

45도 기대어 앉은 자세에서 PNF호흡운동이 20대 정상인의 복합적 폐활량과 최대환기량에 미치는 영향

김옥기¹, 박승환^{2*}, 서교철³

¹나사렛대학교 재활자립학과 교수, ²을지대학교 의료공학과 교수, ³나사렛대학교 물리치료학과 교수

The Effects on the Convergence Vital Capacity and Maximal Voluntary Volume of 20's Normals Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Respiration Exercise by Sitting Position

Ok-Ki Kim¹, Seung-Hwan Park^{2*}, Kyo-Chul Seo³

¹Professor, Department of Rehabilitation Independence, Korea Nazarene University

²Professor, Department of Biomedical Engineering, Eulji University

³Professor, Department of Physical Therapy, Korea Nazarene University

요약 본 연구의 목적은 20대 대학생들을 대상으로 45도 기대어 앉은 자세에서 실시한 PNF호흡운동을 통해 폐활량과 최대환기량에 미치는 영향을 알아보았다. 대상자는 20대 대학생 정상인 20명을 실험군 10명과 대조군 10명으로 동공 처리방식으로 배치하였다. 실험은 4주간 실시하였는데 이때 1주일에 3회로, 1회 30분씩 실시하였다. 실험방법으로 실험군은 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 적용한 호흡운동을 30분간 실시하였고 대조군은 45도 기대어 앉은 자세에서 횡격막호흡운동을 30분간 실시하였다. 실험대상자들은 실험 전과 후에 폐활량측정기로 폐활량과 최대환기량을 측정하여 기록을 분석하였다. 본 연구의 결과는 실험군이 대조군보다 폐활량, 최대환기량에서 유의한 증가가 나타났다 ($p < .05$). 결과를 통해 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 이용한 호흡운동을 실시 할 때 실험자의 수기로 인한 적절한 저항을 적용하는 PNF패턴이 이완성 호흡을 중시하는 횡격막호흡운동보다 더 크게 호흡능력의 증가가 나타난 것으로 사료된다.

주제어 : 폐기능, 고유수용성신경근축진법 호흡운동, 45도 기대어 앉은 자세, 횡격막호흡, 최대환기량

Abstract The purpose of this study was to determine whether PNF respiratory exercise increases the vital capacity and maximal voluntary volume of 20s normal adults by 45° leaning sitting position. Twenty normal adults in their 20s were randomly assigned to an experimental group and control group. 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 diaphragm respiration exercises by 45° leaning position for 30 minutes three times per week. Subjects were assessed post-test by measurement of vital capacity, maximal voluntary volume. Our findings show that the experimental group had significant improvements in vital capacity, maximal voluntary volume ($p < .05$). In this study, the experimental group showed more improvement in pulmonary function, 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 respiration, 45°leaning position, Diaphragm respiratory, Maximal voluntary volume

*This research was supported by the Korean Nazarene University Research Grants 2020.

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

Received March 6, 2020

Accepted May 20, 2020

Revised April 3, 2020

Published May 28, 2020

1. 서론

호흡능력은 호흡기 감염 예방과 관리에 있어서 매우 중요하게 나타나며, 이런 기능을 유지시켜주는 호흡운동은 호흡근이 약한 환자들을 중심으로 실시하여 호흡근의 기능을 향상시켜 호흡근란을 개선해 폐 합병증 예방에 필수적이다[1]. 호흡운동은 질병으로부터 완전한 회복보다는 호흡기능장애를 최소화하고 더불어 재발을 억제시켜 호흡능력이나 호흡의 기능을 증진시킬 수 있게 여러 호흡프로그램을 개발하여 임상적 적용으로 호흡근력과 심폐지구력을 증가시킬 수 있다[2].

과거에는 직접적인 호흡훈련을 통해 폐기능이 증진에 관한 연구가 이루어져 왔으며 단순한 기구를 이용하는 호흡운동이나 저항성 호흡운동을 대중적으로 많이 실시하지만[3-5] 최근에는 삼차원적인 움직임과 나선상의 대단위 근육을 이용한 저항운동을 실시하여 많은 근육군들의 근력을 향상시키는 이론적 근거를 바탕으로 고유수용성신경근축진법(PNF)을 이용한 호흡운동에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다. PNF호흡운동은 가로막과 더불어 중요 호흡근의 근력을 증진하고 가슴 우리의 가동범위를 증진함으로써 최대 들숨과 최대 날숨의 증진 등을 호흡에 도움을 주는 목적으로 하는 운동이고[6], 근육과 건내의 고유수용기를 자극하여 근력, 유연성을 증가시키며[7], 신경계 자극은 운동단위의 기능이 최대로 반응하여 협응력을 증가시킨다[8].

