training Group

IGTG : Interval Gait Training Group

FGTG : Fast Gait Training Group

BFP : Body Fat Percentage

BMI : Body Mass Index

Values are mean±SD

2.2 실험 방법

연구에 참여 한 참가자 39명을 대상으로 카드 뽑기를 시행하여 무작위로 13명 씩 세 그룹으로 나누어 실험 하였다. 참가자들의 평상시 보행 속도를 측정하여 참가자들의 평균치를 측정하였고, 이를 기준으로 40%의 속도 부하를 더하여 빠른 보행의 기준을 정하였다. 평상시 속도로 훈련한 군을 평보군(Standard Gait Training Group, SGTG), 평보의 속도에 40%의 속도 부하를 더한 속도로 훈련한 군을 속도보군(Fast Gait Training Group, FGTG), 그리고 평보의 속도와 속도보의 속도를 교차 시켜 훈련한 군을 교대군(Interval Gait Training Group, IGTG)으로

나누어 각각 보행훈련을 실시하였다[8]. 보행속도(m/s)는 활보장(m)에 분속수(steps/min)를 곱한 후 120으로 나누어 계산되었다[14].

이와 같은 방식으로 초속으로 계산된 보행속도를 시속으로 환산하여 트레드밀에 적용하여 보행훈련을 진행하였다. 정해진 속도로 보행 훈련을 하기 위해 Ironman 4000(Keysfitness, U.S.A) 트레드밀을 사용하였다.

먼저 모든 참가자들은 전신 스트레칭 등의 워밍업을 통한 준비운동을 5분간 실시한 후 개개인의 계산된 속도로 평균군, 속보군, 교대군으로 나누어 50분간 본 운동을 실시하였고 운동 후에는 다시 5분간 마무리 운동을 실시하여 훈련을 마치도록 하였다. 교대군은 속보 훈련을 먼저 시작하여 5분을 주기로 평보 훈련과 교차해가며 실시하였다. 훈련은 주당 3회, 6주간 실시하였다. 훈련 방법은 세 군 모두 몸통의 충분한 가동성을 주기 위하여 등과 허리를 곧바로 펴고 팔꿈치 관절을 90도로 굽혀 손목관절이 바지의 재봉선을 지나치도록 어깨의 충분한 스윙을 자연스럽게 하도록 하였고 보폭보다는 보행속도에 유념하여 신체중심을 유지하며 11자 형태의 보행훈련을 하도록 지시하였다[7]. 연구 도중에 낙상 및 부상 등의 사고가 발생하지 않도록 트레드밀마다 1명씩 보조자가 감독하도록 하였다.

2.3 측정 방법

2.3.1 흡기 압력 및 최대 흡기량 측정

흡기 압력(S-index) 및 최대 흡기량(Pk-Volume)을 측정하기 위해 파워브리드 K5 (Breathlink, Hab. UK)를 사용하였다.

참가자들은 편하게 앉은 자세에서 파워브리드 K5를 입에 물고 치료사의 '시작' 신호에 따라 2초 이상 숨을 최대한 들이마시도록 하였다. 들이마실 때 공기가 새어나지 않도록 최대한 입술과 밀착시켜 물게한 후 시선은 앞을 향하게 하였다. 파워브리드 K5에 기록된 흡기압력(S-index)과 최대 흡기량(Pk-Volume) 결과값을 측정하여 사용하였다. 3회 측정한 결과의 평균치를 사용하였다 [15](Fig. 1).



Fig. 1. Measurement of the S-index and Pk-volume

2.3.2 가로막 움직임 측정

초음파 영상 진단기 Achievo CST(V2u Health Care, Singapore)를 이용하여 M-mode에서 안정 시부터 최대 호흡 시까지의 가로막 움직임을 측정하였다.

