Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 11. No. 9, pp. 51-57, 2020

ISSN 2233-4890 / eISSN 2713-6353
https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.9.051

칼텐본을 접목한 흉추가동운동이 20대 대학생의 복합적 폐활량에 미치는 영향

서교철[1], 장영창[2], 김대룡[3], 박승환[4*]
[1]나사렛대학교 물리치료학과 교수, [2]나사렛대학교 쿰칼리지 교수,
[3]나사렛대학교 재활자립학과 교수, [4]을지대학교 의료공학과 교수

The Effects of the Thoracic Mobilization Exercise Using Kaltenborn on the Convergence Pulmonary Function of 20's Normals

Kyo-Chul Seo[1], Young-Chang Jang[2], Dae-Rong Kim[3], Seung-Hwan Park[4*]
[1]Professor, Department of Physical Therapy, Korea Nazarene University
[2]Professor, Cumm College, Korea Nazarene University
[3]Professor, Department of Rehabilitation Independence, Korea Nazarene University
[4]Professor, Department of Biomedical Engineering, Eulji University

요 약 본 연구는 칼텐본을 접목한 흉추가동운동이 폐기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 20대 대학생 20명을 대상으로 4주간 실시하였다. 실험대상자 20명을 대상으로 실험군, 대조군으로 무작위 동공선택방식으로 그룹 배정을 하였다. 실험군은 횡격막 호흡운동 15분과 칼텐본을 적용한 흉추가동운동 15분으로 구성되고, 대조군은 횡격막 호흡운동으로 30분간 훈련하였으며, 두 군의 운동프로그램은 주 3회 4주간 실시하였다. 측정은 폐기능을 측정하여 자료를 분석하였다. 실험 전˙후 폐기능을 분석해 보면, 실험군은 TV, IRV에서 유의하게 증가하였으며, 실험후에 두 집단간의 변화검증에서도 TV와 IRV에서 유의한 차이가 나타났다. 본 연구를 통해 칼텐본을 이용한 흉추가동운동이 폐 기능에 더 긍정적인 효과를 주는 것을 알 수 있었다. 앞으로 임상에서 호흡훈련 시 일반적인 호흡훈련에 흉추가동운동을 함께 접목하는 치료방법이 적극적으로 중재되기를 기대하며 다양한 추가운동프로그램의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

주제어 : 폐기능, 칼텐본, 가로막 호흡운동, 흉추가동운동, 폐활량 호흡운동

Abstract The purpose of this study was to examine the effects of a thoracic mobilization exercise using the Kaltenborn on the convergence lung function. The study was conducted on 20 university students in their 20s over a four-week period. The 20 subjects were randomly selective assigned to a Kaltenborn thoracic mobilization exercise group and diaphragm exercise control group. The experimental group performed a Kaltenborn thoracic mobilization exercise for 30 minutes. The control group performed a diaphragmatic breathing exercise for 30 minutes. Each exercise program was performed three times a week for four weeks. When comparing the breathing capacity of the experimental and controls before and after the experiment, the experimental group showed significant changes in TV, IRV. In testing the differences between the experimental and controls in their changes after the experiment, TV, IRV showed a significant change. Based on the results of this study, a thoracic mobilization exercise using the Kaltenborn thoracic mobilization exercise may have positively affected the extrementals lung function. Therefore, if a thoracic mobilization exercise using the Kaltenborn is combined with a respiratory exercise program in the future, it will likely become a more effective treatment technique.

Key Words : Pulmonary function, Kaltenborn, Diaphragmatic breathing exercise, Thoracic mobilization exercise, Vital capacity

*This research was supported by the Korean Nazarene University Research Grants 2020.
*Corresponding Author : Seung-Hwan Park(pasuhwa@eulji.ac.kr)
Received July 15, 2020 Revised August 14, 2020
Accepted September 20, 2020 Published September 28, 2020

1. 서론

현대 의학의 급속한 발전으로 각종 질환에 대한 사망률 감소와 더불어 평균수명이 매년 증가하며 2010년 이후에도 계속 상승하고 있지만[1,2], 편리한 생활로 인해 운동의 부족이 성인병 질환으로 크게 진행되고 있다. 60세 이상 노인층에서는 산소 섭취량의 감소와 운동수행능력의 감소 및 근력약화와 같은 다양한 기능저하현상이 나타나나며[3], 특히 호흡능력의 약화가 현저히 나타난다[4]. 호흡능력은 호흡기 감염 예방과 관리에 매우 중요하며[5], 호흡능력을 개선하기 위한 호흡운동은 질병으로부터 치료보다는 예방과 재발억제 차원에서 호흡능력을 증진시킬 수 있는 호흡운동 프로그램 개발이 이루어져 왔는데 특히 휘트니스를 통한 호흡근의 근력과 지구력의 기능의 증가를 가져오며[6], 전신훈련보다 호흡근 훈련이 더 효과적이였다[7].

