

■한동욱*

■신라대학교 물리치료과

The Effects of Passive Stretching for Pectoralis Major Muscle on Pulmonary Functions

Dong-Wook Han PT, PhD*

Department of Physical Therapy, Silla University

Purpose: This study aimed to investigate the effects of passive stretching of the pectoralis major muscle on pulmonary functions. **Methods:** The participants were 24 male university students. They were divided randomly into the experimental group (n = 12) and the control group (n = 12). They did not have any other of neurological, muscular, and cardiopulmonary dysfunctions. A digital pulmonary function measuring device (Pony FX, COSMED Inc., Italy) was used to test pulmonary functions. The experimental group performed three sets of passive stretching on the pectoralis major muscle. One set included three bouts of passive stretching. The control group did not perform any other exercise. After passive stretching, pulmonary functions were measured again. SPSSWIN (ver 27.0) package program was used to analyze data. **Results:** The forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV₁) of maximal effort vital capacity (MEVC), and maximal voluntary ventilation (MVV) were significantly improved in the experimental group after passive stretching. However, no change was observed in the control group. The changes in FVC, FEV₁, and MVV were higher in the experimental group than in the control group. **Conclusion:** The results show that passive stretching of the pectoralis major muscle can improve pulmonary function parameters, namely, MEVC and MVV.

Key words: Pulmonary Functions, Passive Stretching Exercise, Pectoralis Major Muscle

Received: May 20, 2022 / **Revised:** May 31, 2022 / **Accepted:** June 07, 2022

I. 서론

폐를 싸고 있는 외막이 가슴우리에 부착되어 있기 때문에 폐의 움직임은 가슴우리의 움직임에 영향을 받는다. 가슴우리가 확장되면 폐 역시 확장되어 들숨이 발생하고, 확장되었던 가슴우리가 축소되면 폐 역시 축소되어 날숨이 발생한다. 동일한 용질 하에 부피가 증가하면 압력이 낮아지고 부피가 작아지면 압력이 올라간다는 보일의 법칙과 일치하게 가슴우리가 확장되면 폐 속의 압력이 대기압보다 상대적으로 낮아져 공기가 폐 속으로 들어오는 들숨이 발생하고, 반대로 가슴우리가 축소되면 폐 속의 압력이 대기압보다 상대적으로 높아져 공기가 대기 중으로 배출되는 날숨이 발생하는 것이다(김호봉 등, 2019). 따라서 들숨과 날숨은 가슴우리의 움직임과 밀접한 관련이 있다. 반면 가슴우리는 뼈로 구성되어 있어 스스로 움직이지 못하고, 가슴우리에 부착되어 있는 근육들의 작용에 의해 움직이기 때문에 폐 기능은 결국 호흡근

육들의 기능에 영향을 받게 된다(Fishman, 1988). 이와 일치하게 호흡근육의 근력이 폐 기능에 영향을 미치며(Grossman 등, 1982; Kisner와 Colby, 2007), 호흡근육 강화운동이 폐 기능을 개선시킨다는 연구결과가 있다(Petrovic 등, 2009). 따라서 폐 기능은 호흡근육의 근력에 많은 영향을 받는다고 할 수 있다. 하지만 폐 기능은 가슴우리에 부착된 호흡근육들의 근력뿐만 아니라 유연성에 의해서도 영향을 받는데, 호흡근육의 유연성이 저하되면 가슴우리의 움직임에 제한이 발생하고, 이러한 제한은 폐 내 압력 변화를 일으키기 때문이다. 이러한 가슴우리에 부착된 근육들은 호흡과의 연관성에 따라 호흡에 직접 관여하는 주요 호흡근육과 호흡을 보조하는 호흡보조근육으로 나누어진다(김호봉 등, 2019). 호흡보조근육은 가슴우리에서 기시하여 목에 부착되는 근육들과 팔에 부착되어 팔의 움직임에 관여하는 근육 등 다양하다. 그리고 이러한 호흡보조근육이 폐 기능에 미치는 영향을 알아보는 연구들이 있으며, 특히 목의 움직임에 관여하는 목갈

교신저자: 한동욱

주소: 46958 부산광역시 사상구 백양대로 700번길 140 신라대학교 전화: 051-999-5464, E-mail: dwahan@silla.ac.kr

비근과 목빗근이 호흡에 미치는 영향을 알아보는 연구들이 있다 (Lee et al, 2016; 하미숙과 한동욱, 2021).