모든 측정은 우측 가로막을 측정하였고, 피부의 압박을 최소화하기 위해 충분한 양의 초음파 겔을 도포하고 측정이 일정하게 되도록 하였다. 바로 누운 자세에서 변환기를 7~8번 늑골 사이에 두고 가로막의 위치를 모니터 상에서 확인한 후 안정 시에서 시작하여 최대 흡기 시까지 가로막의 움직임 상태에 따라 수직상태를 유지하며 도자를 움직이도록 하였다[16]. 모니터 상에 수직으로 표시된 눈금을 활용하여 그 이동 폭의 차이량을 측정하였고, 측정부위는 정확한 값을 알기 위해 3번의 측정을 통해 평균값을 도출하였다. 검사 사이에는 30초~1분간의 휴식 시간이 주어졌으며, 모든 측정은 훈련 전과 훈련 후에 시행하였다(Fig. 2).



Fig. 2. Measurement of the size of the diaphragm's movement

2.4 자료 분석

본 연구에서 사용된 모든 자료의 통계 분석은 SPSS 22.0 Ver을 사용하였다. 각 그룹의 시간의 경과 및 집단

간 호흡기능의 차이를 분석하기 위하여 반복측정 분산분석을 사용하여 분석하였고 집단간 차이가 유의하게 나타난 경우 사후 분석으로 Tukey 방법을 실시하였다. 모든 통계학적 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 흡기 압력의 변화

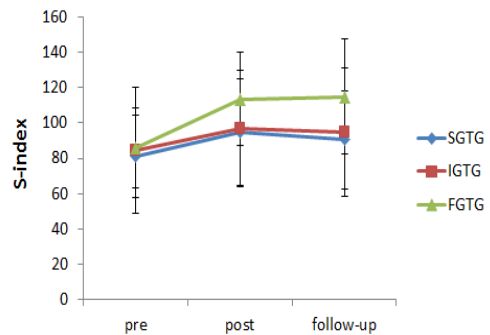
흡기 압력의 경우 평균은 81.00±23.20에서 94.84±30.20으로, 교대군은 84.41±35.73에서 96.99±33.05으로, 속보군은 85.80±22.40에서 113.57±26.24으로 각각 훈련 전에 비해 훈련 후에 수치가 증가하는 추세를 보였다. 반복측정분산분석 결과 시기에 따라 유의한 차이가 있었고, 시기와 집단 간의 상호작용에서 유의한 차이가 있었다(p<.05)[Table 2].

3.2 최대 흡기량의 변화

최대 흡기량의 경우 평균은 4.60±1.45에서 5.31±1.55으로, 교대군은 4.70±1.91에서 5.38±1.66으로, 속보군은 4.59±.96에서 6.10±1.34으로 각각 훈련 전에 비해 훈련 후에 수치가 증가하는 추세를 보였다. 반복측정분산분석 결과 시기에 따라 유의한 차이가 있었고, 시기와 집단 간의 상호작용에서 유의한 차이가 있었다(p<.05)(Table 3).

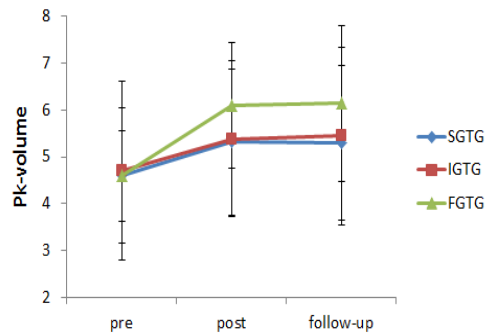
3.3 가로막 움직임의 변화

가로막 움직임의 경우 평균은 0.91±.179에서 1.17±.30으로, 교대군은 0.92±.260에서 1.48±1.21으로, 속보군은 0.98±.26에서 1.40±.17으로 각각 훈련 전에 비해 훈련 후에 수치가 증가하는 추세를 보였다. 반복측정분산분석 결과 시기에 따라 유의한 차이가 있었고, 시기와 집단 간의 상호작용에서 유의한 차이가 있었으며, 집단 간에도 유의한 차이가 있었다(p<.05). Tukey 방법을 사용하여 사후 분석을 실시한 결과 평균과 교대군 사이에 유의한 차이가 있었다(p<.05)(Table 4).