심재훈 등[8]은 척추 측만증 환자를 대상으로 흉부유연성 운동을 실시하여 폐활량에 긍정적인 효과가 있다. 낭포성 섬유증 환자들을 대상으로 일정기간 호기 양압 마스크와 플루터를 사용한 치료를 통해 폐기능의 증진이 나타났고[9]. McConnel & Romer[10]은 정상인에서도 피드백 호흡장비를 사용한 후 흡기 유량이 유의한 수준에서 증가되었다. 서교철과 조미숙[11]은 20대 여대생을 실험군으로 하여 PNF을 적용한 호흡 운동을 실시하였을 때 폐기능의 증가가 확인되였고, 박승환 등[12]은 20대 정상인을 대상으로 PNF호흡패턴 운동을 적용하였을 때 평상시 1회호흡량과 흡기예비용적, 그리고 호기예비용적에 유의한 수준의 증진이 있었다.

이전 연구에서 호흡기구나 호흡훈련을 적용하여 호흡기능에 초점을 맞추었지만 최근들어 흉곽의 흉추교정을 결합한 칼텐본을 적용하여 통증과 운동성과 같은 근골격계 평가를 보고하였다[13]. 칼텐본의 흉추가동운동은 흉곽의 가동범위의 증가와 동적 안정성의 증가가 나타나며 생체 역학적 관점에서 볼 때 초기의 관절의 진자운동량의 증가를 조절할 수 있는 동적 안정성의 확보에는 관절가동술이 더 효과적이었다고 하였다[14,15]. 그러나 이런 흉추가동운동을 접목한 호흡훈련 후 호흡기능와 관련된 연구는 매우 드문 실정이다. 그래서 본 연구에서는 칼텐본을 접목한 흉추가동운동을 통해 폐기능의 향상에 어떤 도움을 주는지 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자 및 연구기간

본 연구는 2019년 11월 15일부터 2019년 12월 15일까지 약 1개월간 천안시에 위치한 대학에 재학 중인 대학생 20명을 실험에 참여시켰다. 칼텐본을 적용한 흉추가동운동을 실시한 실험군 10명과 횡격막호흡운동을 실시한 대조군 10명으로 무작위 동공선택방식으로 각 그룹을 배치하였다. 대상자는 선천적 또는 후천적 흉곽변형이나 흉곽골절 등이 없고, 과거의 폐질환의 병력이 없는 상태, 그리고 폐의 기능치료 혹은 운동치료를 받지 않는 자로 선택하였다. 실험하기전에 대상자들에게 본 임상참여에 대한 취지와 동기 등을 명확히 설명하고 이해시킨 후 참여서류에 대한 동의를 받았다. 본 연구를 위한 임상적 윤리의 문제가 없도록 나사렛 대학교내에 설치된 임상 윤리위원회를 심사에 대한 승인을 받았고(KNU IRB 20-0401-01), 헬싱키 선언을 통한 기본적인 윤리 원칙에 따라 검토를 받았다.

2.2 실험방법

실험군은 4주간 실시, 1주일에 3회씩 칼텐본을 적용한 흉추가동운동 30분으로 구성되어 있다. 이 실험에는 10년의 경력을 가진 칼텐본 전문물리치료사를 실험자로 하여 본 연구에 참여하였다. 운동방법은 머리측방향 흉추가동운동과 외측방향 흉추가동운동로 나누어져 있다. 첫 번째로 머리측방향 흉추가동운동부터 실시하였으며, 대상자는 엎드린 자세를 하고 실험자는 대상자의 등부위에 오른손으로 척측굴곡하고 시지, 중지의 끝은 머리쪽을 향하도록 하여 대상자의 한쪽 척추주위근에 접촉시켜, 왼쪽 손가락은 먼저 위치해 놓여 있는 오른손 손가락 끝에 놓았다. 실험자는 양손을 대상자의 피부가 허용할 수 있는 한계까지 머리방향쪽으로 움직이며 동시에 근육에 압력을 가했다 제거했다하는 과정을 계속해서 반복하였다. 두 번째로 외측방향 흉추가동운동을 실시하였으며, 실험자는 대상자의 한쪽 척추주위근에 근섬유가 달리는 방향과 평행하게 자신의 오른손 무지를 머리쪽을 향한 상태에서 위치시키고 왼손의 수근부를 먼저 위치해 있는 무지의 끝에 놓고 외측으로 압력을 적용하였다. 이러한 운동은 흉추의 전범위를 적절히 이동하며 실시하였다[16].

