

앉은 자세각도에 따른 PNF를 융합한 호흡운동이 20대 여대생의 폐활량에 대한 비교

서교철¹, 박승환^{2*}, 조미숙¹

¹나사렛대학교 물리치료학과 교수, ²울지대학교 의료공학과 교수

The Effects on the Pulmonary Function of 20's Females Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Respiration Pattern Convergence Exercise by Sitting Position

Kyo-Chul Seo¹, Seung-Hwan Park^{2*}, Mi-Suk Cho¹

¹Professor, Department of Physical Therapy, Korea Nazarene University

²Professor, Department of Biomedical Engineering, Eulji University

요 약 본 연구의 목적은 20대 여대생을 대상으로 45도 기대어 앉은 자세와 바로 누운 자세에서 PNF를 융합한 호흡운동을 실시하였을 때 폐기능에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 20대 정상인 20명을 대상으로 실험군 10명, 대조군 10명으로 무작위 배치하였다. 실험은 4주간 실시하였으며, 주당 5회 30분씩 실시하였다. 실험군은 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF 호흡운동 30분을 실시하였고 대조군은 바로 누운 자세에서 PNF 호흡운동 30분을 실시하였다. 실험대상자들은 실험전과 실험후에 폐활량분석기를 통해 폐기능을 평가하여 분석하였다. 본 연구의 결과는 실험군이 대조군보다 호기예비용적과 폐활량, 최대환기량에서 유의한 증가를 보였다. 본 연구를 통해 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF호흡패턴운동을 실시한 실험군이 바로 누워 PNF호흡운동을 실시한 대조군보다 폐기능의 증진을 볼 수 있었다.

주제어 : 폐기능, 고유수용성 신경근 촉진법, 45도 기대어 앉은 자세, 1회 호흡량, 최대환기량

Abstract The purpose of this study was to determine whether PNF respiratory convergence exercise increases the pulmonary function of normal adults by 45° leaning sitting position. Twenty normal adults in their 20s were randomly assigned to an experimental group (n=10) or control group (n=10). Over the course of four weeks, the experimental group participated in PNF respiration exercises by 45° leaning position for 30 minutes three per week. And the control group participated in PNF respiration exercises by supine position for 30 minutes three times per week. Subjects were assessed pre-test and post-test by measurement of pulmonary function. Our findings show that the experimental group had significant improvements in expiratory reserve volume and vital capacity, maximal voluntary volume. In this study, the experimental group showed greater improvement in pulmonary function than the control group, which indicates that the PNF respiratory exercise by 45° leaning sitting position is effective at increasing the pulmonary function of normal adults.

Key Words : Pulmonary function, Proprioceptive neuromuscular facilitation, 45°leaning position, Tidal volume, Maximal Voluntary Volume

*This research was supported by the Korean Nazarene University Research Grants 2019.

*Corresponding Author : Seung-Hwan Park(pasuhwa@eulji.ac.kr)

Received May 2, 2019

Revised May 23, 2019

Accepted June 20, 2019

Published June 28, 2019

1. 서론

호흡능력은 호흡기 감염 예방과 관리에 있어서 매우 중요하게 나타나며, 이런 기능을 유지시켜주는 호흡운동은 호흡근이 약한 환자들을 중심으로 실시하여 호흡근의 기능을 향상시켜 호흡곤란을 개선해 폐 합병증 예방에 필수적이다[1]. 호흡운동은 질병으로부터 완전한 회복보다는 호흡기능 장애를 최소화시키고 재발을 억제하기 위해 호흡능력이나 호흡 기능적 상태를 증진시킬 수 있는 다양한 프로그램을 개발 및 적용하여 근력과 지구력을 증가시킬 수 있으며, 결과적으로 호흡 기능의 증가를 기대할 수 있다[2]. 폐활량 기구를 이용한 호흡운동 방법[3], 피드백 호흡 장비를 통한 중재방법[4], 입술 오므린 호흡과 가로막 호흡이 결합된 운동인 호흡 재교육 훈련[5] 등을 통해 대상자들의 폐 기능과 호흡기능이 향상된 것을 알 수 있다.