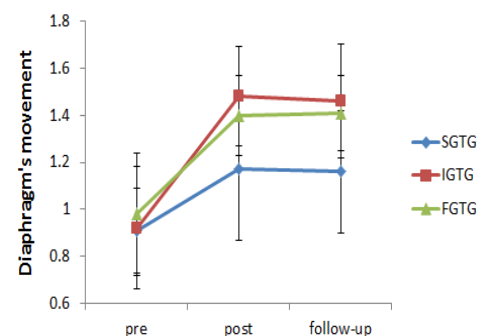
SGTG : Standard Gait Training Group
IGTG : Interval Gait Training Group
FGTG : Fast Gait Training Group

Fig. 3. Changes of the S-index



SGTG : Standard Gait Training Group
IGTG : Interval Gait Training Group
FGTG : Fast Gait Training Group

Fig. 4. Changes of the Pk-volume



SGTG : Standard Gait Training Group
IGTG : Interval Gait Training Group
FGTG : Fast Gait Training Group

Fig. 5. Changes of the size of the diaphragm's movement

Table 2. Changes of the S-index

	SGTG	IGTG	FGTG	time	group	time*group
pre	81.00±23.20	84.41±35.73	85.80±22.40	28.121 (.000)*	1.04 (.365)	3.187 (.031)*
post	94.84±30.20	96.99±33.05	113.57±26.24			
follow-up	90.64±27.77	94.60±36.39	114.95±32.71			

SGTG : Standard Gait Training Group, IGTG : Interval Gait Training Group, FGTG : Fast Gait Training Group
Values are mean±SD, *p<.05

Table 3. Changes of the Pk-volume

	SGTG	IGTG	FGTG	time	group	time*group
pre	4.60±1.45	4.70±1.91	4.59±.96	55.976 (.000)*	.418 (.662)	4.443 (.009)*
post	5.31±1.55	5.38±1.66	6.10±1.34			
follow-up	5.30±1.64	5.45±1.89	6.14±1.66			

SGTG : Standard Gait Training Group, IGTG : Interval Gait Training Group, FGTG : Fast Gait Training Group
Values are mean±SD, *p<.05

Table 4. Changes of the size of the diaphragm's movement

	SGTG	IGTG	FGTG	time	group	time*group
pre	0.91±.179	0.92±.260	0.98±.26	84.403 (.000)*	4.047 (.027)*	3.437 (.016)*
post	1.17±.30	1.48±1.21	1.40±.17			
follow-up	1.16±0.26	1.46±0.24	1.41±0.16			

SGTG : Standard Gait Training Group, IGTG : Interval Gait Training Group, FGTG : Fast Gait Training Group
Values are mean±SD, *p<.05

4. 고 찰

호흡은 흉곽의 용적변화에 따라 공기가 폐포 내에서 이뤄지는 가스교환에 의해 폐의 안과 밖으로 이동하는 것을 의미한다. 호흡운동에 관한 선행 연구들에서는 일반 정상인 혹은 환자들을 대상으로 직접적인 호흡 훈련을 실시하여 호흡 기능에 미치는 효과를 알아보려 하였으나 본 연구는 직접적으로 호흡 훈련을 실시하지 않더라도 가장 쉽고 일반적으로 접할 수 있는 보행 훈련을 통해 그 속도를 증가 및 감소 혹은 교대하여 실시해 봄으로써 각기 어떠한 효과의 차이를 발생시키는지 알아보고자 하였다. 따라서 속도를 다르게 하는 세 가지 유형의 보행훈련이 호흡기능을 대표하는 흡기압력, 최대 흡기량 및 가로막 하강 움직임의 크기 변화 등에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

먼저 흡기 압력과 최대 흡기량 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 결과 시기에 따라 유의하였고, 시기와 그룹간 상호작용에서도 유의하였다(p<.05).

