

복부 브레이싱 운동이 20대 성인의 호흡기능에 미치는 영향에 관한 예비연구

장혜리, 황보각, 이도연*
대구대학교 일반대학원 재활과학과 물리치료전공

A Preliminary Study on Effects of Abdominal Bracing Exercise on Respiratory Function of Normal Adults

Hye-Ree Jang, Bogak Hwang, Do-Youn Lee*
Department of Physical Therapy, Daegu University

요약 요부안정화 운동은 척추 주변 근육과 복부 근육을 강화시켜 최근 임상에서 많이 사용하는 운동 방법이지만 호흡 기능에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 대표적인 요부안정화 운동인 복부 브레이싱 운동이 정상 성인의 호흡기능에 효과적이지를 알아보려고 실시하였다. 20대 성인 40명을 대상으로 각각 복부 브레이싱 운동을 25분간 실시하는 실험군과 일상생활을 25분간 하는 대조군으로 무작위 배치하였다. 호흡기능의 변화량을 비교하기 위하여 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량과 최대호기유속을 통해 폐기능 검사를 하였고, 호흡압력의 변화량을 알아보기 위해 최대 호기압력과 최대 흡기압력을 측정하였다. 본 연구의 실험 결과 실험군에서 폐기능과 호흡압력 모두 유의하게 증가되었고($p < .05$), 그룹 간 비교에서는 최대 흡기압력을 제외한 나머지 수치에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 이러한 결과는 복부 브레이싱 운동이 호흡기능을 향상시키기 위한 효과적인 운동으로 제시될 수 있다고 사료 된다.

Abstract Lumbar stabilization exercise is a popular exercise method in recent clinicians, as it strengthens muscles around the spine and abdominal muscles, but there is a lack of research on the effects of pulmonary function and respiratory pressure. So, this study examined whether abdominal bracing exercise, a typical lumbar stabilization exercise, was effective in pulmonary function and respiratory pressure. In this study, a total of 20's 40 subjects were recruited and randomly divided into an abdominal bracing exercise group($n=20$) and control group($n=20$). Abdominal exercise group underwent 25 minutes of exercise. Pulmonary function and respiratory pressure values were measured to analyze respiratory function. As a results of the experimental group, there were significant improvements in FVC, FEV1, PEF and MEP($p < .05$) and there was a significant difference in the comparison between groups, except the MIP. These results suggest that abdominal bracing exercise can be presented as effective exercises to improve respiratory function.

Keywords : Abdominal, Bracing Exercise, Respiratory Function, Pulmonary Function, Respiratory Pressure

1. 서론

호흡에는 호기와 흡기로 구성된 주기가 있다. 호흡 시

에 사용하는 가슴우리와 복부의 근육들은 주동근과 협력근으로 분류된다. 흡기 시에는 가로막이 주동근으로 작용하고, 호기 시에는 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가

*Corresponding Author : Do-Youn Lee(Daegu Univ.)

email: triptoyoun@naver.com

Received April 3, 2019

Accepted July 5, 2019

Revised May 16, 2019

Published July 31, 2019

로근 등이 사용된다[1]. 노력성 호기 중에는 배근육의 수축과 함께 복강 내 압력을 상승시켜 횡격막의 상승으로 공기를 체외로 배출한다. 이처럼 호흡운동은 몸통 근육의 활성화를 유도하여 신체의 안정성을 증가시키고, 신체 골격의 바른 정렬을 유지하여 요부안정화 근육을 강화시킨다[2]. 이렇게 호흡운동을 통해 강화된 근육들을 평가하기 위한 검사방법에는 폐기능 검사(PFT: Pulmonary function test)와 호흡압력 검사가 있다.

