



# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2024. 12. Vol. 31, No 4, pp. 48-56

## 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련이 COVID-19 경험 환자의 호흡 근활성도 및 호흡 기능에 미치는 영향

김동훈

김천대학교 물리치료학과

## Effects of respiratory training using visual biofeedback on respiratory muscle activity and respiratory function of patients with COVID-19 experienced

Dong Hoon Kim, Ph.D., P.T.

Department of Physical Therapy, Gimcheon University

### Abstract

**Background:** This study aimed to investigate the effect of breathing training using visual biofeedback on respiratory muscle activity and function patients COVID-19 experienced patients.

**Design:** Randomized

**Methods:** Thirty people who experienced COVID-19 participated and randomly deployed 15 control groups that conducted standing breathing training and 15 visual biofeedback standing breathing training to train 3 times a week for 8 weeks. In order to evaluate the impact of each sound insulation breathing exercise on respiratory function, respiratory function before and after arbitration 12 times evaluated. Respiratory function were tested using the were used to measure lung capacity and muscle strength of respiratory muscles, and spirometer were used to evaluate intake volume and cough ability.

**Results:** The results of this study showed a significant improvement( $p<0.05$ ) in muscle activity of the left latissimus dorsi of the VBG from pre- to post-training, but no improvement in muscle activity of the right latissimus dorsi. In addition, in the measure of inspiratory function, VBG showed significant

improvements in inspiratory pressure in the within-group comparison( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The results of the study showed no significant change in blocked breathing training using visual biofeedback. Therefore, breathing training through correction of surrounding factors will be effective breathing training for patients.

**Key words:** Visual Biofeedback, Diaphragm breathing training, COVID-19 patient

### 교신저자

김동훈  
경상북도 김천시 대학로 214 (삼락동, 김천대학교)  
T: 054-420-4415, E: roopi00yo@naver.com

## I 서론

세계적으로 유행하기 시작한 COVID-19는 감염 후 초기 증상이 매우 경증이거나 중증 상태(overt symptoms)로 나타나 주로 폐의 기능을 손상시켜 다른 질병에 대한 대응능력을 떨어트리며, 호흡기 질환과 심혈관 질환을 더욱 악화시킨다(보건복지부, 2020). 호흡기 감염증상과 관련하여 치료 후 합병증은 호흡 기능의 약화 또는 호흡 근력의 약화가 나타나게 된다. 이러한 COVID-19의 중재법으로 항바이러스 약물이나 병증을 완화시키는 약제를 투여하고, 비침습적 중재법으로는 호흡기 치료를 적용할 수 있으나 COVID-19 중증 환자들은 대부분 폐의 심각한 손상을 입게 되어 저산소성 호흡부전으로 치료를 받게 되고 더욱 심각해질 경우 인공 호흡기 치료를 받게된다(이신원, 2020).

호흡근이 약화된 환자들은 피로와 호흡장애로 일상생활 능력에 방해를 받으며 많은 노력이 요구되는 상태가 된다(Teixeira 등, 2005). 특히 가슴우리의 호흡 근육들의 약화는 기침과 가래 배출의 능력을 감소시켜 기도 내 분비물이 축적되어 여러 호흡기계 질환의 합병증을 발생시킨다(Chen 등, 1990; 이재석, 2022). 호흡기능 문제 환자들에게 가슴우리의 확장과 환 폐활량을 적절하게 유지시킴으로써 호흡 기능의 감소 문제를 해결해야 한다(Frownfelter 등, 2014).

호흡 치료의 목적은 저하된 호흡 기능을 증진과 일상생활 수행과 삶의 질을 향상시키며 흉부와 운동성 유지, 호흡근 협응 증대, 비효율적인 호흡 패턴 교정에 도움을 줄 수 있다고 하였다(Jaap 등, 1996).