대조군은 4주간 실시, 1주일에 3회씩, 횡격막호흡운동 30분을 실시하였다. 실험방법은 대상자가 편안하게 앉은 자세에서 실험자의 한 손은 상위 복직근에 올려놓고 흡기 시에 환자에게 느리면서 깊게 코로 공기를 마시도록 하며 흉곽부위를 최대한 움직이지 않은 상태에서 복부만

을 크게 팽창하도록 하였다. 그 다음 호기 시에는 상위복부를 손으로 천천히 압박하여 입으로 천천히 공기를 밖으로 보내도록 지시하였다[17].

Fig. 1. Diaphragm respiratory exercise

Fig. 2. Thoracic soft tissue mobilization

2.3 폐기능 측정

폐활량 측정기구는 Fitmate (COSMED Sri, Italy) 호흡기구로 정하였고, 모든 대상자는 앉은 자세에서 호흡측정을 실시하였다. 실험자는 정확한 측정을 위해 대상자 실험교육 3번의 설명과 시범을 반복 실시하여 연습시켰다. 시험대상자는 측정을 시작할 때 코속으로 공기가 들어오지 않도록 손으로 코를 막았다. 실험방법은 평상시 호흡을 3번 실시한 후 시작신호 '삐' 신호음이 울릴 때 천천히 최대한으로 입밖으로 날숨한 후 다시 최대한 입속으로 공기를 들숨하여 종료버튼을 눌러 마무리하였다. 이때 폐기능 측정기구를 통해 평상시 1회 호흡량과 폐활량, 그리고 흡기 예비용적, 호기 예비용적의 값을 측정하였다[18]. 측정은 실험전과 실험후에 각 3회씩 측정하여 중위값과 편차가 크게 나지 않도록 확인하여 검사결과를 정확하고 신뢰할 수 있게 평균값으로 정하였다[19].

2.4 자료분석

본 연구의 자료는 SPSS 18.0으로 사용하였고 집단별로 평균값 및 표준편차를 구하였다. 각 집단의 실험전과 실험후에 폐활량을 비교하기 위해 대응비교 T-Test 검증으로 실시하였고 실험 전후 두 집단 간 차이값을 비교하기 위한 방법으로 독립비교 T-Test 검증으로 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05로 하였다.

3. 결과

3.1 대상자의 일반적 특징

대상자의 기본적인 신체적 특징으로 실험대상자 대학생 20명으로 무작위 뽑기로 실험군 10명, 대조군 10명으로 하였다. 각각의 군간 남녀비율이 각각 6명, 4명씩 배치하였다. 실험군과 대조군의 평균 연령, 신장, 몸무게은 Table 1과 같이 나열하였으며 두 집단간의 통계적 검증을 통해 유의한 수준의 차이는 없었다.

Table 1. General characteristics of the subjects

(N=20)

	EG (n =10)/M±SD	CG (n =10)/M±SD	p
Sex (M/F)	6/4	6/4	
Age (yr)	22.54±2.72	23.32±1.86	.750
Height (cm)	168.44±5.25	166.93±4.12	.810
Weight(kg)	57.99±6.55	60.43±5.92	.114
EG=Experimental group; CG=Control group			

3.2 실험군과 대조군의 폐기능의 변화

각 대상자 그룹의 실험 전과 후의 폐기능의 비교를 보면, 실험군은 TV, IRV에서는 유의한 수준의 차이가 증가하였고($p<.05$), VC, ERV에 서는 유의한 수준의 차이가 없었다($p>.05$). 대조군은 모든 구간에서 유의한 수준의 차이가 없었다($p>.05$). 실험군과 대조군간의 집단 간 차이 검증에서는 TV, IRV에서는 유의한 차이가 나타났고($p<.05$), VC, ERV에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$)(Table 2 참고).