폐기능 검사는 호흡계의 기능에 대한 지침을 제공하는 검사방법으로 질병의 손상과 장애의 정도를 구별하여 병의 진행 정도의 파악이나 치료효과를 알기 위해 주로 사용되어진다[3]. 이러한 검사는 폐에서 이루어지는 환기, 확산과 기계적 작용 등에 의한 가스교환을 통해 폐질환의 역학 및 생리학 연구에 많이 사용되어져 왔다[4].

이러한 폐기능 검사의 대표적인 측정지표에는 최대한 공기를 흡입한 후 불어낸 공기의 양인 노력성 폐활량(FVC: Forced Vital Capacity, 이하 FVC), 최대한 흡입 후 최대한 세고 빠르게 불어낼 때의 1초간의 공기 양인 1초간 노력성 호기량(FEV₁: Forced Expiratory Volume at one second, 이하 FEV₁)과 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비(FEV₁/FVC) 그리고 최대한 불어낼 때 한 순간 공기의 최고유속인 최대호기유속(PEF: Peak Expiratory Flow, 이하 PEF)이 있다 [4, 5]. FEV₁/FVC는 기도의 폐쇄성을 알 수 있는 지표로서 FEV₁/FVC(%)가 70%미만일 때 만성 기관지염, 폐기종, 천식과 같은 폐쇄성 환기장애라고 볼 수 있고, FEV₁/FVC(%)가 70%이상이고 FEV₁가 80%미만일 때 FVC가 80%이상이라면 폐쇄성 환기 장애를 의심할 수 있으나 FVC(%)가 80%미만일 때는 미만성 간질성 폐렴, 폐 섬유증과 같은 제한성 환기장애를 의심할 수 있다[5].

호흡압력 검사는 비침습적 방법으로 흡기근과 호기근의 근력을 측정할 수 있고 건강한 사람 뿐만 아니라 신경근 질환, 폐질환자들 모두에게 유용하게 사용되는 방법이다. 또한 최대 흡기압력은 흡기근 약화에 대한 검사와 비정상 정도를 평가하며, 호흡 불충분 및 환기 용량에 대한 지표로 알아보는 검사로 사용되고 있다[6].

요부안정화 운동은 척추 주변 근육들을 강화 시키고 심부에 있는 배근육들의 근 재교육에 초점이 맞춰진 방법으로 최근 임상에서 근 재교육을 위해 사용하는 방법이다. 대표적인 요부안정화 운동에는 복부 브레이싱(abdominal bracing)이 있다[7]. 이 방법은 지근섬유와 속근섬유 근육을 동시에 수축하는 것을 유도한다[8]. 자

신의 복부를 누군가 타격하려고 할 때 반사적으로 복부에 힘이 들어가듯 복부 전체를 긴장시켜 단단하게 만들고, 허리관절 고정하여 복부내압을 증가시켜 골반 기저근을 압박하여 골반의 안정성도 증가시킨다[9]. 또한, 복부 브레이싱 운동은 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근 같은 복부 근육들과 척추의 신전근 활성도가 증가하는 것을 초음파 영상과 근전도 분석을 통해 보여주었다[10].

이처럼 선행 연구에 의하면 복부 브레이싱 운동이 복부 및 골반 기저근의 근활성화에 효과가 있다고 보고되었으나 폐기능과 호흡압력에 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 20대 정상 성인에게 복부 브레이싱 운동이 폐기능과 호흡압력에 미치는 즉각적인 효과를 알아보고자 한다. 이를 통해 향후 장기적인 증재에 대한 폐기능 및 호흡압력 향상의 지속성과 폐기능 장애 대상자들에 대한 효과를 알아보기 위한 연구의 근거를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

복부 브레이싱 운동을 하는 실험군과 대조군으로 무작위 방법으로 두 그룹을 나누었다. 실험군에서는 사전검사 후 운동방법을 25분간 적용한 후 사후검사를 실시하였고, 대조군은 사전검사 후 같은 시간동안 일상생활을 한 후 사후검사를 실시하였다. 연구대상자들은 사전, 사후 검사에서 각각 최소 3회 이상 폐기능 검사와 호흡압력 검사를 실시하였다.