PNF를 기반으로 이용한 호흡운동에서 김재석 등[9]은 바로 누운 자세에서 PNF를 통한 호흡운동은 환자의 호흡량, 최대기침 양량의 증가한 효과가 나타났고, 서교철과 조미숙[10]은 바로 누운 자세에서 20대 여대생을 대상으로 PNF 호흡 운동을 실시하여 폐기능의 효과를 확인하였고, 박승환 등[11]은 20대 정상인을 대상으로 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF호흡운동과 바로 누운 자세에서 PNF호흡운동을 실시하였을 때 1회호흡량, 흡기 예비용적, 호기예비용적을 비교해 보았다. 조미숙과 박래준[12]은 PNF를 이용하여 호흡근의 활동을 증진해 폐활량을 증가시켰으며, Guilherme[13]은 탄력밴드와 함께 PNF를 실시한 후 최대흡기량과 최대호기량이 증가함을 확인하였다.

이전의 연구에서는 호흡운동은 침상에 바로 누운 자세에서 중력에 수직적 방향으로 운동을 실시하여 호흡을 일으키는데 많은 어려움이 있었고 특히 장기간 침상생활을 하는 만성 노약자 또는 심폐질환자들의 호흡운동은 바로 누운 자세에서 호흡운동의 기능적 효과가 많이 나

타나지 않는다는 결과를 바탕으로[14,15], 본 연구에서는 인체의 가장 편안함을 줄 수 있고 자연스럽게 충분한 호흡을 유도할 수 있는 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 이용한 호흡운동을 실시하였을 때 폐활량과 최대환기량에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자 및 연구기간

본 연구는 2019년 11월 1일부터 2019년 11월 30까지 충남 천안시에 위치하는 N대학 P학과에 재학 중인 대학생 20명을 대상으로 실험에 참여하였다. 실험군과 대조군 각각 남녀 5명씩 무작위로 배치하였다. 대상자는 폐질환의 병력이 없는 정상호흡이 가능하며, 선천적 혹은 후천적 흉곽변형이나 흉곽골절 등이 없으며, 폐의 기능향상을 위한 치료나 운동치료를 받지 않았던 자로 하였다. 그리고 실험자는 대상자들에게 본 임상실험에 대해 충분히 이해할 수 있게 설명하여 참여하도록 동의를 받았다. 본 연구는 나사렛 대학교에 설치되어 있는 임상 윤리위원회를 통해 승인을 받았고(KNU IRB 19-1023-02), 헬싱키 선언을 통한 윤리 원칙을 기초로 하여 검토를 받았다.

2.2 실험방법

실험군은 4주간 주 3회씩 PNF 호흡운동 30분을 실시하였다. 운동방법은 Fig. 1의 사진을 보면, 실험대상자는 45도 기대어 앉은 자세에서 실험자의 양손으로 대상자의 양쪽 갈비뼈 8, 9, 10, 11번에 놓고 하부 갈비뼈움직임(양동이 움직임)을 일으켜 하부흉곽의 최대팽창과 최대이완의 반복움직임을 일으킬 때 저항을 주는 방법이다. 이때 실험자는 대상자의 흡기 움직임을 최대로 일으킬 때 “심흡기상태로 유지하세요”라고 지시하며 대상자의 하부흉곽부위를 상외측으로 적절한 저항을 주었다. 실험자는 5초시간이 흐른 후 “숨을 최대한 들이마시세요.”라고 지시하였다. 이 때, 대상자는 갈비뼈들을 하내측으로 움직이며 최대 호기가 일어나 실험자는 공기를 밖으로 배출하기 위해 양쪽 하부흉부를 하내측으로 흔들기를 적용하여 허파에 분포한 공기의 외부로 배출유도에 도움을 주었다[16,17].



