

POWER breathe K5와 유산소운동적용이 가로막에 미치는 영향

대한심장호흡물리치료학회지 제3권 제1호, 2015, PP.43-48

■두현지¹, 이정우², 윤세원²

■¹광주여자대학교 물리치료학과 대학원, ²광주여자대학교 물리치료학과

The Effect of Power Breathe K5 and Aerobic Exercise on Diaphragm

Hyun-Ji Doo¹, Jeong-Woo Lee², Se-Won Yoon²

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Kwangju Women's University

²Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University

Purpose : We intent to use data obtained from analyzing changes in distance, in density and in thickness of diaphragm, the agonistic muscle among respiratory muscles, collected by offering aerobic exercise through treadmill and bicycle ergometer and Power breath K5 to those with lessened physical abilities, as preliminary data of respiratory muscle strengthening program. **Methods** : We placed random 30 women in Gwangju K University 20's, 15 in treadmill and other 15 in bicycle ergometer, and exercised from 30th of June 2014 to 25th of July of same year. Before their aerobic exercise, by using Power Breath K5, we made test subjects to bite their personal mouthpiece, breath out residual volume in their lung as much as they can and breath in rapidly and strongly, in total of 3 sets and make them perform same exercise by using Auto Mode - veryright (40% resistance of maximal suction force), 30 times for both groups. For treadmill, subjects exercised for 30 min at 5km/h, 3 times per week, in a proper standing position. For bicycle ergometer, each subjects exercised for 30 min at different resistance 50 w of power about 40 rpm, 3 times per week, with their back straight and extension their knee joint 120 degree from the bottom of pedal. **Results** : After analyzing changes in distance of subject's diaphragm, data showed significant difference in the two groups of change over time. **Conclusion** : We can conclude that respiratory muscle training and aerobic exercise both have a positive effect to increase diaphragm's movement and also help improvement of people's respiratory capability. Therefore we believe that these can be used as preliminary data of exercise program among physical therapy intervene method.

Keyword : diaphragm, Power breath K5, treadmill, bicycle ergometer

I. 서 론

현대 사회는 산업의 발달의 영향으로 일상생활이 기계화, 자동화되어 신체활동이 제한적으로 이루어지면서 기능이 감소되는 현상이 나타나고 있다. 신체활동 부족으로 근육계, 호흡순환계, 소화계, 내분비계 등 전신의 모든 기관계에 나타나고 있으나, 그 중에서도 특히 호흡순환계, 즉 심폐기능 장애는 일상생활을 영위하는데 커다란 장애를 가져올 뿐만 아니라 건강에 결정적인 영향을 미치게 된다. 그 결과 건강한 삶을 유지하기 위하여 운동에 참여하는 인원이 증가하는 추세이며, 그 중 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 걷기, 달리기, 수영과 같은 유산소 운동들의 비중이 커지고 있다.

규칙적인 유산소운동은 관상동맥질환, 고혈압, 비만, 당뇨병 등의 성인병을 예방하거나 그 위험요인을 감소시켜 줄뿐만 아니라 심폐기능 향상으로 심폐지구력을 향상시킨다. 세계보건기구(WHO, 2006)는 유산소운동을 중 강도로 최소한 30분 이상 실시할 것을 권장하고 있고, 미국스포츠의학회(ACSM, 2006)는 운동 빈도를 주당 5~7일, 운동 강도는 최대여유심박수의 40~75%, 운동시간은 45~60분으로 구성된 통제된 지침을 제 공하여 이를 적극 권장하고 있다.

유산소운동은 운동에 필요한 에너지를 유산소호흡을 통해 얻는 운동방식이기 때문에 운동 시 호흡은 굉장히 중요한 역할을 하며, 호흡을 위해서는 호흡근의 협응운동이 필요하다. 가로막의 하강운동이 일어나는 피스톤 운동과 갈비뼈가 위쪽 방향

교신저자: 윤세원

주소: 62396 광주광역시 광산구 여대길 201, 전화: 062-950-3775, E-mail: ptyoon2000@hanmail.net

과 바깥으로 팽창하는 움직임으로 흉강의 용적이 증가하고 흉강내압의 음압이 유지되어 폐 안으로 공기가 유입되는 과정인 흡기(inspiration)가 일어나고, 근육이 이완을 하면 수동적으로 공기가 밖으로 배출되는 호기(expiration)가 이루어진다.