과거에는 직접적인 호흡훈련을 통해 폐기능이 증진에 관한 연구가 이루어져 왔지만 최근에는 단순한 호흡운동이거나 저항성 호흡운동뿐만 아니라 3차원적인 나선상의 대단위 저항운동을 통해 근육을 향상시킬 수 있는 PNF를 접목하여 호흡운동으로 시행되는 연구가 진행되어 왔다. PNF호흡운동은 가로막과 더불어 중요 호흡근의 근력을 증진하고 가슴 우리의 가동범위를 증진함으로써 최대 들숨과 최대 날숨의 증진 등 호흡 기능 향상을 목적으로 하는 운동이라고 하였고[6], 근육과 건내의 고유수용기를 자극하여 근력, 유연성을 증가시키며[7], 신경계 자극에 반응하는 협응력을 증가시켜 운동단위의 기능이 최대로 반응하는데 효과적이다[8].

현재까지 PNF 중재를 이용한 연구에서 김재석 [9] 등은 바로 누운자세에서 고유수용성 신경근축진법을 통한 직·간접적인 통합 호흡치료는 환자의 호흡량, 최대기침 유량의 증가를, 서교철과 조미숙[10]은 바로 누운 자세에서 20대 정상인을 대상으로 고유수용성 신경근(PNF) 호흡 패턴 운동을 시행하였고, 조미숙과 박래준[11]은 고유수용성 신경근 축진법을 이용하여 호흡근의 활동을 증진해 폐활량을 증가시켰으며, Guilherme[12]은 탄력밴드와 함께 PNF를 실시한 후 최대흡기량과 최대호기량이 증가함을 확인하였다.

한편, 여러 호흡운동을 실시하더라도 대상자의 자세에 따라 결과치가 다르게 나타날 수 있다. 실험대상자의 자세는 호흡근의 안정시 길이에 영향을 미칠 수 있고, 이는 호흡근의 활동변화를 일으킬 때, 자세가 움직임이 있거나 변화하는 동안 전정계통에서 호흡근의 활동을 변경하는

데 기여한다[13]. Chen 과 Jone[14]은 폐용량이 바로 누운 자세에서는 중력의 영향을 받아 횡격막이 흉곽을 크게 확장시키지 못하고 복부 용적을 변화시킨다고 보고하였다. 이러한 변화는 근골격 및 가슴 주위 연부조직의 탄력성, 그리고 호흡을 일으키는 근육의 힘에 의해 변화가 나타날 수 있다[15].

앞선 연구에서는 대부분의 호흡운동은 바로 누운 자세에서 중력에 대항하여 항중력적으로 일어났으며 바로 누운 자세에서는 흉곽의 움직임이 크게 확장되지 못해 호흡근 훈련이 앓은 상태보다는 기능적 결과에 어려움을 보일 수 있다. 특히 장시간 침상생활을 하는 환자들의 호흡운동은 바로 누운 자세에서 호흡운동의 효과가 더 현저히 떨어질 수 있다고 사료되어 본 연구에서는 복근이 이완된 자세로 충분한 호흡을 유도할 수 있는 자세인 45도 기대어 앓은 자세에서 고유수용성신경근축진법을 적용한 호흡 융합운동을 하였을 때 폐활량에 대한 비교를 알아보려고 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자 및 연구기간

본 연구는 2018년 12월 1일부터 2018년 12월 28까지 충남 천안시에 소재하는 N대학에 재학 중인 여대생 20명을 대상으로 실시하였으며 실험군과 대조군 각각 10명씩 무작위로 배치하였다. 대상자 선정기준은 특별한 폐질환의 병력이 없으며, 선천적 흉곽변형이나 늑골 골절 등의 손상이 없으며, 폐기능의 향상을 한 치료를 받지 않았던 자로 하였다. 그리고 실험자는 대상자들에게 본 임상실험에 대해 충분히 이해할 수 있게 설명하여 참여하도록 동의를 받았다. 본 연구는 나사렛 대학교 임상 시험 심사위원회를 통해 승인서를 받았고(KNU IRB 18-1020-20), 헬싱키 선언을 통한 윤리 원칙에 의한 검토를 받았다.