호흡훈련과 관련한 선행연구를 살펴보면 Moodie 등(2011)은 가로막과 들숨 협력근에 부하를 적용함으로써 근력과 지구력향상에 도움을 준다고 보고하였고, 시각적 바이오피드백을 이용한 가로막 호흡 훈련군에서 들숨용량과 기침능력의 향상이 나타났다고 하였다(이진욱, 2024; 방환복, 2023). Peper 등(2016)은 표면근전도를 활용하여 숨을 내쉴 때 근육의 활성화를 모니터를 통해 실시간으로 피드백받고, 이를 바탕으로 숨을 들이마실 때 복벽근육을 이완시켜 가로막의 수축을 촉진하는 방법을 연구하였다. 그러나 이러한 선행연구는 COVID-19를 경험한 환자를 대상으로 훈련을 한 것이 아니기 때문에 이런 가로막 호흡 훈련이 COVID-19 환자의 중재법으로 적합하다는 근거가 부족하다. 현재 COVID-19환자의 호흡훈련 방법은 객담배출방법, 기침유발기, 강화폐활량기 등을 이용한 재활훈련이 주를 이루고 있으며(이장우, 2022), COVID-19를 경험한 환자를 대상으로 훈련 중재의 효과를 규명하는 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련이 COVID-19를 경험한 환자의 호흡 근활성도 및 호흡 기능에 미치는 영향에 대해 연구하여 호흡 훈련이 COVID-19환자의 호흡근 중재법으로 적합한 지를 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

G시에서 거주하는 자를 대상으로 실험 모집공고문을 통해 진행하였다. 대상자 선정 기준은 다음과 같다. 1)

실험 현재 만 18세 이상으로 성인인 자, 2) 1년 이내에 COVID-19에 감염된 자, 3) 특별한 호흡기계에 질환이 없는 자, 4) 본 연구 목적을 이해하고 참여를 동의한 자로 하였다. 제외기준은 1) 가슴우리의 선천적 변형이 있는 자, 2) 갈비뼈의 정형외과적 이상이 있는자로 진행하였다. 본 연구의 목적과 절차에 대해 모든 참가자에게 상세히 설명하였으며, 연구 진행 중 언제든지 참여를 철회할 수 있다는 점을 안내한 후 동의서를 받은 후 진행하였다.

## 2. 연구절차 및 방법

총 35명이 모집되었으며, 제외기준을 통해 6명을 제외하여 최종 29명이 선정되었다. 컴퓨터 엑셀 프로그램을 사용하여 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련을 시행한 실험군(visual biofeedback group; VBG) 15명과 호흡 훈련을 시행한 대조군(Only breathing exercise Group; OBG) 14명을 무작위로 나누어 사전 검사를 실시한 후 중재에 참여하였다. 두 군은 호흡 훈련을 분당 10회 진행 후 30초간 휴식을 1세트로, 총 10세트 진행하고, 약 30분간, 주 3일, 8주간 시행하였다. VBG는 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련을 시행하였고, OBG는 호흡 훈련을 시행하였다. 두 집단에 대해 중재 전에 호흡 훈련 방법을 교육하였고, 각 집단이 충분히 이해한 후 각자의 호흡 훈련을 적용하였다. 만약에 사태에 대비하여 보조자가 대기하였고, 감염 예방을 위해 대상자간 별도의 시간을 두고 진행하였다. 또한 중재의 전후 소독 티슈로 자리를 소독하였으며, 모두 마스크를 착용하여 시행하였다. 모든 참가자들은 자신이 속한 그룹에 대한 정보 없이 제공된 훈련을 받았다.