각 그룹에서 실험 전과 후의 FEV, FEV₁과 PEF를 측정하기 위해 폐활량 측정 도구를 사용하였고, 최대 호기압력(MEP: maximum expiratory pressure, 이하 MEP)과 최대 흡기압력(MIP: maximum inspiratory pressure, 이하 MIP)을 검사하기 위해 호흡압력 측정도구를 사용하였다.

2.1 연구 대상

본 연구는 복부 브레이싱 운동의 호흡기능 향상을 밝히는 예비연구이며, sample size 최소기준인 각 그룹당 12명을 조건을 충족하기 위하여 20대 성인 40명을 대상으로 선정하였다[11]. 본 연구를 위해 실험 대상자들에게 참가 동의서를 배부하고 연구의 목적 및 실험 내용을 설명한 후, 자발적 참가 동의를 얻었다. 선정된 40명의 대상자는 제비뽑기 방법을 이용하여 무작위로 복부 브레이싱군과 일상생활을 하는 대조군에 20명씩 배정하였다.

연구 대상자 선정기준은 첫째, 성별에 관계없이 나이가 20대인 성인으로 한다. 둘째, 연구에 영향을 주는 정신적, 인지적 문제가 없는 자여야 한다. 셋째, 최근 6개월 동안 정기적인 운동을 하지 않은 자여야 한다.

연구 대상자 제외기준은 다음과 같다. 첫째, 신경계 및 근골격계의 병력과 기능장애가 있는 자는 대상자에서 제외된다. 둘째, 연구에 영향을 줄 수 있는 호흡기 질환이 있거나 관련된 복용약을 투약한 경험이 있는자는 대상자에서 제외하였다.

2.2 연구 방법

2.2.1 복부 브레이싱(Abdominal bracing) 운동

McGill의 복부 브레이싱 운동을 25분 간 시행하였고, 이는 복부 심부근육을 강화시키는 운동 방법이다. Fig.1에서 보는 바와 같이, 대상자가 무릎을 90도 구부리고 누운 자세로 허리와 골반의 정렬을 맞춘 상태에서 압력생체 되먹임 기구를 허리부위에 위치시킨 후 압력계로 40mmHg의 압력을 유지시켰다. 이후 복부에 힘을 주어 복부 심부근육이 수축할 수 있도록 하여 압력계의 압력을 70 mmHg로 상승시켜서 유지하도록 하였다. 이때 주의할 점으로 배꼽은근이 블록해지거나 들어가면 안 되고 힘을 너무 많이 줘서 날숨이 힘들면 안 되도록 지도하였다. 대상자가 스스로 복부 압력을 가하면 연구자가 운동이 정확하게 실시되고 있는지 피드백을 주면서 5초, 10초, 15초, 20초로 점진적으로 유지시간을 늘려갔다[9].



Fig. 1. Abdominal bracing exercise

2.3 평가도구 및 측정도구

2.3.1 폐기능(Pulmonary function) 검사

폐기능 측정은 FVC, FEV₁과 PEF 지표를 측정하였다. 측정도구인 Cardiouch 3000(BIONET., Korea)을 활용하여 대상자는 제자리에 선 자세에서 측정계의 센서

가 연결된 마우스피스에 입을 물고 들숨부터 시작하여 평상시 호흡을 3번 하고 바로 최대한 깊게 흡기를 한 후 최대한의 속도와 양으로 호기를 3번 실시하였다. 이때 최대 폐용량 도달을 유도하기 위하여 코마개를 이용하여 코로 숨을 내쉬지 않도록 유도하였다[12]. 폐기능 측정의 정확도를 위해 측정 전 대상자들이 검사방법에 익숙해지도록 측정방법을 충분히 설명하고 연습한 후 측정하였다. 이 세 가지 지표가 모두 실패 없이 나온 경우에만 기록하였고, 분석과정에서 측정값들의 3회 평균값을 사용하였다[13].