호흡 시 작용하는 호흡 근육은 흡기근 그룹과 호기근 그룹으로 나누어진다. 흡기근육은 가슴의 용적을 증가시킬 수 있는 모든 근육을 말하며, 흡기에 관여하는 주요근은 가로막으로 생명을 유지해 나가는 데 필수적인 골격근이다. 흡기의 보조근은 목빗근(sternocleidomastoid m.), 목갈비근(scalene m.), 등세모근(trapezius m.), 큰가슴근(pectoralis major m.), 작은가슴근(pectoralis minor m.), 앞톱니근(serratus anterior m.), 넓은등근(latissimus dorsi m.)이 있으며, 노력성흡기(forced inspiration)때 활동한다. 바깥늑골사이근(external intercostal m.)은 수축할 때 늑골을 외상방으로 당겨 흉곽의 전후 직경을 확대시켜 흡입량을 증대시키며, 이 근육도 가로막과는 달리 노력성흡기(forceful inspiration)를 할 때 주된 작용을 한다. 호기에 관여하는 주요근은 배곧은근(rectus abdominis m.)과 배속빗근(obliquus internus abdominis m.)으로 평상시 호기가 수동적이기 때문에 관여하지 않는다. 이 근육들이 수축하게 되면 가로막은 위쪽 방향으로 밀어 올려 지게 되고, 늑골은 하방 내부 쪽으로 당겨지게 된다. 이러한 결과로 폐 내의 압력이 증가하게 되고 호기가 발생한다. 호기의 보조근은 배곧은근(rectus abdominis m.), 배가로근(transversus abdominis m.), 배속빗근(obliquus internus abdominis m.), 배바깥빗근(obliquus externus abdominis m.), 속갈비사이근(internal intercostal m.)이 있으며 이 근육들은 수축하여 하부흉곽을 내부로 끌어당겨 복부의 부피를 줄이고 흉곽용적을 감소시켜 노력성호기(forceful exhalation)를 한다. 이러한 호흡근들은 여러 가지 휘트니스를 통해 근력과 지구력을 증가 시킬 수 있으며, 결과적으로 호흡 기능의 증가를 기대할 수 있다고 하였다.

호흡은 산화과정에 필요한 산소를 받아들이고 산화과정 결과 생성된 이산화탄소를 배출하는 것으로 공기와 혈액 사이의 환기-관류 교환 역할을 하며, 호흡근과 신경학적 조절에 의해 이루어진다.

호흡 기능은 환자의 생명과 직결 된다는 의미에서 중요하며, 호흡기 질환은 매우 흔한 질환이면서도 그 원인이 다양하고 타 질환과의 관련이 크다. 따라서 호흡기능이 약해질 경우 기관지염, 폐렴, 무기폐, 폐부종 및 가로막의 이상 상승 등이 나타난다. 이것은 흡기근육의 약화로 인해 발생한 것으로 흡기근육의 중요성을 보여준다고 하였다.

호흡근 역할에 대해 Martin(1984)등의 연구에서 호흡근도 다른 골격근처럼 훈련시키면 근력 증강뿐 아니라 지구력이 향상되고 일상 동작의 안정감이 증가 된다고 보고 하였으며, 호

흡근 훈련은 최대 흡기압, 최대 호기압과 폐 기능에 변화를 일으킨다고 하였다. 또한 Holm(2004)등의 연구와 같이 호흡근 운동을 적용한 유산소운동들의 다양한 연구들이 이루어져 왔으며, 이에 따른 호흡근 훈련이 지구력 운동에 유의한 효과가 있다고 하였다.