반면 팔에 부착되어 팔의 움직임에 관여하는 호흡보조근육이 폐 기능에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 편이다. 특히 큰가슴근은 호흡보조근육임에도 불구하고 웨이트 트레이닝을 위한 주요 관심 근육이기(박경용, 2003) 때문에, 큰가슴근에 대한 연구는 큰가슴근의 근력을 증가시키는 방법에 대한 내용이 주를 이루고 있다(김기홍 등, 2012; 남기정 등, 2018).

큰가슴근은 가슴 앞면에 있으며 부착부위에 따라 빗장뼈부, 복장뼈부, 가슴뼈연골부로 구분된다. 큰가슴근은 공통적으로 위 팔의 모음과 수평모음 및 안쪽돌림 동작을 만들며, 빗장뼈부는 위팔 굽힘, 복장뼈부는 위팔 펴 동작에 기여한다(Kendall, 2005; 고태성 등, 2015). 하지만 위팔이 고정된 상태에서 큰가슴근이 수축하게 되면 가슴우리의 확장이 발생하기 때문에 노력성 들숨 시에 큰가슴근은 흡기보조근육으로 작용한다(김호봉 등, 2019). 따라서 만약 큰가슴근이 단축되어 있으면 가슴우리의 확장에 제한이 발생하게 되고, 이로 인해 폐 압력이 대기압에 비해 충분히 낮아지지 않아 대기 중의 공기가 폐로 들어가는 들숨기능이 저하될 수 있다. 이러한 관점에서 큰가슴근에 대한 수동신장이 근육의 점탄성을 향상시켜(Garrett jr 등, 1984) 들숨할 때 가슴우리의 확장에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단할 수 있다.

따라서 본 연구는 가슴우리에서 기시하여 팔에 부착되는 대표적인 근육인 큰가슴근의 수동신장이 폐 기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구대상자는 부산지역의 S대학교에 재학 중인 남자 대학생 30명 이었다. 모든 대상자에게 헬싱키 선언에 따라 본 연구의 목적에 대해 충분히 설명하였으며, 대상자는 모두 자발적으로 참여하기로 서면 동의하였다. 연구대상자들을 무작위로 실험군 15명, 대조군 15명으로 나누었지만, 연구대상자들 가운데 폐 기능에 영향을 미칠 수 있는 질환이나 흡연을 하고 있는 자를 연구에서 제외하여 최종 연구에 참여한 자는 실험군 12명과 대조군 12

명이었다. 실험군에게는 큰가슴근에 대한 수동신장을 적용하였고, 대조군은 아무런 중재를 주지 않았다. 연구대상자의 일반적인 특성은 <표 1>과 같았다.

2. 측정 도구 및 방법

1) 측정 도구

폐 기능은 디지털폐기능측정기(Pony FX, COSMED inc, Italy)를 사용하여 측정하였다. 이 장비는 폐로들어가고 나오는 공기의 단위시간 당 유량을 검사할 수 있는 장비이다(한동욱, 2021). 큰가슴근은 호흡보조근육으로서 노력성 호흡에 관여하기 때문에 최대노력성폐활량(maximal effort vital capacity: MEVC)과 최대노력호흡(maximal voluntary ventilation: MVV)을 측정항목으로 선정하였다. 최대노력성폐활량의 세부항목은 노력성폐활량(forced vital capacity: FVC)과 1초간노력성날숨량(forced expiratory volume in one second: FEV₁)이었다.