## 3. 중재방법

### 1) 시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련(VBG)

VBG군은 30분간 시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련을 시행하였다. 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련군의 중재를 위해 바이오피드백 훈련과 관련한 표면 근전도 측정 장비(Noraxon MR3, Gyeonggi-do, Korea)를 사용하였다. 이를 통해 들숨과 날숨의 호흡에 실시간 피드백을 받을 수 있도록 하였다. 표면 근전도 신호의 피부 저항을 줄이기 위해 피부를 알코올 솜으로 깨끗이 닦은 후 전극을 부착하였으며 전극(single Electrode T246H, Gyeonggi-do, Korea)은 전극 간 거리를 1cm 이내로 하여 ASIS에서 배꼽까지 1cm지점에 부착하였다(그림1). 배꼽은근과 2~3cm 떨어진 지점에 양쪽 배바깥빗근에 부착하였다. 전극 부착 후 치료사는 대상자가 엉덩 관절을 90°로 굽히고 무릎 관절을 편 길게 앉은 자세(long sitting position)에서 호흡 훈련을 진행하는 동안, 참가자에게 모니터 화면을 지속적으로 주시하도록 구두로 안내하였으며, 모니터 화면은 참가자가 편안하게 볼 수 있는 위치에 배치하였다. 숨을 내쉬는 동안 전극을 부착한 배벽 근육을 수축시켜 모니터 화면의 실시간 근수축 그래프를 보면서 배 부위 수축을 확인하고 숨을 마시는 동안 배벽 근육을 이완시키고 배벽 근육을 확장하여 그래프를 확인하도록 하였다. 최대 노력으로 호흡하였을 때 모니터 상 들숨 및 날숨의 그래프 크기를 기억한 후 그 값을 목표로 들숨 및 날숨을 지시하여 들숨 시 배벽 이완 및 가로막 수축과 날숨 시 배벽 수축 및 가로막 이완을 구분하여 호흡하도록 교육하였다(Peper, 2016). 호흡 훈련은 호흡을 분 당 10회 진행 후 30초 간 휴식을 1세트로, 총 10세트 진행하였다.



Figure 1. Attaching the electromyography electrodes.

## 2) 호흡 훈련(OBG)

OBG군은 30분간 호흡 훈련을 시행하였다. 호흡 훈련은 엉덩 관절을 90°로 굽히고 무릎 관절을 편 길게 앉은 자세에서 어깨를 이완시킨 상태를 유지하며 실시하였다. 치료사 3년 이상의 경험이 있는 물리치료사로 호흡물리 치료에 경험이 있는자로하였으며, 중재 전 대상자에게 적절한 호흡 훈련 방법을 설명하였다. 들숨 시 위쪽 갈비뼈는 움직이지 않도록 하고 배만 부풀어 오르게 하며, 느리고 깊은 호흡을 코로 들이마시도록 유도하였다. 날숨 시에는 입으로 내쉬며 배가 들어가도록 안내하였고, 이러한 훈련 방법을 대상자에게 자세히 설명하였다.

대상자들이 올바른 호흡을 실현할 수 있도록, 한 손은 배에, 다른 손은 가슴에 올려 놓게 하여 배의 움직임을 느끼게 하고, 위쪽 갈비뼈가 움직이지 않도록 주의하며 교육을 진행하였다. 이후 충분한 연습을 거친 후 훈련을 시작하였다. 호흡 훈련은 호흡을 분 당 10회 진행 후 30초 간 휴식을 1세트로, 총 10세트 진행하였다. 중재 기간 동안 대상자가 어지러움, 두통, 호흡 곤란, 가슴과 배에 통증을 호소하는 경우 증상이 없어질 때까지 휴식 시간을 가지도록 하였다(Kisner & collby, 2005).

## 3. 측정 및 평가방법

### 1) 호흡근 근활성도

근전도 검사는 EMG(NoraxonMR3, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 호흡근 근활성도를 측정하였다. 엉덩 관절을 90°굽힘하여 편안하게 앉은 자세에서 검사기구의 근전도 전극 패드를 배곧은근과 배바깥근에 부착한 후 실시하였다. 이때, 검사자의 지시에 따라 들숨 시 위쪽 갈비뼈는 움직이지 않게 하고 배만 부풀어 오르게 하며, 느리고 깊은 호흡을 코로 들이마시도록 유도하였다. 날숨 시에는 입으로 내쉬면서 배가 들어가도록 안내하였으며, 각 분당 10회 진행 후 30초간 휴식을 1세트로, 총 10세트 검사하였다. 10세트 측정 후 재현성이 표시된 가장 높은 측정값을 선택하여 기록하였다(Cabral 등, 2018). 이 측정은 ICC 값이 0.80으로, 신뢰도도 높은 수준으로 나타났다으며, 신경근 반응 평가에 신뢰성을 뒷받침합니다(Marshall 등, 2003).