2.2 실험방법

실험군은 주 3회 4주간 실시하였고, PNF 호흡패턴운동 30분으로 구성하였다. Fig. 1의 사진처럼 PNF 호흡운동을 실시하기 전 실험군은 45도 기대어 앓은 자세로 유지하였다. 실험자의 손은 가볍게 편상태로 실험대상자의 갈비뼈 8, 9, 10, 11번의 양쪽 외측면에 실시한다. 하위 갈비뼈부위에 PNF호흡운동을 실시하는 것은 하위 갈

비뿔부에서 흉곽의 팽창과 수축의 움직임이 가장 크게 일어나기 때문이다. 실험자는 대상자에게 “최대한 심호흡 하세요”라고 지시하였다. 이 때, 대상자의 갈비뼈들은 상외측으로 움직였으며 대상자의 최대 흡기가 일어날 때 실험자는 곧바로 “5초간 숨을 참고 유지하세요” 라고 지시하였다. 그리고 실험자의 양손이 놓여진 아래갈비뼈부위를 하내측으로 5초간 적절히 저항을 적용하여 저항운동을 실시하였다. 5초시간이 지난 후 실험자는 “숨을 최대한 심호흡 하세요.”라고 지시하였다. 이 때, 대상자는 날숨을 위해 갈비뼈들을 하내측으로 움직이며 최대 호기가 나타나면 실험자는 허파에서 최대한 공기를 밖으로 날숨할 수 있게 양쪽 하부 갈비뼈부위를 하내측으로 흔들기를 적용하여 날숨의 보조운동을 실시하였다[16,17].

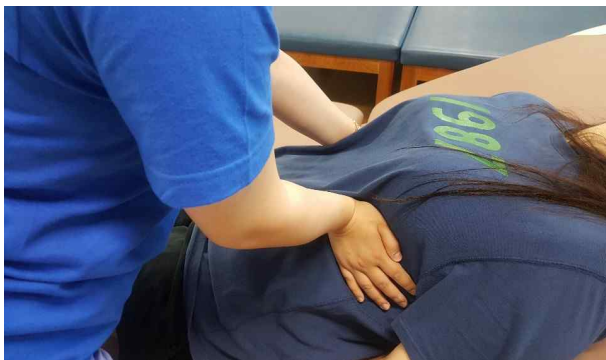


Fig. 1. PNF respiratory exercise by 45° leaning sitting position

대조군은 주 3회 4주간 실시하였고, PNF 호흡패턴운동 30분으로 구성하였다. Fig. 2의 사진처럼 PNF 호흡운동을 실시하기 전 대상자는 바로 누운 자세로 유지하였고 PNF 호흡운동방법은 실험군과 같은 방법으로 실시하였다.



Fig. 2. PNF respiratory exercise by supine position

2.3 폐기능 측정

측정은 폐기능 검사의 측정도구 Fit mate (COSMED Sri, Italy)를 이용하였다. 실험군은 45도 기대어 앉은 자세에서 실시하였고 대조군은 바로 누운 자세에서 실시하였다. 정확한 측정을 위하여 환자가 이해할 수 있게 설명과 시범을 보여준 후 본 실험의 결과를 측정하였다. 모든 실험대상자에게 마우스피스를 사용하도록 하였고, 측정시 코로 공기가 들어가고 나가지 않도록 코를 막고 실시하였다. 호기부터 시작하여 실험자가 측정기구를 통한 시작신호를 주면 천천히 최대한 날숨을 한 후에 부드럽게 최대한 들숨을 한 후 Tidal volume(TV), Inspiratory reserve volume(IRV), Expiratory reserve volume(ERV), Volume capacity(VC), Maximal Voluntary Volume(MVV)의 값을 측정하였다[18]. 측정은 실험전과 실험후에 각각 3회씩 측정하였으며, 3회의 측정값의 평균을 실험값으로 정하였다. 1회 측정을 한 후 5분~10분사이의 휴식시간을 주었다.