Kim[17]의 8주간 다이어트 신발을 착용한 상태에서의 걷기운동이 호흡 순환기능과 에너지 소비량에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 연구에서 처치 전에 비해 처치 후 산소 섭취량이 유의하게 증가 하였다고 보고하였다. 산소 섭취량이 증가하였다는 것은 공기의 흡기량이 유의

하게 증가하였음을 의미한다. 따라서 운동 후 산소 섭취량이 증가한 것과 본 연구의 보행 훈련 후 흡기량의 증가는 같은 의미를 내포하는 것으로 생각할 수 있으며 이는 본 연구의 보행훈련에 따른 효과에 대한 근거를 뒷받침한다고 할 수 있다.

그리고 Lee[8]의 걷기운동의 인위적인 속도변화가 에너지소비량, 산소소비량, 혈압, 심박수, 운동자각도, 호흡교환율에 미치는 영향에 관한 연구에서는 빠르게 혹은 느리게 걷는 두 그룹 간 산소 소비량이 변화하는 모습을 비교 분석한 결과 느리게 걷는 그룹보다 빠르게 걷는 그룹의 결과치가 운동시간이 지속될수록 유의하다고 보고하였다. 본 연구에서도 흡기 압력과 최대 흡기량 모두 평균, 교대군에 비해 속보군에서 시간간 큰 차이를 나타내어 결과가 일치하였다.

Lee 와 Joo[18]의 유산소 운동이 중년기 남성들의 신체조성과 체력 및 호흡 순환기능에 미치는 효과에 대한 연구에서는 중년기 남성들을 대상으로 주 3회의 빈도로 12주 간 규칙적인 유산소 운동을 시행하도록 한 후 폐기능의 변화를 측정된 결과 노력성 폐활량에서 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

그리고 최대 수의 환기량에서도 통계적으로 유의한 증가가 있는 것으로 나타났다고 보고하여 유산소 운동이 폐활량 및 최대 수의 환기량에 긍정적인 영향을 미친다

는 결과를 보여주었다. 보행훈련 또한 유산소 운동의 하나라는 점을 생각할 때 유산소 운동으로 나타난 이와 같은 결과와 본 연구에서의 보행훈련으로 나타난 결과가 동일한 맥락에서 호흡 기능에 긍정적인 효과를 가져온 것으로 생각된다.

본 연구에서는 또한 가로막 움직임 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아본 결과 시기에 따라 유의하였고, 시기와 집단 간의 상호작용에서도 유의하였으며, 각 집단 간에도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 또한, 사후 분석결과와 평보군과 교대군 사이에 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

Choi[19]의 흡기근 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 흡기 기능, 가로막 두께, 보행 지구력 및 피로도에 미치는 영향에 관한 연구에서는 6주간 실험군에게 흡기근 훈련을 시행하도록 하고 대조군에게 흉부 가동성 훈련을 시행하도록 하여 흡기 기능과 가로막 두께에 어떠한 변화를 가져다주는지 알아보았다. 그 결과 실험군 뿐만 아니라 대조군에서도 훈련 전에 비해 훈련 후에 흡기 기능과 가로막 두께에 유의한 향상을 보였다고 보고 하였다.

뇌졸중 환자에게 흉부 가동성 훈련은 본 연구에서의 충분한 스윙을 하면서 몸통이 움직일 수 있도록 유도하며 실시한 보행훈련과 비슷한 효과를 주었다고 생각되며, 위 연구에서 가로막의 두께가 증가한 점과 본 연구에서 가로막의 움직임의 양이 증가하였다는 것은 호흡기능의 증가로 해석할 수 있기에 본 연구와 같은 의미로 해석할 수 있다고 사료된다.

본 연구에서는 가로막의 움직임이 교대군에서 가장 큰 변화를 보여주었는데 교대군이 빠른 속도로 보행 훈련 후 느린 속도로 속도가 바뀌는 동안 심박동수가 안정될 때까지 가로막 호흡이 주로 일어나면서 발생한 결과로 여겨진다. 이는 인터벌 트레이닝과 유사한 효과로 여겨지는데 Jang과 Kang[20]은 12주간 인터벌트레이닝을 실시한 결과 14~16%의 최대산소섭취량 증가를 보고하였고, Won[21]은 남자 고등학교 단거리 선수를 대상으로 인터벌 트레이닝을 실시한 결과 최대 산소섭취량이 유의하게 증가하였다고 하여 본 연구와 맥락을 같이 하였다.