유산소운동과 호흡근 강화 훈련을 적용하여 심폐기능에 미치는 영향에 대하여 많은 연구가 진행되고 있으나 심폐기능에 실질적인 역할을 하는 호흡근간의 관계에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 신체기능이 감소된 사람들에게 POWER breathe K5를 사용하여 호흡근 강화훈련과 함께 트레드밀과 자전거에르고미터를 통한 유산소운동을 실시하여 호흡근중 주동근인 가로막의 이동거리, 밀도, 두께의 변화를 분석하여 호흡근 강화 운동 중재 프로그램의 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 광주 K 대학교에 재학 중인 20대 여자 총 30 명을 트레드밀운동군 15명, 자전거에르고미터운동군 15명으로 무작위 배치하였으며, 연구에 자발적으로 참여한 대상자 모두에게서 실험 동의서를 받은 후 연구를 진행하였다.

선정 기준은 심폐 질환을 가진 자 및 흡연자는 제외하였으며, 실험기간 내에 다른 운동은 제한시켰다. 실험은 2014년 6월 30일부터 7월 25일까지 실시하였다. 연구 대상자들의 일반적인 특성은 다음과 같다(표 1).

2. 측정기기 및 도구

1) 초음파

초음파(ESAOTE Europe B.V, Italy)는 2MHz~20MHz의 진단용 초음파로 근육의 두께, 근육의 영상 밀도를 측정하는데 사용하였다.

표 1. 대상자의 일반적 특성

(n=30)

	트레드밀 운동군(n=15)	자전거에르고미터 운동군(n=15)
나이(세)	20.18±1.13	19.65±1.18
신장(cm)	160.88±5.90	162.60±4.55
체중(kg)	52.41±6.44	56.35±9.34

평균±표준편차

2) POWER breathe K5

POWER breathe K5(Hab direct, UK)는 역차-저항 훈련을 통해 호흡근을 강화시키는 운동기구로 사용하였다.

3. 측정방법

1) 초음파 측정

초음파를 사용하여 훈련 전, 중, 후 대상자의 가로막 근육상태를 측정한다. 초음파의 주파수 변조범위는 가로막에서 13 MHz, Gain의 범위는 50~90, Depth는 6 cm로 설정하여 동근형 탐촉자 모양의 도자를 사용하여 측정하였다. 측정이 일정하게 되도록 변환기는 피부와 직각을 유지하게 하였다. 또한 측정의 신뢰도를 높이기 위해 한 검사자가 3회 측정하였다.

가로막의 측정 자세는 편하게 누운 자세에서 우측 쇄골 중심선과 갈비뼈 8~9번 사이 교차 지점을 표시 후 대상자의 최대 흡기 시와 호기 시를 측정해 가로막 이동거리를 측정하였다.

수집된 영상들은 Photoshop7.0 (Adobe, USA) 프로그램을 통해 8 비트 회색모드(332 × 310 pixels)로 변환시킨 후, 이 영상을 Image Pro Plus 4.1(Media Cybernetics, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다.

근육 두께(muscle thickness)는 세로단면으로 영상을 획득하였고, superficial part와 deep part aponeurosis 간의 거리를 측정하였다. 측정 시 피부의 압박을 최소화하기 위하여 최대한 주의하였고, 충분한 양의 초음파 젤을 변환기와 피부 사이에 도포하였다.

근육의 영상밀도는 가로단면으로 영상을 획득한 후, aponeurosis가 포함되지 않도록 영역을 선택 하였다. 선택된 영역의 평균 화소값(pixel value)을 구하여, 이것을 근육의 영상밀도로 정하였다. 화소가 순수한 검정색이면 0이고, 순수한 흰색이면 255가 된다. 검정색의 분포가 많을수록 건강한 근육이다.

4. 운동방법

1) POWER breath K5

유산소운동 전 개인용 마우스피스를 입에 물고 폐의 잔기량

을 최대한으로 빼낸 후 빠르고 강하게 숨을 들이 마시는 것을 훈련 전 3회 실시하여 훈련방법을 연습 후, 똑같은 방법으로 훈련 시 Auto mode-veryright(최대흡기력의 40% 저항)로 30회씩 두군 모두 실시하였다.