2.4 자료분석

본 연구의 분석 방법은 SPSS ver 16.0을 이용하였고 대상자의 일반적 특성을 미리 조사하여, 각 그룹의 평균 및 표준편차를 구한 후 실험전과 실험후 폐기능의 세부 목록을 비교하기 위해 대응표본 t-test을 실시하고 실험 전후차의 집단 간 차이를 검증하기 위해 독립표본 t-test을 실시하였다. 통계학적 유의 수준 α 는 .05로 하였다

3. 결과

3.1 대상자의 일반적 특징

연구대상자의 일반적 특성은 전체 여대생 20명 중 실험군 10명, 대조군 10명으로 하였다. 평균 연령은 실험군이 22.34 ± 1.45 세이고 대조군은 22.82 ± 1.16 이었다. 신장은 실험군이 163.25 ± 3.55 cm, 대조군이 162.51 ± 4.81 cm이었다. 몸무게는 실험군이 59.49 ± 5.31 kg이고 대조군이 58.92 ± 6.32 kg이었다. 두 군간의 동일한 검증에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.Table 1

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=20)			
	EG (n=10)/M±SD	CG (n=10)/M±SD	p
Age (yr)	22.34±1.45	22.82±1.16	.910
Height (cm)	163.25±3.55	162.51±4.81	.501
Weight(kg)	59.49±5.31	58.92±6.32	.214

EG=Experimental group; CG=Control group

3.2 실험군과 대조군의 폐기능 변화

실험 전과 후의 폐기능의 변화를 비교해 보면, 1회 호흡량에서 실험군은 실험 전 0.69L에서 실험 후 0.75L가 증가한 0.06L로 유의한 차이를 보이지 않았고, 대조군도 실험 전 0.65L에서 실험 후 0.68L가 증가한 0.03L로 유의한 차이는 보이지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 더 큰 차이를 보였지만 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 2).

흡기예비용적에서 실험군은 실험 전 2.34L에서 실험 후 2.58L가 증가한 0.24L로 유의한 차이는 보이지 않았다. 대조군도 실험 전 2.44L에서 실험 후 2.50L가 증

가한 0.06L로 유의한 차이는 보이지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 차이가 있었지만 유의한 차이가 나타나지 않았다. Table 2.

Table 2와 같이 호기예비용적에서 실험군은 실험 전 1.26L에서 실험 후 1.47L가 증가한 0.21L로 유의한 차이를 보였고, 대조군도 실험 전 1.41L에서 실험 후 1.42L가 증가한 0.01L로 유의한 차이는 보이지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 차이가 있었지만 유의한 차이는 나타났다.

폐활량에서 실험군은 실험 전 4.29L에서 실험 후 4.90L가 증가한 0.61L로 유의한 차이를 보였고, 대조군도 실험 전 4.50L에서 실험 후 4.60L가 증가한 0.10L로 유의한 차이는 보이지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 차이가 있었지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. Table 2

최대 환기량에서 실험군은 실험 전 107.37L에서 실험 후 112.19L가 증가한 5.82L로 유의한 차이를 보였고, 대조군도 실험 전 105.64L에서 실험 후 107.17L가 증가한 1.49L로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 더 큰 차이가 있었지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. Table 2

Table 2. The comparison of Respiratory function between the experimental group and the control group

(N=20)						
		Pre-test	Post-test	Differences	t	p
TV(L)	EG	0.69±0.06	0.75±0.06	0.06 ± 0.01	0.506	.190
	CG	0.65±0.05	0.68±0.04	0.03 ± 0.01	1.223	.295
	t			1.023		
	p			.551		
IRV(L)	EG	2.34±0.17	2.58±0.19	0.24 ± 0.12	1.33	.173
	CG	2.44±0.53	2.50±0.14	0.06 ± 0.39	-1.82	.218
	t			-0.543		
	p			.710		
ERV(L)	EG	1.26±0.05	1.47±0.16	0.21 ± 0.11	2.33	.010
	CG	1.41±0.15	1.42±0.04	0.01 ± 0.11	-1.12	.241
	t			2.945		
	p			.015		
VC(L)	EG	4.29±0.21	4.90±0.32	0.61 ± 0.11	2.59	.041
	CG	4.50±0.68	4.60±0.18	0.10 ± 0.70	-1.19	.361
	t			1.193		
	p			.772		
MVV(L)	EG	107.37±3.42	112.19±5.44	5.82 ± 2.02	2.75	.048
	CG	105.64±4.27	107.13±3.78	1.49 ± 0.49	-1.19	.061
	t			0.938		
	p			.352		

M±SD, EG=Experimental group; CG=Control group; TV: Tidal Volume, IRV: Inspiratory reserve volume, ERV: Expiratory reserve volume, VC: Volume capacity, MVV: Maximal Voluntary Volume