### 2) 호흡기능

호흡 기능의 측정은 폐활량계(Spirometer SP70B, contec me dical systems Co.,Ltd., China)를 이용하였다. 정확한 폐활량 측정을 할 수 있도록 대상자에게 설명을 하고 시범을 보여준 이후 엉덩관절을 90°굽힘하여 대상자가 편안하게 앉은 자세에서 실시하였다. 검사기구의 마우스피스를 입술에 최대한 밀착시켜 공기가 새지 않도록 입에 물고, 코마개를 부착한 후 진행하였다. 최대 노력성 날숨 곡선을 검사하여 노력 폐활량(forced vital capacity; FVC), 1초 노력성 날숨량(forced expiratory volume in 1 second; FEV1), 최대호기속도(PEF)를 측정하여 폐활량을 확인하였다. 폐활량 측정은 최소 3회 검사하여 나온 측정치 중에서 가장 큰 값을 기록하였다(서교철, 2012; Cabral 등, 2018). 이 측정의 신뢰도는 ICC 값이 0.90 이상으로 보고되어 신뢰성을 뒷받침합니다(Kafaja 등, 2018).

## 5. 자료분석

본 연구의 변수에 대한 통계적 분석은 SPSS 21.0(IBM Co., USA) 소프트웨어를 사용하였으며, 두 그룹의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였다. 성별은 기술통계를 통하여 분석하였고, 카이제곱 검정으로 동질성을 분석하였다. 신장, 체중, 나이, 중재 전 종속변수의 동질성은 독립표본 t-검정을 통해 검토하였으며, 집단 내 전·후 변화는 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였다. 집단 간 차이는 변화량을 기준으로 독립표본 t-검정으로 분석하였다. 모든 통계적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## III. 결 과

### 1. 대상자의 일반적 특성

시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련군과 일반호흡 훈련군의 일반적인 특성에서 두 군의 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ )(Table 1.).

Table 1. General characteristics of the subjects ( $N=29$ )

	VBG( $n=15$ )	ODG ( $n=14$ )	<i>t</i>	<i>p</i>
Age (years)	23.26±2.28	21.21±2.19	2.46	.221
Height (cm)	171.66±9.96	169±7.66	0.8	.422
Weight (kg)	74.86±17.68	66.92±10.35	1.46	.153
Gender				
male	12	11	0.54	.721
female	3	3		

Note. Data are presented as number (%) or mean ± standard deviation. VBG: visual biofeedback breathing exercise group. OBG: Only breathing exercise group.

## 2. 근활성도의 변화

VBG군의 근활성도 변화는 중재 전 후 왼쪽 배바깥빗근의 유의한 향상이 있었으나( $p < .05$ ), 그 외 다른 근활성도 및 OBG군, 군 간 비교에서 유의한 변화는 없었다( $p > .05$ )(Table 2).

Table 2. Comparison of two groups for muscle activity (N = 29)

Variables	VBG( $n=15$ )			OBG ( $n=14$ )			$p^3$
	Pre-test	Post-test	$p1$	Pre-test	Post-test	$p2$	
LR	255.46±51.04	317.66±54.01	.781	164.19±32.96	191.99±33.83	.131	.682
RR	239.39±53.05	327.16±66.55	.722	273.96±38.04	344.64±74.94	.482	.451
LEO	244.72±56.47	610.43±93.01	.001*	341.13±63.89	460.64±66.52	.082	.422
REO	270.31±99.44	428.28±75.38	.271	282.18±49.68	317.04±87.15	.91	.521

Note. Data are presented as number (%) or mean ± standard deviation.  $p1$ : VBGA paired T test.  $p2$ : OBGb paired T test.  $p3$ : Independent T test. \* $p < .05$ . †Significant difference compared with VBG. VBG: visual biofeedback breathing exercise group. OBG: Only breathing exercise group. LR: Left rectus abdominis. RR: Right rectus abdominis. LEO: Left external oblique. REO: Right external oblique.