2) 트레드밀 운동

트레드밀 운동은 바르게 선 자세에서 5 km/h로 주3회 30분 간 실시하였다.

3) 자전거에르고미터 운동

자전거에르고미터 운동은 허리를 펴고 앉아 페달의 가장 아래 위치에서 무릎관절을 120도 신전한 자세로 50W (rpm값 × 개인 체중 × 자전거에르고미터)의 파워 출력 40 rpm으로 하여 개인마다 저항값을 다르게 적용하여 주3회 30분간 실시하였다.

5. 자료 분석

운동 전, 중, 후 두 그룹의 가로막을 반복측정 분산분석을 이용하여 분석하였다. 반복 측정된 모든 검정의 유의수준을 $\alpha = .05$ 로 하였으며, 통계처리를 위해 사용 통계 프로그램인 윈도 우 SPSS version 12.0을 사용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 가로막의 변화

1) 가로막 이동거리

가로막의 이동거리를 분석한 결과 두 그룹의 시간에 따른 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나($p < .05$), 그룹에 따른 변화는 나타나지 않았다. 또한 두 그룹의 주 효과 검정에서 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(표 2, 그림 1).

표 2. 가로막 이동거리 변화

(n=30)

	시간			시간	p	
	운동 전	운동 중	운동 후		그룹	시간*그룹
트레드밀 운동군	.375±	.464±	.689±	.048	.152	.331
	.270	.164	.187			
자전거에르고미터운동군	.468±	.597±	.678±			
	.240	.153	.826			

평균±표준편차

단위 : cm

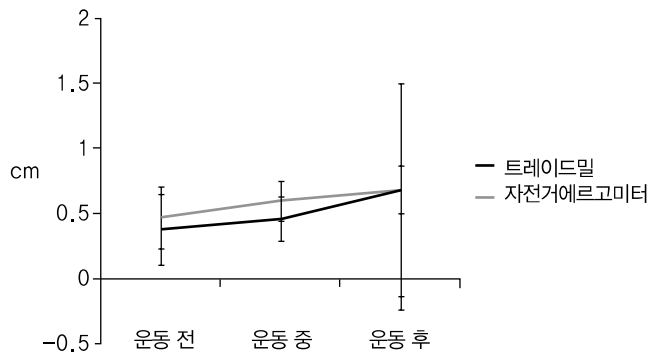


그림 1. 가로막 이동 거리 변화

2) 가로막 밀도와 두께 변화

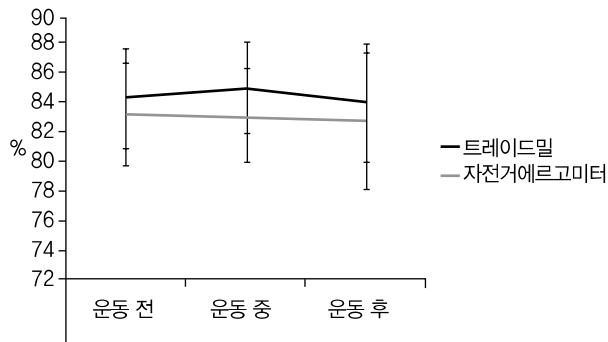


그림 2. 가로막 밀도 변화

가로막의 밀도와 두께를 분석한 결과 시간에 따른 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고($p>.05$), 그룹에 따른 변화 또한 나타나지 않았다. 두 그룹의 주 효과 검정에서도 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(표 3-4, 그림 2-3).