2.3.2 호흡압력

호흡압력 측정도구인 MicroRPM(CareFusion, USA)을 이용하여 장비에 연결된 마우스피스에 MEP와 MIP를 측정하였다. MIP의 측정을 위해 편하게 앉은 자세에서 코마개를 한 상태로 측정계를 들고 최대한 강한 내쉬기를 하도록 지도하였다. 이후 30초의 휴식시간을 가진 후, 같은 자세로 최대한 강한 들이쉬기를 하여 MEP를 측정하였다. 각 시도에서 최소 3초 이상 강한 흡기와 호기가 지속되도록 지시하였다.

2.3.3 압력 생체 되먹임 기구

복부 브레이싱 운동 시 근육의 수축력을 교육하기 위하여 압력 생체 되먹임 기구(Chattanooga, USA)를 사용하였다. 배가로근의 수축으로 인해 발생하는 근력은 압력 생체 되먹임 기구에 가해지는 압력으로 표현된다. 이 기구의 측정 단위는 mmHg를 사용하였다.

2.4 통계처리

본 연구는 SPSS 23.0 for Windows를 이용하여 분석하였고, 모든 변수는 평균 및 표준편차를 산출하였다. 실험 전 두 그룹의 신체적 특성의 동질성을 알아보기 위해 independent t-test로 분석하였다. 각 그룹 내 운동 전과 후의 차이는 Wilcoxon signed rank test로 분석하였고, 실험 후 두 그룹 사이의 차이는 Mann-whitney U test로 분석하였고, 유의수준(α)은 0.05로 하였다.

3. 결과

3.1 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과

같으며, 두 군 간의 특성에 유의한 차이가 나타나지 않았으므로(p>.05), 두 군 간 동질한 것으로 나타났다.

3.1 중재에 따른 호흡기능 비교

각 그룹의 폐기능의 비교에서 중재 전후 각 그룹 내 변화에서 실험군은 모두 통계학적으로 유의한 증가가 있었고(p<.05), 대조군에서는 유의한 증가가 없었다(p>.05)[Table 2]. 그룹 간 변화 비교에서는 FVC, FEV₁, PEF, MIP에서 유의한 차이가 나타났고(p<.05), MEP에서는 나타나지 않았다(p>.05)[Table 3].

Table 1. General characteristics of subjects

	ABG	CG	t	p
Age(year)	24.75±2.71	25.35±2.23	-0.42	0.67
Height(cm)	165.05±7.43	167.83±8.42	1.31	0.21
Weight(kg)	59.00±10.05	61.23±9.26	1.04	0.31

*p<.05

Mean±SD: mean±standard deviation
 ABG: abdominal bracing exercise group
 CG: control group

Table 2. The change of FVC, FEV₁, PEF, MIP, MEP before and after intervention

		ABG	CG
FVC	Pre	3.04±1.00	3.14±0.89
	Post	3.16±1.01	2.99±0.88
	Z	-2.26	-1.63
	p	0.02*	0.10
FEV ₁	Pre	2.89±0.87	2.89±0.76
	Post	3.00±0.88	2.79±0.77
	Z	-2.34	-1.89
	p	0.02*	0.07
PEF	Pre	6.33±2.00	5.21±1.65
	Post	6.67±1.87	4.88±1.73
	Z	-2.63	-1.76
	p	0.01*	0.08
MEP	Pre	80.73±38.96	76.50±27.12
	Post	88.48±31.71	75.10±23.37
	Z	-3.10	-0.92
	p	0.00*	0.36
MIP	Pre	72.00±24.72	74.25±28.78
	Post	78.77±20.56	74.40±25.27
	Z	-2.39	-0.73
	p	0.02*	0.47