## 2. 호흡기능의 변화

호흡기능은 중재전, 후 두 군 모두 유의한 기능향상이 있었고( $p < .05$ ), 집단 간 중재 후 비교에서 VBG군에서 유의한 변화가 나타났다( $p < .05$ )(Table 3).

Table 3. Comparison of two groups for respiratory function (N = 29)

Variables	VBG( $n=15$ )			OBG ( $n=14$ )			$p^3$
	Pre-test	Post-test	$p1$	Pre-test	Post-test	$p2$	
FVC	2.11±0.43	2.37±0.36	.000*	2.10±0.42	2.19±0.41	.000*	.003*
FEV1	1.75±0.34	2.10±0.30	.000*	1.73±0.22	1.84±0.24	.000*	.000*
PEF	2.75±0.61	2.99±0.55	.005*	2.73±0.48	2.80±0.47	.000*	.038*

Note. Data are presented as number (%) or mean ± standard deviation.  $p1$ : VBGA paired T test.  $p2$ : OBGb paired T test.  $p3$ : Independent T test. \* $p < .05$ . †Significant difference compared with VBG. VBG: visual biofeedback breathing exercise group. OBG: Only breathing exercise group. FVC: expiratory vital capacity, FEV1: forced expiratory volume in the on second, PEF: peak expiratory flow, Experimental group.

## IV. 논 의

본 연구에서는 시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련과 일반 호흡 훈련을 통해 호흡근 근활성도와 호흡기능에 미치는 영향을 알아보았으며, 연구결과를 바탕으로 VBG군이 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

호흡 훈련은 호흡 시 통증을 경감시키고 기관 내 분비물 배출을 촉진하여 폐 합병증을 효과적으로 예방할 수 있다고 보고 되었으며 입원 초기에 적용할 수 있는 호흡 재활 방법으로 임상에서 사용되고 있다(Genc 등, 2008). 호흡 훈련 시에 정확한 가로막 수축의 인지와 역설적인 호흡의 방지를 위해 다양한 바이오피드백을 적용하여 호흡 훈련의 효과를 알아본 연구가 보고되었으며(김지선, 2014). 그 중 표면근전도를 이용한 실시간 시각적 바이오피드백은 근육의 선택적인 활성화를 목표로 하며 잠재적으로 근육 조절 능력이 향상된다고 보고되었다(Holtermann 등, 2010). 그리고 Peper 등 (2016)은 표면 근전도를 사용한 호흡 훈련이 또는 심장 수술, 과호흡있는 환자의 호흡 재활훈련에 유용하다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련이 COVID-19를 경험한 환자의 호흡 근활성도 및 호흡 기능에 미치는 영향에 대해 시각적 바이오피드백을 이용한 호흡 훈련이 코로나19 경험 환자의 호흡 기능에 미치는 영향을 알아보고자 폐기능, 호흡 근활성도, 들숨능력을 측정하였다.

본 연구에서 배곧은근과 배바깥근의 근 활성도검사 결과 배곧은근과 배바깥근의 근 활성도는 집단 간·내 중재 전·후 비교에서 모두 유의한 변화가 없었다. 배바깥근의 근 활성도의 집단 내 비교에서 오른쪽 배바깥근은 유의한 기능 향상이 없었으나, 왼쪽 배바깥근에는 중재 전·후 VBG만 유의한 기능 향상이 있었다. 이러한 결과는 정상적인 호흡을 위해서는 안정적인 자세와 정상적인 척추 정렬이 필요하고, 안정적인 자세와 척추 정렬이 선행되어야만 정상적인 호흡이 가능하다는 선행연구(perri & Harford, 2004)를 통하여 호흡 훈련을 진행 할 때 자세와 척추 정렬을 올바르게 하지 않은 상태에서 훈련을 진행하여 비대칭적이고 제한적인 부위에 한정된 효과가 나타났다고 사료된다. 또한 배곧은근에서 유의한 결과가 나오지 않은 이유로는 호흡 운동이 호흡 근활성도 및 가슴우리 용적에 미치는 영향에 대해 알아본 Ha 등(2014)의 연구에서 호흡운동 적용 후의 집단 별 호흡근 활성도 변화를 비교해 볼 때 배곧은근에서는 나타나지 않았다고 보고하였는데, 이 연구를 근거로 8주라는 짧은 기간 동안 호흡 운동만으로는 배곧은근의 근 활성도에 유의한 결과를 내기는 어려울 것 이라고 사료된다.