IV. 고 찰

대표적 흡기 주동근인 가로막은 6번째 갈비뼈와, 칼돌기, 허리뼈 L1~3에 부착하여 호흡 펌프의 핵심적인 역할을 한다. 편안한 호흡(tidalbreathing)시 약60%의 들숨을 담당하는 가로막은 테두리 형태의 이점을 이용하여 복강내압을 증가시키는 데, 이러한 가로막의 수축은 폐의 전, 후, 측면과 하방으로 당

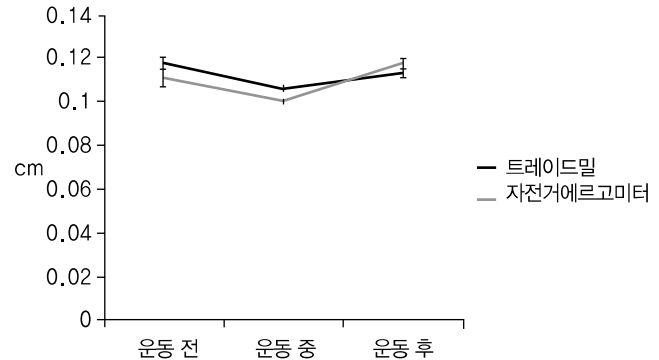


그림 3. 가로막 두께 변화

표 3. 가로막 밀도 변화

(n=30)

	시간			p		
	운동 전	운동 중	운동 후	시간	그룹	시간*그룹
트레이드밀 운동군	84.276±3.359	84.941±3.021	83.984±3.973	.475	.068	.172
자전거에르고미터운동군	83.271±3.382	83.141±3.073	82.754±4.550			

평균±표준편차

단위 : cm

표 4. 가로막 두께 변화

(n=30)

	시간			p		
	운동 전	운동 중	운동 후	시간	그룹	시간*그룹
트레이드밀 운동군	.118±.003	.107±.001	.114±.001	.514	.472	.674
자전거에르고미터운동군	.112±.004	.101±.001	.118±.002			

평균±표준편차

단위 : cm

김으로 폐활량을 증가시킨다. 또한 폐의 아래에 있으며 넓은 칸막이 같은 것으로 가슴우리와 복부를 결합시킴과 동시에 분리시키고 있다. 들숨 시 가로막의 수축은 복강 내압(intra-abdominal pressure)을 증가시키며 가슴우리 내압을 떨어뜨린다. 이와 함께 갈비뼈 들숨근의 수축은 가슴우리 내압을 더욱 떨어뜨려 강한 들숨을 가능 하게 한다.

호흡근은 환자의 운동능력 향상과 운동에 대한 심장호흡계가 정상적으로 반응하는 것에 기여하는데, 호흡근의 기능을 개선시키기 위해서는 근력의 증가가 수반되어야 한다. 이삼철(2011)등의 연구에서는 일반적으로 호흡근 강화운동은 호흡근의 근력을 강화시키고, 협응력을 증진시키며, 비정상적인 근 긴장도를 약화시켜 결과적으로 가슴우리와 복부의 바른 움직임을 유도하게 되고 이를 통하여 폐활량을 증가시킨다는 것과 연관성이 높다고 보고되었다. 또한, Wanke(1994)등의 연구에서 일반적으로 호흡을 유지하기 위해서는 흡기근과 호기근의 균형을 필요로 한다고 하였다. 따라서 흡기근 훈련으로 흡기근 근력과 지구력을 증가시키며, 호흡계 질환의 치료를 위해서도 다양한 호흡근 운동이 필요하다고 하였다. Koessler(2001)등은 흡기근육 기능장애는 신경근 병변 환자들의 호흡기계 합병증과 이른 사망을 증가시키는 요소라고 하였다.

호흡계 질환을 가진 환자들의 물리치료적 접근방법에 대한 폭넓은 이해는 간단한 방법이나 기구를 사용하여 환자들의 호흡기능을 향상시킬 수 있으며, 흡기근 운동을 통한 도구로써 신재호(2007)는 Power breath K5를 사용하였다. 이 기구는 역차-저항 훈련을 통하여 호흡에 필요한 근육을 강화시켜주는 기구인 동시에 최대 흡기량, 흡기속도, 흡기근의 힘 등을 측정할 수 있는 기구이다.