Fig. 1. PNF respiratory exercise

대조군은 4주간 주 3회씩, 횡격막호흡운동 30분을 실시하였다. Fig. 2에서 보여지듯이 대상자는 45도 기대어 앉은 자세에서 횡격막 호흡운동을 실시하였다. 치료사의 손은 전방 복직근의 상단부에 올려놓은 다음 환자에게 “천천히 코로 숨을 들숨하시고 입으로 숨을 날숨하세요” 라고 횡격막호흡을 유도하였다. 이때 실험자는 상위 복부가 상승될 때 손으로 약간 저항을 주어 환자의 심흡기와 심호기를 유도하였다. 환자는 심호흡을 하는 동안 어깨를 이완한 채 상흉부는 움직이지 않고 복부의 상승만 허용하도록 하였다.

2.3 폐기능 측정

측정은 Fitmate (COSMED Sri, Italy) 호흡측정기구로 실시하였고, 모든 실험대상자는 바로 누운 자세에서 호흡측정을 하였다. 실험자는 정확하게 호흡능력을 측정 위해 실험대상자에게 2-3번의 반복 설명과 시범을 통해 연습훈련을 보여주었다. 또한 실험대상자로 하여금 실험 시작 전에 코마개를 반드시 사용하도록 유도하였고, 측정할 때에는 코속으로 공기가 유입되지 않도록 주의깊게 관찰하여 실시하였다. 실험은 들숨부터 시작하여 측정기구의 화면을 통해 시작신호 ‘삐’라고 신호음이 울리면 천천히 최대한 공기를 입밖으로 내뿜은 후에 천천히 최대한 입속으로 공기를 들이마신게 하여 측정을 종료하였다. 이때 측정기구를 통해 폐활량(VC), 최대환기량(MVV)의 값을 측정하였다[18]. 측정은 실험전과 실험후에 각각 3회씩 측정하여 큰 편차가 나지 않도록 체크하여 평균값을 측정값으로 선정하였다. 1회 측정을 하고나서 약 2분간의 휴식시간을 주었다.



Fig. 2. Diaphragm respiratory exercise

2.4 자료분석

본 연구의 분석 방법은 SPSS 18.0의 버전으로 이용하였고 실험대상자의 기본적인 일반특성은 실험전에 미리 조사하여, 두 집단별로 평균값 및 표준편차를 구하였다. 두 집단의 실험전과 실험후에 폐활량과 최대환기량을 비교하기 위해 대응비교 T검증을 실시하였고 실험 전후차 두 집단 간 차이를 검증하기 위해 독립비교 T-Test로 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05로 하였다.

3. 결과

3.1 대상자의 일반적 특징

연구대상자의 일반적인 특징으로 실험대상자 대학생 20명으로 동공처리방식으로 실험군 10명, 대조군 10명으로 하였다. 실험군과 대조군 모두 남녀비율이 각각 5명씩 나누었다. 실험군과 대조군의 평균 연령, 신장, 몸무게의 Table 1에 설명되어 있다. 두 집단간의 통계적 검증에서 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 1 참고).

Table 1. General characteristics of the subjects

	EG (n =10)/M±SD	CG (n =10)/M±SD	p
Sex (M/F)	5/5	5/5	
Age (yr)	24.54±2.77	25.72±2.86	.770
Height (cm)	169.44±7.25	166.23±8.12	.581
Weight (kg)	64.99±10.55	68.43±12.92	.614

EG=Experimental group; CG=Control group

Table 2. The comparison of VC and MVV between the experimental group and the control group

(N=20)

		Pre-test	Post-test	Differences	t	p
VC (ℓ)	EG	4.19±0.61	4.70±1.12	0.51 ± 0.51	2.51	.041
	CG	4.43±0.73	4.49±1.82	0.06 ± 0.20	1.39	.361
	t			1.093		
	p			.372		
MVV (ℓ)	EG	113.87±1.21	117.15±3.16	3.32 ± 2.11	3.05	.048
	CG	112.35±5.41	112.13±4.35	-0.22 ± 1.49	1.29	.061
	t			2.838		
	p			.042		

M±SD, EG=Experimental group; CG=Control group; VC: Volume capacity, MVV: Maximal Voluntary Volume

3.2 실험군과 대조군의 폐활량과 최대환기량의 변화

Table 2에서 보면, 실험 전과 후의 폐기능의 변화를 비교하였을 때 폐활량에서 실험군은 실험 전보다 실험 후 유의한 차이로 증가한 결과를 보였고, 대조군도 실험 전보다 실험 후 유의한 차이로 증가한 결과는 보이지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후차 비교에서 실험군이 대조군보다 차이는 나타났지만 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 2 참고).