본 연구를 진행하는 동안 참가자들의 음식 조절과 흡연 유무를 통제 변인으로 설정하지 못한 점, 가로막의 움직임 측정 시 우측의 움직임만 측정했다는 점에서 아쉬운 부분이 있었다. 꾸준한 보행훈련은 호흡기능의 유지 및 증가에 유용한 운동 방법이라 사료되어진다.

5. 결 론

이상의 결과로 보행 훈련시 적용된 속도 방식에 따라 호흡 기능에 영향을 미치는 것으로 생각되고, 특히 빠른 속도와 느린 속도를 병행하는 보행 훈련이 가로막 움직임 변화에 더 긍정적인 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 향후 심폐 및 호흡 기능의 증진을 위한 보행 훈련을 하는 데 있어서 임상에 의미 있는 기초 자료가 될 것이라고 사료된다. 추후에는 일반 정상인이 아닌 호흡질환을 가진 환자를 대상으로 속도에 다양한 변화를 준 보행 훈련이 미치는 효과에 대해 알아본 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- [1] T. Troosters, R. Casaburi, R. Gosselink, D. Marc, "Pulmonary Rehabilitation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol.172, No.1, pp.19-38, 2005.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1164/rccm.200408-1109SO>
- [2] R. P. Onders, M. Elmo, C. Kaplan, B. Katirji, R. Schilz, "Extended Use of Diaphragm Pacing in Patients with Unilateral or Bilateral Diaphragm Dysfunction: A New Therapeutic Option", *Surgery*, Vol.156, No.4, pp.776-786, 2014.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2014.07.021>
- [3] H. Kaneko, M. Otuska, Y. Kawashima, H. Sato, "The Effect of Upper Chest Wall Restriction on Diaphragmatic Function", *Journal of Physical Therapy Science*, Vol.22, No.4, pp.375-380, 2010.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1589/jpts.22.375>
- [4] K. Kim, R. J. Park, & S. S. Bae, "Diaphragmatic Breathing Exercise ; Maximal Voluntary Contraction", *J Kor Soc Phys Ther*, Vol.17, No.3, pp. 311-327, 2005.
- [5] P. W. Hodges, S. C. Gandevia, "Changes in Intra-Abdominal Pressure during Postural and Respiratory Activation of the Human Diaphragm", *Journal of Applied Physiology*, Vol.89, No.3, pp.967-976, 2000.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.967>
- [6] S. H. Kim, J. H. Yoon, & H. H. Lee, "Analysis of Energy Expenditure According to Variable Speed and Stride Length During Treadmill Walking", *Journal of Korea Sports Medicine*, Vol.23, No.3, pp.293-299, 2005.
- [7] S. H. Cha, Y. S. Ji, Y. K. Jeon, & D. B. Lee, "Change of Cardiovascular Function to Walking Type", *Journal of the Korean Society for Wellness*, Vol.5, No.1, pp. 49-59, 2015.
- [8] H. I. Lee, "The Effect of Artificial Change of Velocity in Walking Exercise on Energy Consumption, Oxygen Consumption, Blood Pressure, Heart Rate, Awareness of Exercise and Respiratory Exchange Ratio", *Kun-kook*

University, Dissertation of Master's Degree, 2015.