박상희(2008)연구에서 12주간 유산소 트레이닝은 중등도 운동 강도와 고강도 운동 강도 모두 비만중년여성의 심폐지구력과 혈중지질, 신체구성에 있어서 개선에 효과적이라 하였으며, 김원수(2003)의 연구에서도 유산소운동이 심장의 구조와 기능, 심폐기 능 및 혈중지질의 향상에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 여러 호흡근강화 운동 중 POWER breath K5와 유산소운동인 트레드밀과 자전거에르고미터를 이용하여 호흡근 강화운동을 시켰다.

Fry등(2007)은 흡기근 훈련의 간접적 효과로 심호흡 능력이 증가되며 그로 인해 흡기용적이 증가한다고 하였으며, 신헌수(2010)등은 경직형 뇌성마비 아동을 대상으로 8주간 호흡근 운동이 호흡기능 향상을 보고하였다. 정주현(2013)은 흡기근육 훈련과 흉부가동성 운동이 뇌졸중 환자의 가슴우리 크기와 폐기능 증진, 가로막의 수축률에 효과가 있었음을 보고하였으며, 심유진(2012)의 연구에서도 6주간의 호흡운동이 경추 손상환

자 호흡능력의 유의한 차이를 보였고, 삶의 질, 호흡곤란척도에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 긍정적인 변화가 나타났다고 하였다.

이와 같이 많은 선행 연구에서 호흡근 훈련과 심폐기능의 관계를 보았으나 실질적인 역할을 하는 호흡근의 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 호흡근 강화 훈련과 유산소운동을 통하여 호흡근중 주동근인 가로막의 변화를 보고자 하였다. 그 결과 가로막의 이동거리에 유의한 차이가 있는 것으로 보아 호흡근 강화훈련과 유산소운동이 가로막의 운동성 증가에 좋은 영향을 미치고, 호흡능력 향상에 도움을 준다고 생각된다.

Carrillo(2006)등의 연구에서 초음파를 사용하여 골격근의 구조적 특징에 대해 질적이고 양적인 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 초음파는 다른 영상 촬영 기법에 비해 심부근과 표재근을 평가하는 것이 용이하다. 이 중 초음파 측정에서 근육 빠대는 10 MHz 정도의 주파수를 이용하여 근육이나 힘줄, 인대의 생리학적 상태, 병리학적 상태를 효과적으로 파악할 수 있으며, 초음파에 대한 질적 구조에 대한 분석은 근육의 영상 밀도와 백색영역치수 값을 계산하여 평가하는 방법이 사용된다. 윤세원(2006)은 초음파영상은 사용이 간편하고 비용이 적게 들며 안전하고 해상도가 좋아 최근 근골격계 진단에 많이 사용되고 있다고 하였다. Sipila(1993)등은 초음파 영상을 이용한 뼈대근육의 두께 평가는 매우 신뢰도가 높은 방법이라고 하였으며, Beenakker(2004)등은 영상진단장비 성능이 향상되면서 골격근등에 대한 정량적 영상분석이 시도되고 있고 특히 초음파 영상장치는 비침습적이며 방사능에 노출되지 않는다는 장점이 있다고 하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서도 초음파를 사용하여 분석하였다.

나은혜(2013)등의 연구에서는 가로막 움직임을 평가하는 방법으로 초음파 자기공명 투시촬영검사를 통해 움직임을 적극적 호흡재활치료를 받은 후 가로막 이동거리를 분석한 결과 가로막의 이동거리가 증가함을 보였다. 본 연구에서도 호흡의 주동근인 가로막을 초음파 영상 분석 프로그램을 통해 복식호흡 시 최대호기에서 최대흡기를 뺀 거리를 측정하여 본 결과 트레드밀 운동군과 자전거에르고미터 운동군에서 모두 증가가 나타났다. 그러나 밀도와 두께에서는 유의한 결과가 나타나지 않았는데 이는 가로막의 두께가 얇아 크게 차이가 나지 않은 것으로 사료된다.