최대 환기량에서 실험군은 실험 전보다 실험 후에 유의하게 증가한 결과가 나타났고 대조군은 실험 후에 유의한 결과가 나타나지 않았다. 두 집단 간 훈련 전·후 차이비교에서 실험군이 대조군보다 더 큰 유의한 차이가 나타났다(Table 2 참고).

4. 고찰

20대 대학생들을 대상으로 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 이용한 호흡운동을 실시한 실험군과 45도 기대어 앉은 자세에서 횡격막호흡운동을 실시한 대조군의 폐활량, 최대환기량의 비교하여 보았다. 본 실험에서 호흡운동을 위해 45도 기대어 앉은 자세에서 실시하였는데 이는 실험대상자에게 복부근이 가장 이완된 자세로 호흡을 유도할 수 있는 자세이기 때문이다[19,20].

실험대상자의 호흡근력의 기능적 증진을 위한 방법으로 실험기간은 4주에서 12주정도, 주당 2회에서 5회사이, 매회 30분정도 실시하여야 가장 효과적이라 하였고[21], 본 연구에서도 4주간 주 3회, 매회 30분씩 적용하였다. 실험대상자는 45도 기대어 앉은 자세를 유지하였고, 실험자는 대상자의 흉벽에 직접 접촉하여 폐활량을 향상시키기 위해 3차원적이고 대단위움직임을 일으킬 수 있는 PNF 패턴운동을 20대 대학생에게 적용하였다. 최

근 호흡질환의 발생률이 점차 증가하는 추세에서 그에 맞는 적절한 호흡운동과 프로그램이 개발되고 있는 추세이다. 그래서 기구를 이용하는 호흡운동이 아닌 직접 치료사의 기술증재로 실시하는 호흡훈련 중에서 가슴외벽에 직접 저항을 가하여 흉부영역의 호흡량을 증진시킬 수 있도록 삼차원적, 그리고 나선상의 대단위 호흡근의 움직임을 유도할 수 있는 PNF를 이용한 호흡운동을 실험군에게 적용하였다.

실험후 실험군은 대조군보다 실험후에 폐활량, 최대환기량에서 유의한 증가를 보였고 변화량 검증에서는 실험군이 대조군보다 더 큰 증가하였지만 최대환기량에서만 유의한 증진이 나타났다. 이는 대상자가 PNF 호흡패턴 운동을 통해 흡기시에는 실험자의 수기적 저항을 통한 복강내압의 상승과 흡기근육들의 근활동이 평상시보다 더 강화되었고 호기시에는 실험자가 폐포내의 최대한 환기할 수 있도록 보조적 움직임을 나타내서 환기량이 증가한 것으로 사료된다.

폐기능은 기본적으로 증력에 영향을 많이 받으며 기능적 변화는 큰 수치로 현저히 나타난다[22,23]. 대상자의 자세변화는 호흡의 안정성 흉곽길이변화에 영향을 줄 수 있고, 자세가 변하는 동안 전정계에서 호흡의 활동변화를 일으킨다[13]. 서교철과 조미숙[10]은 20대 여대생에게 바로 누운 자세에서 PNF호흡운동을 실시하였을 때 일회호흡량, 흡기예비용적, 호기예비용적, 폐활량이 유의하게 증가한 결과가 나타났다. 또 다른 정상인의 연구에서 복직근의 호흡운동을 통해 누운 자세에서는 폐활량이 낮게 나타났지만 앉은 자세에서 폐활량이 더 유의한 결과가 나타났다[24]. Enright 등[25]은 정상인을 대상으로 앉은 자세에서 고빈도 흡기근 훈련을 실시하였을 때도 폐활량, 총폐활량, 흡기근력이 유의하게 증가하였고, Jones 등[26]은 만성폐쇄성 폐질환자는 앉은 자세에서 횡격막 호흡운동, 입술 오므리기 운동을 통해 평상시 1회 호흡량