4. 고찰

호흡기능은 인간의 생명유지를 위해 가장 중요한 기능 중 하나이며, 최근 환경적 요인과 평균수명연장으로 노년층의 호흡기의 건강관리가 중요하게 요구되고 있다. 그리고 최근 호흡질환의 발생률이 점차 증가하는 추세에서 그에 맞는 적절한 호흡운동과 프로그램이 개발되고 있는 추세이다. 그래서 직접적 중재를 실시하는 다양한 호흡훈련 중 하나로써, 본 연구는 가슴벽을 직접적으로 자극하여 폐 영역의 환기를 증진시키기 위해 가슴벽의 3차원적이고 나선상의 대단위움직임을 일으킬 수 있는 PNF 패턴운동을 20대 여대생에게 적용하였다. 대상자의 근육의 피로를 줄이고 호흡근력의 기능적 증진을 위해서는 운동 반복 횟수, 적용시간, 휴식시간을 충분히 고려해야 했고 [19], 실험기간은 4-12주, 주 2-5회간 매회 20-30분 이상 실시하여야 효과적이기 때문에 [20] 본 연구에서는 4주간 주 3회, 매회 30분씩 적용하였다.

그리고 본 실험에서는 45도 기대어 앉은 자세를 적용하였는데 이 자세는 복근이 이완된 자세로 충분한 흡기를 유도할 수 있는 자세이다 [21]. 실험대상자의 자세변화는 호흡근의 안정성 흉곽크기에 영향을 미칠 수 있으며, 호흡근의 활동 변화에도 미친다 [13]. 45도 기대어 앉은 자세와 바로 누운 자세에서 PNF 호흡운동을 적용하였을 때 1회 호흡용적, 흡기예비용량, 호기예비용량, 폐활량, 최대환기량의 변화를 통해 호흡기능이 어떻게 변하는지 알아보았다.

실험 4주 후에 폐기능 측정기구를 통해 실험의 결과를 측정하였고 실험군은 대조군보다 실험전보다 실험후에 호기예비용적, 폐활량, 최대환기량에서 유의한 증가를 보였고 1회 호흡량, 흡기예비용적에서는 유의하게 증가하지 않았다. 실험군과 대조군의 실험후 변화량 검증에서는 모든 부분에서 실험군이 대조군보다 더 큰 증가하였지만 호기예비용적에서만 유의한 증가를 보였다. 이는 대상자가 바로 누운 자세보다는 45도 기대어 앉은 자세에서 중력의 저항적 영향을 상대적으로 적게 받게 되고 중력 이동은 복벽을 신장시키고 기능적 호흡용량을 증가시킬 수 있었고, PNF적용으로 복강내압의 상승과 흡기근육들의 저항적 근활동을 증진시켰고 폐포내의 잔여 공기가 최대한 환기할 수 있도록 보조적 움직임 주어서 갈비사이근과 복부근의 운동성을 크게 향상시켜 폐기능 증가되었는데 그 중 호기예비용적이 크게 증가한 것으로 사료된다.

폐활량은 중력에 영향을 받을 때 폐활량의 변화는 현저히 나타나며 [22], 정상인의 복직근의 호흡의 측정을 알

아보았을 때, 바로 누운 자세보다 바로 앉은 자세에서 폐활량이 유의하게 증가한다고 하였다 [23]. Enright 등 [24]은 정상인을 대상으로 앉은 자세에서 고빈도 흡기근 훈련을 실시하였을 때 폐활량, 총폐활량, 흡기근력이 유의하게 증가하였고, Jones 등 [25]은 만성폐쇄성 폐질환 환자는 앉은 자세에서 횡격막호흡운동, 입술 오므리기 운동을 통해 평상시 1회 호흡량이 증가되었고, 조남옥 등 [26]의 경수손상 환자는 바로 누운 자세에서 입술 오므리기 호흡을 적용하였을 때 폐활량이 유의하게 증가한 결과가 나타났다. Liaw 등 [27]은 척수 손상 환자에서 들숨근 저항 운동 후 폐활량의 증가를 보였으며, 이전형 등 [28]은 앉은 자세에서 피드백 호흡장비 운동이 폐활량, 평상시 1회 호흡량, 호기예비용적, 흡기예비용적 모두 유의하게 증가하였다. 서교철과 조미숙 [10]은 여대생을 대상으로 바로 누운 자세에서 PNF 흉곽운동을 실시하여 폐활량, 호기흡기용적이 유의하게 증진되었다. 이렇게 다양한 대상군을 통해 여러가지 훈련을 실시하여 폐기능을 강화시킬 수 있었던 선행연구를 통해 본 연구에서는 비록 정상인을 대상으로 연구하였지만 PNF와 같은 직접적 호흡훈련의 효과는 본 연구의 결과와 유사하게 나타났음을 의미한다.