본 연구에서 폐 기능 검사를 위해 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 날숨량(FEV1), 최대호기속도를 측정하였으며 폐 기능 검사 결과 본 연구에서 두 군 모두 전과 비교하였을 때 중재 후 유의한 향상이 나타났다. Ha와 Lee(2019)의 연구에서는 호흡 훈련이 폐 기능과 가로막 수축률 향상에 통계적으로 유의미한 영향을 미친다고 보고하였으며, 가로막의 정확한 수축을 인지하여 호흡 운동을 수행하는 것이 중요하다고 강조하였다. 이러한 연구들은 호흡 훈련과 시각적 바이오 피드백을 활용한 호흡 훈련이 폐기능을 나타내는 노력성 폐활량의 유의미한 증가를 보인 본 연구의 결과와 일치하였다. 폐 기능과 가로막 움직임의 상관관계를 조사한 Jung 등(2014)의 연구에서는 가로막 운동성과 노력성 폐활량 간에 상관관계가 있음을 보고하였다. 이러한 연구들은 호흡 훈련과 시각적 바이오 피드백을 활용한 호흡 훈련이 폐기능을 나타내는 노력성 폐활량의 유의미한 증가를 보인 본 연구의 결과와 일치하는데 본 연구에서는 들숨에 주요하게 관여하는 가로막의 수축이 호흡 훈련과 시각적 바이오 피드백을 활용한 훈련을 통해 가로막의 근력과 지구력이 증가함에 따라 환기가 개선되고, 그 결과 폐기능이 향상된 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 선정기준을 충족하는 대상자를 통해서 연구를 실시하였으므로 본 연구 결과를 모든 사람에게 일반화하는 것에 제한이 있으며, 호흡훈련의 다양성과개인 적응성에 대한 고려가 적었으며, 대상자의 일상

생활을 완벽히 통제할 수 없어 외부 요인이 영향을 배제시킬 수 없다는 것이다. 앞으로 다양한 호흡운동 훈련, 대상자의 능력에 따른 난이도의 차이 설정, 다양한 평가를 고려하는 연구가 추가적으로 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련이 COVID-19경험 환자의 호흡 근활성도 및 호흡 기능에 미치는 영향을 알아보았으며 결과는 다음과 같다. 첫째, COVID-19경험 환자의 호흡 근활성도에서 일부 변수의 군내 유의한 증진이 나타났다. 둘째, COVID-19경험 환자의 호흡 기능에 군내와 군간 유의한 증진이 나타났다.

호흡기능의 증진은 COVID-19경험 환자에게 매우 중요한 요소이다. 시각적 바이오피드백 이용한 호흡 훈련은 보다 쉽고 안정적으로 호흡기능에 증진을 줄 수 있다. 이에 본 연구는 COVID-19 경험이 있는 환자들의 호흡 기능 향상을 위한 하나의 중재 방법을 제시하였으며, 앞으로 다양한 운동 프로그램 개발과 관련된 연구가 계속 이루어져야 할 필요성이 있다.