*p<.05

Mean±SD: mean±standard deviation
 ABG: abdominal bracing exercise group
 CG: control group

Table 3. Results of FVC, FEV₁, PEF, MIP, MEP between each group

		Variation(M±SD)	Z	p
FVC	ABG	3.16±1.01	-2.73	0.01*
	CG	2.99±0.88		
FEV ₁	ABG	3.00±0.88	-3.42	0.00*
	CG	2.79±0.77		
PEF	ABG	6.67±1.87	-2.77	0.01*
	CG	4.88±1.73		
MEP	ABG	88.48±31.71	-2.94	0.00*
	CG	75.10±23.37		
MIP	ABG	78.77±20.56	-0.95	0.34
	CG	74.40±25.27		

*p<.05

Mean±SD: mean±standard deviation
 ABG: abdominal bracing exercise group
 CG: control group

4. 고찰

복부와 요부를 강화시키는 운동은 척추 주위의 근육 강화를 유도하여 체간의 안정화를 유발하고, 호흡 시 12 번째 갈비뼈의 안정화를 통해 호흡근육 및 복부 심부근육을 강화시키는 것이 목적이다[14]. 복부 브레이싱 운동은 잘 조화된 협응적 수축을 통해 복부를 단단하게 만들어서 복부내압을 증가시켜 체간의 안정성을 증진시킨다[9]. 이에 본 연구에서는 체간안정성 향상을 위해 실시되는 복부 브레이싱 운동이 체간 호흡근들의 기능발달을 유발시킬 것이라 기대하고, 이러한 복부 브레이싱 운동을 이용하여 정상 성인의 호흡기능에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

실험군의 그룹 내 연구결과에서 폐기능과 호흡압력에 대한 측정지표에서 모두 통계적으로 유의한 향상을 보였다. 그룹 간 연구결과에서는 MEP를 제외한 모든 측정지표에서 통계적으로 유의한 차이를 보여 복부 브레이싱이 폐기능과 호흡압력의 향상에 도움이 된다고 할 수 있다.

본 연구의 실험군에서 FVC와 FEV₁이 운동 전보다 증가된 것으로 나타났다. 이는 복부 브레이싱 운동을 통한 호흡근육 강화에 의해 호기 시 초기 1초 동안 더욱 강한 호기력이 발생된 것으로 볼 수 있다. 정상 성인에게 복부 브레이싱 운동과 복부 할로잉 운동이 요부안정화에 미치는 영향을 알아본 연구에서 두 운동군 모두 복부근육의 활성화가 나타났다[15]. 또한, 뇌졸중 환자에게 복부 및 요추 부위의 근육 강화운동을 시행한 선행연구에서는 FVC가 통계적으로 유의하게 증가되어 복부 및 요추 부

위 근육의 활성화가 호흡근의 활성화에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다[16]. 이러한 선행연구의 결과를 비추어 볼 때, 요부안정화 운동은 복부 및 요추 부위의 근활성화 뿐만 아니라, 호흡근육의 강화에도 영향을 미치는 것으로 생각할 수 있다. 이에 복부 브레이싱 운동이 체간안정화를 유도하는 근육과 호흡근육의 강화에도 영향을 주었기 때문에 본 연구 실험군의 FVC, FEV₁의 향상된 수치가 나타났다고 생각된다.

최대 호기 시의 유속을 나타내는 수치인 PEF 지표 또한 유의한 향상이 나타났는데 이는 FVC와 FEV₁과 같이 호흡근의 강한 수축력으로 인해 증가가 유발된 것으로 생각된다. 선행 연구에서는 복부와 요부 근력 훈련을 통해 흉곽의 확장능력과 함께 호기 기능이 향상되었다고 보고하였다[17]. 이는 본 연구에서 복부 브레이싱 운동을 통해 대상자들의 호기 기능이 향상되어 PEF 수치가 증가된 결과와 일치하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 이러한 폐 기능 검사 결과는 복부 브레이싱 운동이 복부 및 호흡근육을 활성화시켜 폐기능의 증가에 영향이 있음을 반증한다.