본 연구 결과를 종합해볼 때, 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF 호흡운동을 실시한 실험군이 대조군보다 ERV, VC, MVV에서 더 많은 증가를 보였다. 실험대상자의 반복적인 PNF 호흡운동이 중력의 영향과 더불어 가슴벽의 호흡근의 운동성 증가로 폐기능의 증진이 나타났다. 현재 국내에서 본격적으로 폐질환문제가 대두되고 환자들을 대상으로 기능회복을 위한 호흡운동이 많이 개발되고 있는 시점에서 고유수용성 신경근(PNF) 호흡운동은 장시간 침상생활하는 노약자 및 폐질환으로 기능적인 활동을 향상시키는 방법으로 심리적 안정된 상태에서 실시할 수 있는 45도 기대어 앉은 자세에서 실시하여 좀 더 빠른 회복을 위한 프로그램으로 발전할 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구에서는 20대 여대생 20명을 대상으로 PNF를 적용한 호흡운동을 실시하였는데 실험군은 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF 호흡운동을 실시하였고 대조군은 바로 누운 자세군 PNF 호흡운동을 실시하여 폐기능에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 실험군에서 대조군보다 효과적인 폐기능의 향상이 나타났다. 이 결과를 토대

로 임상에서 호흡질환자나 거동이 불편한 노인층 및 장기간 침상생활하는 환자들에게 PNF 호흡운동을 적용한다면 호흡능력의 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 정상인을 대상으로 실험에 참가하였기 때문에 호흡능력의 변화에는 한계점이 보여졌지만 향후 노인이나 호흡기능이 약한 COPD 환자를 대상으로 한다면 호흡기능적 변화는 좀 더 큰 변화를 일으킬 수 있을 거라 생각되며, 또한 앞으로 고유수용성 신경근(PNF) 호흡운동을 통해 호흡기능 뿐만 아니라 신체의 전반적 기능에 대한 분석도 연구한다면 좀 더 기능적 운동법으로 발전될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] S. T. Sutbeyaz, F. Koseoglu. & L. Inan. (2010). Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke : A randomized controlled trail. *Clin Rehabil*, 24(3), 240-250.
- [2] M. Carr & J. Jones. (2003). Physiological Effects of Exercise on Stroke Survivors. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 9(4), 57-64.
- [3] L. Moodie, J. Reeve & M. Elkins. (2011). Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *Journal of Physical Therapy*, 57(4), 213-221.
- [4] N. Dursun, E. Dursun & K. Ziyet. (2001). Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archive of physical medicine and rehabilitation*, 82(12), 1692-1695.
- [5] T. Troosters, R. Casaburi, R. Gosselink & M. Decramer. (2005). Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 172(1), 19-38.
- [6] S. Adler & B. Dominiek. (2014). *PNF in practice(4th ed)*. Heidelberg Springer.
- [7] D. A. Klein, J. S. William & T. P. Wayne. (2002). PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 41(10), 476-488.
- [8] S. S. Bae, O. B. Goo, Y. C. Kim, & H. J. Lee. (2003). *Introduction of physical therapy(5th ed)*, Daehak Public.
- [9] J. S. Kim, B. Y. Hwang & Y. J. Hwang. (2014). The Effects of Respiratory Exercise through Trunk Re-alignment and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on the Phonation in Patients with Spastic Dysarthria. *NEURO THERAPY*, 18(1), 25-30.
- [10] K. C. Seo & M. S. Cho. (2014). The Effect on the Pulmonary Function of Normal Adults Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Respiration Pattern Exercise. *J Phys Phys Ter*, 26(10), 1579-1582.
- [11] M. S. Cho & R. J. Park. (2005). Effects of Functional Electrical Stimulation of Rectus Abdominis on Respiratory Capabilities in Children with Spastic Cerebral Palsy. *The journal of Korean Society of Physical Therapy*, 17(4), 601-612.
- [12] A. Guilherme, B. Audrey, N. Arianne, A. Alessandra, C. Renato & Z. Fernando. (2013). Effect of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation combined with elastic resistance bands on respiratory muscle strength: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(6), 541-546.
- [13] R. L. Mori, A. E. Bergsman & M. J. Holmes. (2001). Role of the medial medullary reticular formation in relaying vestibular signals to the diaphragm and abdominal muscles. *Brain Research*, 902(1), 82-91.
- [14] C. F. Chen, I. N. Lein & M. C. Wu. (1990). Respiratory function in patients with spinal cord injuries. *Paraplegia*, 28(2), 81-86.
- [15] P. F. Alfred. (1998). *Fishman's Pulmonary Disease and Disorders(3rd ed.)*. New York: McGraw-Hill, 1100.
- [16] C. W. Lee, K. Hwangbo & I. S. Lee. (2014). The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain muscle activity of chronic low back pain patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(1), 93-96.
- [17] B. O. Gu, M. J. Kwun & K. T. Kim. (2010). *Treatment of neurological and muscle and joint Proprioceptive Neuromuscular Facilitation : Evidence-based diagnosis and intervention*. DaiHak Public, 385-389.
- [18] J. A. Pryor & S. A. Prasad. (2002). *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems(3rd ed.)*. Singapore: Churchill Livingstone.
- [19] J. H. Kim, Y. S. Hong & S. S. Bae. (2000). The effects of chest physical therapy on improvement of pulmonary function in the patients with stroke. *J Kor Soc Phys Ther*, 12(2), 133-144.
- [20] T. British. (2001). Pulmonary Rehabilitation. *Thorax*, 56(0), 827-834.
- [21] C. Kisner, L. A. Collby. (2002). *Therapeutic exercise: foundations and techniques(5th ed.)*. Philadelphia, 852-853.
- [22] E. D. D'Angelo & E. Agostoni. (1995). Statics of the chest wall. *The thorax*, 29(1), 457-493.
- [23] K. Takeshi & M. Hitoshi. (2005). The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24(4), 259-265.