Table 2. The comparison of pulmonary function between the experimental group and the control group (N=20)

		Pre-test	Post-test	Differences	t	p
VC(ℓ)	EG	4.58±0.45	5.06±0.44	0.48 ± 0.28	2.077	.051
	CG	3.88±0.40	3.90±0.33	0.02 ± 0.22	0.623	.549
	t			1.888		
	p			.166		
TV(ℓ)	EG	0.32±0.04	0.45±0.06	3.32 ± 2.11	2.546	.024*
	CG	0.45±0.05	0.46±0.05	0.01 ± 0.01	1.999	.069
	t			3.602		
	p			.036*		
ERV(ℓ)	EG	2.23±0.21	2.63±0.16	0.40 ± 0.11	1.826	.091
	CG	2.29±0.40	2.28±0.27	0.01 ± 0.19	0.039	.333
	t			1.348		
	p			.272		
IRV(ℓ)	EG	3.09±0.17	3.33±0.16	0.24 ± 0.11	3.999	.002*
	CG	3.17±0.33	3.19±0.35	0.02 ± 0.19	1.090	.320
	t			3.322		
	p			.009*		

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

4. 고찰

20대 대학생들을 대상으로 칼텐본을 접목한 흉추가동운동을 한 실험군과 횡격막호흡운동만을 이용한 대조군으로 나누어 폐활량 검사를 실시하여 두 그룹의 호흡능력의 효과를 알아보고자 하였다. 실험대상자들은 호흡능력을 향상시키는 방법으로 실험의 기간은 4주에서 12주 사이에서, 1주일에 최대 5회, 매회 30분정도 실시해야 가장 효과적인 연구라고 검증하였고[20], 본 실험에서 앞선 연구와 같은 4주간 실시, 1주일에 3회씩, 1회 30분씩 적용하였다. 본 연구의 측정을 위한 폐활량은 환기 예비능력을 반영하는 기본적인 표본으로, 실험 대상자로 하여금 평상시 호흡을 3회 실시 후 숨을 천천히 들이마신 후 바로 천천히 최대한 내쉬게 하여 평상시 1회 호흡량, 폐활량, 호기 예비 용적, 흡기 예비용적 등을 측정한 검사는 대상자의 일반적 특징을 고려하여 정상수준의 ±20%이내에 들어갈 때는 정상으로 간주하였다[18]. 실험 전˙후 폐기능을 분석해 보면, 실험군은 TV, IRV에서 유의하게 증가하였으며, 실험후에 두 집단간의 변화검증에서도 TV와 IRV에서 유의한 차이가 나타났다. 이러한 변화는 칼텐본을 접목한 흉추가동운동이 등뼈의 척추관절을 유연하게 만들어 가슴우리의 움직임을 확장시켜 능동적인 활동이 이전보다 더 크게 나타나 폐의 환기능력이 향상된 것으로 사료된다.

서교철과 조미숙[11]은 20대 여대생에게 PNF호흡운동을 실시한 실험군에서 1회호흡량, 흡기예비용적, 호기예비용적, 폐활량이 대조군보다 유의한 증가의 결과가 나타났다. Enright 등[21]은 정상인들을 실험군으로 고빈도 흡기장비 훈련을 실시하였을 때 폐활량이 유의하게 증가하였고, Jones 등[22]은 만성폐쇄성 폐질환자들을 대상으로 임상적 실험을 통해 횡격막호흡운동과 입술 오므리기 운동을 복합적으로 실시하여 평상시 1회 호흡량이 유의하게 증가되었고, 조남옥 등[23]의 경수손상 환자는 입술 오므리기 호흡운동을 적용하였을 때 실험전보다 폐활량이 유의하게 증가한 결과가 나타났다. Liaw 등[24]은 척수 손상 환자의 들숨저항운동을 실시하여 폐활량의 증가를 보였으며, Van Houtte 등[25]은 척수 손상 환자들을 대상으로 점진적 호기 운동을 실시한 실험군에서 폐활량의 증진을 나타났으며, Bianchi 등[26]은 COPD환자들을 대상으로 입술 오므리기 호흡운동을 실시하여 흡기용적이 증가하였다. 또한 Ito 등[27]은 COPD 환자들을 대상으로 호흡기구운동을 실시하였을 때 1회 호흡량이 증가하였다. 이전형 등[28]은 뇌졸중 환자들을 대상으로 피드백 호흡장비 운동을 실시하였을 때

폐활량, 평상시 1회 호흡량, 호기예비용적, 흡기예비용적 모두구간에서 유의한 수준의 증가된 결과가 나타났다. 비록 20대 정상인을 대상으로 본 연구를 실시하였지만 여러 질환자의 다양한 호흡운동으로 이루어진 선행된 연구 결과와 유사한 결과가 본 연구에서도 나타났다.