- [9] S. N. Nam, & M. J. Sung, "The Study for Treadmill Exercise using Virtual Reality Simulation Program View of the Physiology", The Korean Journal of Physical Education, Vol.44, No.5, pp. 391-399, 2005.
- [10] K. Yaffe, D. Barnes, M. Nevitt, L. Y. Lui, & K. Covinsky, "A Prospective Study of Physical Activity and Cognitive Decline in Elderly Women; Women Who Walk", Archives of Internal Medicine, Vol.161, No.14, pp. 1703-1708, 2001.
- [11] J. K. Jun, S. K. Lee, & H. G. Park, "Cardiorespiratory Responses to the Types and Speeds of Walking", Exercise Science, Vol.13, No.3, pp. 289-300, 2004.
- [12] H. G. Kang, J. B. Dingwell, "Separating the Effects of Age and Walking Speed on Gait Variability", *Gait & Posture*, Vol.27, No.4, pp.572-577, 2008.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.07.009>
- [13] M. J. Chung, M. J. J. Wang, "The Change of Gait Parameters during Walking at Different Percentage of Preferred Walking Speed for Healthy Adults Aged 20-60 Years", *Gait & Posture*, Vol.31, No.1, pp.131-135, 2010.
DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.09.013>
- [14] H. C. Lee, "A Study of Healthy Promotion of Aged People by Analysis of a Gait", Seo-nam University, Dissertation of Master's Degree, 2005.
- [15] J. W. Yoon, "The Effect of Core Stability Exercise for Inspiratory Competence in Patient with Stroke", Yong-in University, Dissertation of Master's Degree, 2013.
- [16] M. S. Kang, "The Effect of Exercise Intervention Method on Diaphragm Movement and Respiration Function of Child with Cerebral Palsy", Yong-in University, Dissertation of Doctoral Degree, 2015.
- [17] W. K. Kim, "The Effects of Cardiorespiratory Response and Energy Economy to Walking Exercise with Added Diet Shoe Weight, and 8 Weeks Walking Exercise", Korea Sports Research, Vol.16, No.4, pp. 113-122, 2005.
- [18] G. C. Lee, & Y. H. Joo, "The Effects on Body Composition, Physical Strength and Cardiopulmonary of Middle-men of Aerobic Exercise", Theses Collection, Vol.24, pp. 519-536, 2002.
- [19] J. E. Cho, "Effects of Inspiratory Muscle Training on Inspiratory Function, Diaphragm Thickness, Walking Endurance, and Fatigue in Patients with Chronic Stroke", Sam-yook University, Dissertation of Master's Degree, 2016.
- [20] M. Y. Jang, & G. C. Kang, "The Effects of Prolonged Training Cardiorespiratory Function and Muscular Power & Muscular Endurance on the Performance of a Long Distance Runners", Korean Journal of Physical Education, Vol.40, No.3, pp. 731-746, 2001.
- [21] C. K. Won, "The Effect of Complex Training on Muscle Strength and Cardiorespiratory of High School Sprinters", Mok-won University, Dissertation of Master's Degree, 2011.

정 형 윤(Hyung-Yoon Jeong)

[정회원]



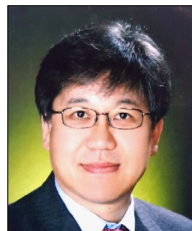
- 2017년 2월 : 남부대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2018년 8월 ~ 현재 : 부안 드림병원 물리치료실 실장 재직

<관심분야>

치료적 운동중재학, 임상 운동치료학

조 운 수(Woon-Soo Cho)

[정회원]



- 2006년 8월 : 남부대학교 보건경영대학원 물리치료학과 (보건학석사)
- 2010년 8월 : 서남대학교 일반대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야>

도수치료, 치료적 운동중재학

최 아 영(Ah-young Choi)

[정회원]



- 2014년 2월 : 남부대학교 보건경영대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 남부대학교 일반대학원 통합의학과 물리치료학 박사과정 중

<관심분야>

신경계 물리치료, 노인 물리치료, 운동 생리학

김 용 성(Yong-Seong Kim)

[정회원]



- 2004년 8월 : 용인대학교 재활과학 대학원 비만관리학 전공 (이학석사)
- 2009년 2월 : 용인대학교 일반대학 원 물리치료 전공 (물리치료학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 남부대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야>

신경과학, 소아물리치료학