- [24] S. J. Enright, V. B. Unnithan, C. Heward, L. Withnall & H. D. David. (2006). Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther*, 86(3), 345-354.
- [25] A. Y. Jones, E. Dean & C. C. Chow. (2003). Comparison of the oxygen cost of breathing exercise and apontaneous breathing in patients with stable COPD. *Physical therapy*. 83(5), 424-431.
- [26] M. O. Jo et al. (2003). The Effects of Respiratory Rehabilitation Training on Respiratory Functions of Cervical Spinal Cord Injury Patients. *The Korean journal of rehabilitation nursing*. 10(2), 108-115.
- [27] M. Y. Liaw, M. C. Lin, P. T. Cheng, A. W. May-Kuen & T. Fuk-Tan. (2000). Resistive inspiratory muscle training : its effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(6), 752-756.
- [28] J. H. Lee, Y. J. Kwon & K. Kim. (2009). The Effect of Chest Expansion and Pulmonary Function of Stroke Patients after Breathing Exercise. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 21(3), 25-32.

조 미 숙(Mi-Suk Cho)

[경력]



- 2018년 8월 : 대구대학교 물리치료 전공(이학박사)
- 2007년 3월 ~ 2010년 2월 : 영동대학교 물리치료학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 나사렛대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 해부학, 전기치료학

· E-Mail : mscho@kornu.ac.kr

서 교 철(Kyo-Chul Seo)

[경력]



- 2012년 8월 : 대구대학교 물리치료 전공(이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 나사렛대학교 물리치료학과 교수
- 관심분야 : 심폐물리치료
- E-Mail : blueskyskc@hanmail.net

박 승 환(Seung-Hwan Park)

[경력]



- 1985년 10월 : 서울지구병원 의료장비 정비관
- 1990년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (석사)
- 1995년 8월 : 인하대학교 전자공학과 (박사)
- 1995년 9월 ~ 현재 : 을지대학교 의료공학과 교수

· 관심분야 : 광학계 설계 및 평가, 반도체 검사장비, 안광학 장비

· E-Mail : pasuhwa@eulji.ac.kr