본 연구에서 피험자들이 항상 동일한 시간에 훈련할 수 없었으며, 훈련기간 중 기본적인 심폐능력과 건강상태의 악화를 통제할 수 없었던 것, 음식섭취와 약물에 대한 통제를 할 수 없었다는 점과 운동기간이 짧고 그룹 당 15명으로 대상자가 적어 향후 연구기간을 늘리고 많은 대상자를 통해 실험을 한다

면 더 좋은 결과가 나타날 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 POWER breath K5와 유산소운동인 트레드 밀과 자전거에르고미터를 실시하였으며, 가로막의 초음파 영상 분석 결과 이동거리의 증가가 나타났다.

따라서 가로막의 운동성 향상을 나타내어 호흡근 강화, 유산소 운동 이 가로막의 변화 를 보여 호흡 에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 물리치료 운동프로 그램의 중재시 기초 자료로 활용되었으면 한다.

참고문헌

김문정. 무릎관절 전치환술에 따른 하지 근육의 근력 및 초음파 영상 구조 변화. 2013; 광주여자대학교 국내석사학위논문.

김성수, 김양수, 정일규 et al. 생활체육 참여기간이 최대운동능력과 유산소운동시 생리학적 변인에 미치는 영향. 대한스포츠의 학회지. 1993;11(1):93-102.

김성운, 김준수, 박혜주 et al. 청각 자극 난이도에 따른 선택적 주의의 정보처리현상. 한국스포츠심리학회지. 2008;19(2):17-28.

김원수. 유산소운동이 중년여성의 심장구조, 심폐기능 및 혈중지질 에 미치는 영향. 2003

나은혜. 뇌병변 환자에서 적극적인 호흡 재활 훈련이 호흡 기능에 미치는 영향. 2013; 이화여자대학교 국내석사학위논문

박상희. 12주 유산소운동 강도차이가 비만중년여성의 심폐지구력 과 혈중지질, 신체구성에 미치는 영향. 2008

신재호. 만성질환자의 응급구조관리를 위한 u-헬스케어 시스템 구 현에 관한 硏 究. 2007; 인하대학교 국내박사학위논문.

신형수, 주정열. 호흡근 강화운동이 경직형 뇌성마비 아동의 호흡능 력 및 발성에 미치는 영향. 한국운동역학회지. 2010;20(3): 285-92.

심유진, 문옥근, 최완석 et al. 들숨근 훈련이 경수손상환자의 호흡기 능 및 삶의 질에 미치는 영향. 한국전자통신학회 논문지. 2013;8(11):1785-91.

윤세원. 제 2형 당뇨병환자의 골격 및 신경근계변화에 대한 연구. 2006; 동신대학교 국내박사학위논문.

이현철, 이삼철. 호흡근 강화운동이 20 대 남성의 최대호기량과 호흡근 근력 변화에 미치는 영향. 운동학 학술지. 2011;13(4):1-8.

이혜원, 홍영미, 이승주 et al. 소아기 급성 감염시의 빈혈에 관한 연구. Korean Journal of Pediatrics. 1990;33(1):75-80.

정영수. 최대하 운동을 통한 최대산소섭취량 추정에 관한 연구. 1990; 서울대학교 석사학위논문

정주현. 흡기근 훈련과 흉부가동성 호흡운동이 뇌졸중 환자의 호흡 기능에 미치는 효과. 2013; 부산가톨릭대학교 국내석사학 위논문.

조명래. 기침능력 향상 호흡근 훈련이 뇌졸중 환자의 호흡기능과 호기근 활성도에 미치는 영향. 2015

주형석. 중년여성의 중강도 유산소성 운동프로그램 참여가 호흡순 환계에 미치는 영향. 2011

American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Mc Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins 2006a(7thed);216-219

Annoni J-M, Ackermann D, Kesselring J. Respiratory function in chronic hemiplegia. Disability & Rehabilitation. 1990;12(2):78-80.

Carr, M. & Jones, J. (2003). Physiological Effects of Exercise on Stroke

Carrillo-de-la-Peña M, Lastra-Barreira C, Galdo-Álvarez S. Limb (hand vs. Foot) and response conflict have similar effects on event-related potentials (erps) recorded during motor imagery and overt execution. European Journal of Neuroscience. 2006;24(2):635-43.