호흡압력 측정지표는 폐기능 지표 보다 호흡근육의 약화 및 강화를 더 유용하고 민감하게 나타낸다[18]. 본 연구의 그룹 간 비교에서 MEP는 통계적으로 유의한 향상이 보였고, MIP 또한 향상되기는 하였지만 통계적으로 유의한 수치는 아니었다. 이러한 결과는 복부 브레이싱 운동이 흡기 시의 주동근인 가로막에 비해 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근 등의 배근육이 주동근으로 사용되는 호기에 더 많은 영향을 주었다고 사료된다. 이는 배근육의 근 활성이 호기에 많이 작용하며 이러한 근육의 수축을 통해 복부 내압을 증가시켜 가로막의 활성화를 유도하여 호흡근 강화를 시킨 선행 연구와 일치한다고 볼 수 있다[19].

5. 결론 및 제언

본 연구는 20대 정상 성인 40명을 대상으로 복부 브레이싱 운동을 실시한 실험군과 대조군으로 나눠 호흡기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 연구결과 실험군에서 폐기능과 호흡압력 모두 유의한 증가가 있었다. 이는 복부 브레이싱 운동이 기존의 선행연구들에서 나타난 근 재교육의 효과 뿐만 아니라, 호흡기능 개선에도 효과적인 운동방법으로 제시될 수 있다고 사료된다.

연구의 제한점은 다음과 같다. 첫 번째, 대상자를 정상 성인만을 대상으로 하여 환자들에게 적용하여 일반화하

기에는 한계가 있다. 둘째, 증재기간 없이 근육의 활성화를 유도하여 즉각적인 변화를 확인하는 연구이므로 본 연구에서 나타난 향상된 수치들이 얼마나 지속될 것인지 확인할 수 없다.

본 연구에서는 정상 성인을 대상으로 하였음에도 복부 브레이싱 운동이 폐기능과 호흡압력에 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 상황을 고려하여 추후 연구에서는 정상 성인을 대상으로 증재기간을 연장하여 효과의 지속성을 알아보는 연구가 필요하며, 향후 호흡기계 질환이 있는 대상자들에게 적용하여 얼마나 효과적인지를 알아보는 연구 역시 필요할 것으로 생각된다. 이에 본 연구를 기초로 하여 다양한 대상자에게 복부 브레이싱 운동이 보다 효율적인 운동방법으로 제시될 수 있는 후속연구가 진행되기를 제안한다.

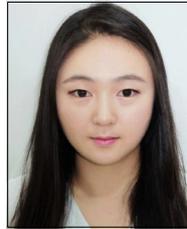
References

- [1] Shin SO, Kim NS. "Correlation Between Muscle Strength, Pulmonary Function and Respiratory Muscle in Children with Cerebral Palsy", *J Korean Soc Phys Med*, Vol.11, No.2, pp.123-130, May. 2016. DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.2.123>.
- [2] Kim TH, Park HK. "Effect of the balance exercise on the unstable surfaces for the vital capacity in healthy adults: a preliminary study", *KSIM*, Vol.4, No.3, pp.17-25, Sep. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15268/ksim.2016.4.3.017>.
- [3] Lee JH, Seo KC, Kim K. "Measurement of changes in chest mobility and pulmonary functions in relation to stroke patients' positions", *J Phys Ther Sci*, Vol.24, No.3, pp.253-256, Jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1589/jpts.24.253>.
- [4] Kim HK, Lee SD. "Pathophysiology of chronic obstructive pulmonary disease", *Tuberc Respir Dis*, Vol.59, No.1, pp.5-13, Jul. 2005. DOI: <https://doi.org/10.4046/trd.2005.59.1.5>.
- [5] Barreiro, Timothy J, Irene Perillo, "An approach to interpreting spirometry", *Am Fam Physician*, Vol.69, No.5, pp.1107-1116, Mar. 2004. DOI: <https://www.aafp.org/afp/2004/0301/p1107.html>.
- [6] Teixeira-Salmela, Luci F, "Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors" *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.86, No.10, pp.1974-1978, Oct. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.035>.
- [7] Richardson, Jull, G. Toppenberg, R. "Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study", *Aust J Physiother*, Vol.38, No.2, pp.105-112, Mar. 1992.