## 참고문헌

- 김지선. 실시간 초음파 영상을 이용한 횡격막 호흡 훈련이 상부 경추부 손상 환자의 횡격막 두께와 폐기능 및 기능적 하지 능력에 미치는 효과. 한국신경근육재활학회지 2014;4(2):8-17.
- 방환복, 이영석, 이양진. 호흡 훈련이 사격선수의 균형, 폐기능, 사격점수에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2023;30(4):54-62.
- 서교철, 김현애, 임상완. 흉곽확장운동이 뇌졸중 환자의 폐기능에 미치는 효과. 대한물리의학회지 2012; 7(2):5
- 이신원. 코로나바이러스감염증-19 (SARS-CoV-2 감염증) 의임상 양상과 치료. 임상이비인후과 2020; 31(2):155-163.
- 이장우. 코로나 바이러스 감염증-19 환자를 위한 호흡재활. Annals of CardioPulmonary Rehabilitation 2022; 2(1):19-24.
- 이진욱. EMG 바이오피드백을 이용한 가로막 호흡재교육 운동이 전방머리자세 성인의 들숨 기능에 미치는 영향. 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집 2024;32(1):195-198.
- 이재욱, 강태욱. 딥벨트를 이용한 일회성 가로막 호흡운동이 가로막 움직임과 노력성 폐활량에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2022;29(2):57-65.
- Cabral EE, Fregonezi GA, Melo L, et al. Surface electromyography (sEMG) of extradiaphragm respiratory muscles in healthy subjects: A systematic review. Journal of Electromyography and Kinesiology 2018;42: 123-135.
- Chen CF, Lien IN, Wu MC. Respiratory Function in Patients with Spinal Cord injuries: Effects of Posture. Spinal Cord, 1990;28(2):81-86.
- Frownfelter, D, Stevens K, Massery M et al. Do abdominal cutouts in thoracolumbosacral orthoses increase pulmonary function?. Clinical Orthopaedics and Related Research® 2014;472:720-726.
- Genç A, İkiz AO, Güneri EA et al. Effect of deep breathing exercises on oxygenation after major head and neck surgery. Journal of Otolaryngology Head and Neck Surgery 2008;139(2):281-285.

- Ha TW, Lee MM. Effects of different Diaphragm Breathing Methods on the Diaphragm Thickening Ratio and Pulmonary Function in Young Adults. *Journal of The Korean Society Physical Medicine* 2019;14(1): 25-33.
- Holtermann A, Mork PJ, Andersen LL et al. The use of EMG biofeedback for learning of selective activation of intra-muscular parts within the serratus anterior muscle: a novel approach for rehabilitation of scapular muscle imbalance. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2010;20(2):359-365.
- Jaap HS, Dirkje SP, Richard VA, et al. A Comparison Between an Outpatient Hospital-Based Pulmonary Rehabilitation Program and a Home-Care Pulmonary Rehabilitation Program in Patients With COPD. *Chest*, 1996;109(2):1366-1372.
- Kafaja S, Clements PJ, Wilhalme H, Tseng CH, Furst DE, Kim GH, Khanna D. Reliability and minimal clinically important differences of FVC. Results from the Scleroderma Lung Studies (SLS-I and SLS-II). *American journal of respiratory and critical care medicine*, 2018;197(5):644-652.
- Kisner C, Collby LA. *Therapeutic Exercise Foundations and Techniques*(6thed.) 2005. Philadelphia: FA. Davis. 861.
- Marshall P, Murphy B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2003;13(5):477-489.
- Moodie L, Reeve J, Elkins M. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation : a systematic review. *J Physiotherapy* 2011;57(4):213-221.
- Ministry of Health and Welfare. COVID-19 Outbreak in Korea (November 20). Available online: [www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR\\_MENU\\_ID=04&MENU\\_ID=0403&page=1&CONT\\_SEQ=361211](http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=361211) (accessed on 20 November 2020).
- Peper E, Booiman A, Lin I. Abdominal SEMG feedback for diaphragmatic breathing: A methodological note. *Biofeedback* 2016;44(1):42-49.
- Perri MA, Halford E. Pain and faulty breathing A pilot study. *J Bodyw Mov Ther* 2004;8:297-306.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2005;86(10):1974-1978.
-