Celli B, Rodriguez KS, Snider G. A controlled trial of intermittent positive pressure breathing, incentive spirometry, and deep breathing exercises in preventing pulmonary complications after abdominal surgery. The American review of respiratory disease. 1984;130(1): 12-5.

Cooper, K. H(1982). The Aerobic Program for Total Well-being, New York; M.Evance and Company, Inc.

Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. Physical therapy. 1995;75(11):983-95.

Di Russo F, Taddei F, Apnile T et al. Neural correlates of fast stimulus discrimination and response selection in top-level fencers. Neuroscience letters. 2006;408(2): 113-8.

Fry DK, Pflazer LA, Chokshi AR et al. Randomized control trial of effects of a 10-week inspiratory muscle training program on measures of pulmonary function in persons with multiple sclerosis. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2007;31(4):162-72.

Goosey-Tolfrey V, Foden E, Perret C et al. Effects of inspiratory muscle training on respiratory function and repetitive sprint performance in wheelchair basketball players.

- British journal of sports medicine. 2010;44(9):665-8.
- Hodges PW, Eriksson AE, Shirley D& Gandevia SC(2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. J Biomech, 38(9),1873-1880
- Holm P, Sattler A, Fregosi RF. Endurance training of respiratory muscles improves cycling performance in fit young cyclists. BMC physiology. 2004;4(1):9.
- Khedr EM, Shinawy OE, Khedr T, Abdel Y, Awadet EM(2000). Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. Eur J Neurol, 7(5),509-516.
- Koessler W, Wanke T, Winkler G et al. 2 years' experience with inspiratory muscle training in patients with neuromuscular disorders. CHEST Journal. 2001;120 (3):765-9.
- Leddy JJ, Limprasertkul A, Patel S et al. Isocapnic hyperpnea training improves performance in competitive male runners. European journal of applied physiology. 2007;99(6):665-76.
- Lee GW, Yoon TI, Kim KS, Lee JH& Lee CH(2014). EMG Activity of Abdominal Muscles During Lumbopelvic Stabilization Exercises. J Phys Ther Kor, 21(2),1-7.
- Lee, K. W. (2002). Back and neck pain. In J. H. Kim, & T. R. Han (Eds.), Rehabilitation medicine (pp. 427-444). Seoul: Koonja Publishing.
- Martin L. Respiratory muscle function: A clinical study. Heart & lung: the journal of critical care. 1984;13(4):346.
- Maurits NM, Beenakker EAC, van Schaik DEC et al. Muscle ultrasound in children: Normal values and application to neuromuscular disorders. Ultrasound in medicine & biology. 2004;30(8):1017-27.
- McCool FD, Tzelepis GE. Inspiratory muscle training in the patient with neuromuscular disease. Physical therapy. 1995;75(11):1006-14.
- Pryor JA,prasad AS. Physiotherapy for respiratory and cardiac problem: Adults and paediatrics. Elsevier Health Sciences,2008:pages
- Sipilä S, Suominen H. Muscle ultrasonography and computed tomography in elderly trained and untrained women. Muscle & nerve. 1993;16(3):294-300.
- Stuessi C, Spengler CM, KnoÈppli-Lenzin C et al. Respiratory muscle endurance training in humans increases cycling endurance without affecting blood gas concentrations. European journal of applied physiology. 2001;84(6): 582-6.
- Sutbeyan ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. (2010) Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil, 24(3):240-50.
- Teyhen DS, Shaffer SW et al. The functional movement screen: a reliability study.Jorthop Sports PhysTher. 2012;42(6), 530-540.
- Troosters T, Casaburi R, Gosselink R et al., (2005). Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 172(1), 19-38
- Walton J, Roberts N, Whitehouse G. Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. British journal of sports medicine. 1997;31(1):59-64.
- World Health Organization. Obesity and Overweight. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. 2006
- Yip R, Walsh KM, Goldfarb MG et al. Declining prevalence of anemia in childhood in a middle-class setting: A pediatric success story? Pediatrics. 1987;80(3):330-4.