2010년대에 이르러 대기오염의 확산으로 호흡질환의 환자들이 급증하여서 전국의 유수한 종합병원 또는 대학병원에서 심장호흡센터를 확대하는 추세에 있다. 이런 환경적 변화에 발맞춰 다양한 호흡운동을 개발함과 동시에 질환자에게 빠르게 적용하여 호흡기능의 향상에 도움을 줄 수 있는 시점에서 칼텐본을 접목한 흉추가동운동은 많은 호흡질환자의 회복에 긍정적 효과를 줄 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구에서는 20대 대학생들을 대상으로 칼텐본을 이용한 흉추가동운동을 실시하여 폐기능에 대한 영향을 알아보았다. 칼텐본을 적용한 흉추가동운동을 실시한 실험군은 호흡이완운동을 실시한 대조군보다 폐기능의 모든 구역에서 증진이 나타났다. 이런 연구를 바탕으로 호흡기센터에서 전문심폐물리치료사에 의해 호흡질환자에게 칼텐본을 이용한 흉추가동운동을 적절히 사용한다면 흉부의 관절의 유연성을 통한 가동능력을 향상시켜 호흡기능에 도움을 줄 수 있는 동시에 삶의 안정에도 큰 도움을 줄 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점은 정상적 호흡의 기능을 가진 20대 대학생은 호흡질환자와 동일하게 생각할 수 없다는 것이다. 향후의 실험적 계획은 임상에서 실제 호흡질환이 있는 환자들을 대상로 한다면 칼텐본을 적용한 흉추가동운동을 실시한다면 심폐물리치료의 대중화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

[1] K. Kim. (2009). Physical Science : Effects of Endurance Exercise on Cardiopulmonary Function according to the Exercise Intensity. *Journal of Korea Sports Research, 17(6),* 433-440.

[2] Y. H. Yoo, J. H. Lee, S. H. Park & D. O. Lim. (2019). The Structural Analysis of Influences of Mortality Change on the Life Expectancy at Birth n Korea : 1985~2015. *Korean Public Health Research, 45(1),* 71-81.

[3] Buchner, D. M., Larson, E. B., Wagner, E. H., Koepsell, T. D. & De Lateur. B. J. (1996). Evidence for a non-linar realationship between leg strength and gait speed. *Age and Ageing, 25(5),* 386-391.

[4] M. R. Yu, H. S. Choi, S. J. Back, J. M. Nam & Y. R. Choi. (2010). Characteristics of Respiration and Phonation in Normal Health Elderly. *Phonetics and speech sciences, 2(4),* 245-252.

[5] 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. DOI: 10.1177/0269215509358932

[6] Carr, M. & Jones, J. (2003). Physiological Effects of Exercise on Stroke Survivors. *Topics in Stroke Rehabilitation, 9(4),* 57-64. DOI: 10.1310/0J2K-MDNX-1Q0L-8LX6

[7] Markov, G., Spengler, C. M., Knöpfli-Lenzin, C., Stuessi, C. & Boutellier, U.(2001). Respiratory muscle training increases cycling endurance without affecting cardiovascular responses to exercise. *European Journal of Applied Physiology, 85(4),* 233-239. DOI: 10.1007/s004210100450

[8] J. H. Sim, D. W. Oh & G. W. Lee. (2009). The Effects of Thoracic Flexibility Exercise on Vital Capacity and Chest Expansion in Patients With Idiopathic Scoliosis. *KAUTPT, 9(2),* 145-156.