이 증가되었고, 조남옥 등[27]의 경수손상 환자는 바로 누운 자세에서 입술 오므리기 호흡을 적용하였을 때 폐활량이 유의하게 증가한 결과가 나타났다. Liaw 등[28]은 척수 손상 환자의 들숨에 관여하는 근육의 저항운동 실시 후 폐활량의 증가를 보였으며, 이진형 등[29]은 앉은 자세에서 피드백 호흡장비 운동이 폐활량, 정상시 1회 호흡량, 호기예비용적, 흡기예비용적 모두 유의하게 증가하였다. 본 연구에서도 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 이용한 호흡운동과 횡격막호흡운동을 각각 실시하여 폐활량과 최대환기량에 대한 평가한 결과를 분석하여 볼 때 PNF호흡운동이 더 효율적이라 알 수 있다.

최근들어 전국의 대학병원에서 본격적인 심장호흡 센터를 통해 점차적으로 호흡운동을 환자에게 적용하여 기 능회복에 많은 도움을 주고 있는 시점이다. 이때 신경계 환자에게만 적용하고 있는 고유수용성 신경근 축진법을 호흡기능이 약한 환자에게 호흡운동으로 적용하는 것으로도 충분히 기능적 증진에 기여할 수 있을 것으로 생각되며 또한 거동이 힘들어 장기간 침상생활하는 노약자에게도 삶의 질을 향상시킬 목적으로 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF호흡운동을 적용하였을 때 좀 더 빨리 회복할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구에서는 20대 대학생 20명을 대상으로 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF호흡운동 실시하였는데 실험군은 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 적용한 호흡운동을 실시하였고 대조군은 45도 기대어 앉은 자세에서 횡격막 호흡운동을 실시하여 폐활량과 최대환기량에 미치는 영향을 알아보았다. 실험군에서 대조군보다 폐활량과 최대환기량에서 모두 기능적 향상이 나타났다. 연구의 결과로 비추어 볼 때 임상에서 호흡질환자나 거동이 불편하여 장기간 침상생활을 하는 만성 노인성 환자들에게 45도 기대어 앉은 자세에서 PNF를 적용한 호흡운동을 적용한다면 호흡기능이 좋아져 심리적 안정을 도모하는 동시에 생명연장을 위한 도움을 줄 수 있다고 판단된다.

본 연구는 정상적 기능을 가진 20대 대학생은 호흡기능에 있어 호흡질환자와 동일한 표본일 수 없다는 것이 연구의 한계점이다. 앞으로는 실제 노인이나 호흡질환자를 대상으로 한다면 임상적 연구적 측면에서 심폐물리치료 학문에 실질적인 자료가 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Sutbeyaz. S. T., Koseoglu. F. & Inan. L. (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. <https://doi.org/10.1177/0269215509358932>
- [2] Carr. M., & Jones, J. (2003). Physiological Effects of Exercise on Stroke Survivors. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 9(4), 57-64. <https://doi.org/10.1310/0J2K-MDNX-1Q0L-8LX6>
- [3] Moodie. L., Reeve. J. & Elkins. M. (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. <https://doi.org/10.1310/0J2K-MDNX-1Q0L-8LX6>
- [4] Dursun. N., Dursun. E. & Ziyinet. K. (2001). Electromyographic biofeedback-controlled exercise versus conservative care for patellofemoral pain syndrome. *Archive of physical medicine and rehabilitation*, 82(12), 1692-1695. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.26253>
- [5] Troosters. T., Casaburi. R., Gosselink. R. & Decramer. M. (2005). Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 172(1), 19-38. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003793.pub3>
- [6] Adler. S. & Dominiek. B. (2017). *PNF in practice(5th ed)*. Heidelberg Springer.
- [7] Klein. D. A., William. J. S. & Wayne. T. P. (2002). PNF training and physical function in assisted-living older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 41(10), 476-488. DOI: <https://doi.org/10.1123/japa.10.4.476>
- [8] J. M. Yon & O. K. Lee. (2017). A comparative study to evaluate the effect crook sitting position and understanding of test in pulmonary function test on healthy individuals. *Journal of Digital convergence*, 15(5), 263-269. DOI : 10.14400/JDC.2017.15.5.263
- [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. DOI : dx.10.17817/2014.09.10.226
- [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. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1579>
- [11] S. H. Park, O. K. Kim & K. C. Seo. (2019). Analysis of the Convergence Pulmonary Function in the 20s Men