- DOI: [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60555-9](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60555-9)
- [8] Maeo, Sumiaki, "Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises", *J Sports Sci Med*, Vol.12, No.3, pp.467, Sep. 2013.
- [9] McGill, Stuart M. "Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation", *Exerc Sport Sci Rev*, Vol.29, No.1, pp.26-31, Jan. 2001.
- [10] Bae WS, Lee KC, "Effect of the Breathing Methods in Accordance with Surfaces during Bridging Exercises", *J Korean Soc Phys Med*, Vol.11, No.2, pp.33-40, May. 2016. DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2016.11.2.33>
- [11] Julious SA, "Sample size of 12 per group rule of thumb for a pilot study", *Pharmaceutical Statistics*, Vol.4, No.4, pp:287-291, Nov. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/pst.185>
- [12] Lee WH, Lee YM, "Patients after Trunk Stabilization Exercise", *KSIM*, Vol.6, No.1, Mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.15268/ksim.2018.6.1.063>
- [13] Seo KC, Kim HA, "The Effects on the Pulmonary Function and Body Mass Index of 20's Men Obesity after Treadmill Exercise", *J Korean Soc Phys Med*, Vol.4, No.4, pp.13-19, Dec. 2016. DOI: <https://doi.org/10.15268/ksim.2016.4.4.013>
- [14] Akuthota, Venu SF, Nadler, "Core strengthening", *Am J Phys Med Rehabil*, Vol. 85, pp.86-92, Mar. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- [15] Grenier, Sylvain G, M. McGill, "Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.88, No.1, pp.54-62, Jan. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.014>
- [16] Yun JH, Kim TS, Lee BK, "The effects of combined complex exercise with abdominal drawing-in maneuver on expiratory abdominal muscles activation and forced pulmonary function for post stroke patients", *J Korean Med Sci*, Vol.8, No.4, pp.513-523, Oct. 2013. DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2013.8.4.513>
- [17] Bach J, Bianchi, C, Vidigal-Lopes, M, Turi, S, "Lung inflation by glossopharyngeal breathing and "air stacking" in Duchenne muscular dystrophy", *Am J Phys Med Rehabil*, Vol.86, No.4, pp.295-300, Apr. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e318038d1ce>
- [18] Griggs, Robert C. "Evaluation of pulmonary function in neuromuscular disease", *Archives of neurology*, Vol.38, No.1, pp.9-12, Jan. 1981. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/archneur.1981.00510010035004>
- [19] Reid, W. Darlene, Gail Dechman. "Considerations when testing and training the respiratory muscles", *Phys Ther*, Vol.75, No.11, pp.971-982, Nov. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/75.11.971>

장혜리(Hye-Ri Jang)

[정회원]



- 2016년 8월 : 대구대학교 재활과 학대학원 물리치료학과 (물리치료학 석사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공 (박사과정)

<관심분야>

스포츠물리치료, 근골격계물리치료

황보각(Gak HwangBo)

[정회원]



- 1996년 2월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공 (이학석사)
- 2004년 2월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공 (이학박사)
- 2009년 2월 ~ 현재 : 대구대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

운동역학, 승마재활치료

이도연(Do-Youn Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공 (이학석사)
- 2018년 8월 : 대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공 (이학박사)
- 2018년 1월 ~ 현재 : 경산시 보건소

<관심분야>

근골격계물리치료, 전정물리치료