[9] McIlwaine, P. M., Wong, L. T., Peacock, D. & Davidson, A. G. (2001). Long-term comparative trial of positive expiratory pressure versus oscillating positive expiratory pressure(flutter) physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *The Journal of Pediatrics, 138(6),* 845-850. DOI: 10.1067/mpd.2001.114017

[10] McConnell, A. K. & Romer, L. M.(2004). Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International Journal of Sports Medicine, 25(4),* 284-293. DOI: 10.1055/s-2004-815827

[11] K. C. Seo & M. S. Cho. (2014). The Effect on the Pulmonary Function of Normal Adults Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Respiration Pattern Exercise. *Journal of Physical Therapy Science, 26(10),* 1579-1582. DOI: 10.1589/jpts.26.1579

[12] 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

[13] Y. W. Jun, H. J. So, Y. D. Jung & S. H. Um. (2015). The effects of Upper Thoracic Joint Mobilization

Technique using Kaltenborn-Evjenth concept on Cervicothoracic ROM and Pain in patients with Chronic Neck Pain. *Journal of the Korean Society of Radiology, 9(7),* 479-486.
DOI: 10.7742/jksr.2015.9.7.479

[14] S. J. Park, K. H. Cho & S. H. Kim. (2018). The Effects of Kaltenborn Orthopedic Manual Therapy with Evjenth-hamberg Stretching on Range of Motion of Ankle Joint and Balance Ability in Patients with Chronic Stroke. *Journal of Korean Society of Physical Medicine, 13(2),* 43-51.
DOI: 10.13066/kspm.2018.13.2.43

[15] D. H. Park, E. H. Lee & K. S. Lee. (2019). Effects of Thoracic Flexibility Exercise Program on Pain, Heart Rate Variability, and Depression in Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of the Korean Society of Integrative Medicine, 7(4),* 161-170.

[16] Krauss. J., Evjenth, O. & Creighton, D. (2006). *Translatoric spinal Manipulation for Physical Therapists.* Minneaplis, MN: Lakeview Media.

[17] K. U. Min. (2005). *Kinesiology of Muscloskeletomy and Respiratory,* Hanledrak.

[18] Y. C. Han. (1996). *Clinical Respiratory.* Iljogak.

[19] J. N. Choi, H. H. Kim, C. M. Nam & H. S. Choi. (2007). Characteristics of Clottal Area Waveform and Phonation in Patients with Unilateral Vocal Fold Palsy or Sulcus Vocalis. *The Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology, 12(3),* 487-507.

[20] T. British. (2001). Pulmonary Rehabilitation. *Thorax, 56(0),* 827-834.

[21] 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.
DOI: 10.1093/ptj/86.3.345

[22] 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.
DOI: 10.1093/ptj/83.5.424

[23] 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.

[24] 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.
DOI: 10.1016/S0003-9993(00)90106-0

[25] Van Houtte, S., Vanlandewijck, Y. & Gosselink, R.(2006). Respiratory muscle training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *Respir Med, 100(11),* 1886-1895.
DOI: 10.1016/j.rmed.2006.02.029

[26] Bianchi, R., Gigliotti, F., Romagnoli, I., Lanini, B., Castellani, C., Grazzini, M. & Scano, G. (2004). Chest wall kinematics and breathlessness during pursed-lip breathing in patients with COPD. *Chest, 125(2),* 459-65.
DOI: 10.1378/chest.125.2.459

[27] Ito, M., Kakizaki, F., Tsuzura, Y. & Yamada, M. (1999). Immediate effect of respiratory muscle stretch gymnastics and diaphragmatic breathing on respiratory pattern. *Respiratory Muscle Conditioning Group. Internal Medicine, 38(2),* 126-132.
DOI: 10.2169/internalmedicine.38.126

[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.

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

장 영 창(Jang, Young Chang) [정회원]

· 2012년 2월 : 경희대학교 국어국문학 전공 (문학박사)
· 2013년 9월 ~ 2015년 8월 : 우송대학교 교양대학 교수
· 2017년 3월 ~ 현재 : 나사렛대학교 쿰칼리지 교수
· 관심분야 : 특수상담교육, 장애인재활교육
· E-Mail : jyoungch11@hanmail.net

김 대 룡(Kim, Dae Ryung) [정회원]

· 2011년 2월 : 단국대학교 특수교육학 전공 (교육학박사)
· 2017년 3월 ~ 현재 : 나사렛대학교 재활자립학과 교수
· 관심분야 : 특수교육, 장애인교육
· E-Mail : dbkim@kornu.ac.kr

박 승 환(Seung-Hwan Park) [종신회원]

· 1985년 10월 : 서울지구병원 의료장비 정비관
· 1990년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (석사)
· 1995년 8월 : 인하대학교 전자공학과 (박사)
· 1995년 9월 ~ 현재 : 을지대학교 의료공학과 교수
· 관심분야 : 안광학기기, 재활공학
· E-Mail : pasuhwa@eulji.ac.kr