- of Mild Intellectual Disabilities with Obesity According to Position Changes. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(10), 67-74.
DOI : 10.15207/JKSC.2019.10.10.067
- [12] 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.
- [13] Guilherme. A., Audrey. B., Arianne. N., Alessandra. A., Renato. C. & Fernando. Z. (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.
https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000131
- [14] Chen. C. F., Lein. I. N. & Wu. M. C. (1990). Respiratory function in patients with spinal cord injuries. *Paraplegia*, 28(2), 81-86.
- [15] Mori. R. L, Bergsman. A. E. & Holmes. M. J. (2001). Role of the medial medullary reticular formation in relaying vestibular signals to the diaphragm and abdominal muscles. *Brain Research*, 902(1), 82-91.
- [16] Alfred. P. F. (1998). *Fishman's Pulmonary Disease and Disorders(3rd ed.)*. New York: McGraw-Hill, 1100.
- [17] 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.
https://doi.org/10.1589/jpts.26.93
- [18] Pryor. J. A. & Prasad. S. A. (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. *Journal of Korean Society Physical Therapy*, 12(2), 133-144.
- [20] Kisner C. & Collby LA. (2002). *Therapeutic exercise: foundations and techniques(5th ed.)*. Philadelphia, 852-853.
- [21] T. British. (2001). Pulmonary Rehabilitation. *Thorax*, 56(0), 827-834.
- [22] D. G. Han, H. N. Yang & J. H. Seo. (2018). The Effect of 12 Weeks of Combined Training on Body Composition, Health-Related Physical Fitness, and Bone Mineral Density of Obese and Osteoporotic Intellectual Disabilities-Case study. *Journal of Digital convergence*, 16(2), 375-383.
DOI : 10.14400/JDC.2018.16.2.375.
- [23] D'Angelo. E. D. & Agostoni. E. (1995). Statics of the chest wall. *The thorax*, 29(1), 457-493.
- [24] O. K. Kim, S. H. Park, K. C. Seo & M. S. Cho. (2019). Analysis of the Convergence Pulmonary Function in the 20s Men of Mild Intellectual Disabilities according to Multiple Lying Positions. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(12), 169-175.
https://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.12.169.
- [25] Enright. S. J., Unnithan. V. B., Heward. C. Withnall, L. & David. H. D. (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.
https://doi.org/10.1093/ptj/86.3.345
- [26] Jones, A. Y., Dean. E. & Chow. C. C. (2003). Comparison of the oxygen cost of breathing exercise and apontaneous breathing in patients with stable COPD. *Physical therapy*, 83(5), 424-431.
https://doi.org/10.1093/ptj/83.5.424
- [27] M. O. Jo, S. W. Park, G. S. Kim, S. O. Kim, I. J. Kim, S. J. Park, J. W. Park & K. H. Yu. (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.
- [28] Liaw. M. Y., Lin. M. C., Cheng. P. T., May-Kuen. A. W. & Fuk-Tan. T. (2000). Resistive inspiratory muscle training : its effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(6), 752-756.
https://doi.org/10.1016/S0003-9993(00)90106-0
- [29] 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.

김 옥 기(Ok-Ki Kim)

[정회원]



- 2012년 5월 : 콘콜디아신학대학원 장 애선교학전공(철학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 나사렛대학교 재활자립학과 교수
- 관심분야 : 장애인문화
- E-Mail : kimokki911@kornu.ac.kr

박 승 환(Seung-Hwan Park)

[종신회원]



- 1985년 10월 : 서울지구병원 의료장 비 정비관
- 1990년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (석사)
- 1995년 8월 : 인하대학교 전자공학과 (박사)
- 1995년 9월 ~ 현재 : 을지대학교 의료 공학과 교수

· 관심분야 : 의료공학, 재활기기

· E-Mail : pasuhwa@eulji.ac.kr

서 교 철(Kyo-Chul Seo)

[정회원]



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