2) 측정 방법

폐 기능 측정은 큰가슴근에 대한 수동신장 전과 후에 2회 실시하였다. 폐 기능 측정을 위한 기본자세는 연구대상자가 다리를 어깨 넓이로 벌리고 허리와 어깨를 곧게 편 상태에서 의자에 똑바로 앉아 코 집게로 코를 막은 다음, 한 손으로 디지털폐기능측정기를 잡고, 공기가 세어 나오지 않도록 마우스를 물은 상태이었다(그림 1). 최대노력성폐활량 (MEVC)은 기본자세에서 평상시 호흡을 2-3회 한 다음 최대한 깊고 빠르게 들숨 한 후 최대한 빠르게 날숨 하도록 하여 측정하였다. 이때 날숨은 중단 없이 6초 이상이 지속하도록 하였다. 최대노력호흡(MVV)은 기본자세에서 피검자가 가능한 크고 깊고 빠르게 측정 장비에서 요구하는 시간 동안 들숨과 날숨을 반복하도록 하여 측정하였다. 측정은 3번 실시하였으며, 분석에는 평균값을 사용하였다.

3. 운동 방법

큰가슴근에 대한 수동신장은 부착지에 따라 빗장뼈부, 복장뼈부, 가슴뼈연골부로 나누어 실시하였다(박시현, 2008). 큰가슴근의 수동신장을 위한 자세는 기본적으로 침대에 등을 붙이고 누운 자세에서 팔꿈치는 90°굽힘 자세이었다. 먼저 빗장뼈부에 대한 수동신장은 기본자세에서 어깨관절 45°벌림과 바깥돌림을 시킨 후 연구자가 한 손으로 큰가슴근을 고정하고, 다른 손으로 연구대상자의 팔꿈치를 아래로 내려 실시하였다(그림 2). 복장뼈부에 대한 수동신장은 기본자세에서 위팔뼈를 90° 벌림과 바깥돌림 한 후 실시하였다. 가슴뼈연골부에 대한 수동신장은 기본자세에서 위팔뼈를 135° 벌림 후 바깥돌림 한 후 실시하였다. 스트레칭은 3회 실시하였으며, 1회 당 10초씩 유지하였고, 3회를 1세트로 해서 3세트를 실시하였다. 각 회 사이의 휴식은 10초이었고, 세트

표 1. 실험군과 대조군의 일반적인 특성

변수	실험군	대조군	t
연령(세)	19.75±1.77 ^a	20.83±1.90	-1.448
신장(cm)	175.08±4.83	173.83±5.10	0.617
체중(kg)	69.83±3.97	66.75±5.46	1.581

a 평균±표준편차

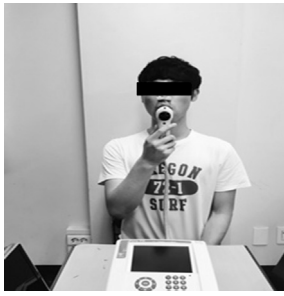


그림 1. 측정 자세



그림 2. 빗장뼈부 수동신장



그림 3. 복장뼈부 수동신장



그림 4. 가슴뼈연골부 수동신장

간 휴식은 1분으로 하였다.

4. 자료 분석

본 연구는 큰가슴근에 대한 수동신장이 폐 기능에 미치는 영향을 알아보고자 한 것으로 먼저 실험군과 대조군 간에 동질성 검사를 위하여 독립표본 t-검정을 실시하였다. 이어서 각 군에 대해 수동신장 전과 후에 발생한 변화를 확인하기 위하여 대응비교 t-검정을 실시하였다. 또한 두 군 간의 수동신장 전과 후의 변화량에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 본 연구에 사용된 통계프로그램은 SPSSWIN(ver 27.0)이었고 유의수준 $\alpha=0.05$ 이었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 실험군과 대조군의 수동신장 전 폐 기능의 차이

실험군과 대조군의 수동신장 전 폐 기능의 차이를 알아본 결과는 <표 2>와 같았다.

최대노력성폐활량의 항목에서 노력성폐활량은 실험군이 4.67ℓ, 대조군이 4.56ℓ이었고, 1초간노력성날숨량은 실험군이 3.82ℓ, 대조군이 4.08ℓ로서 두 군 간에 유의미한 차이는 없었다.

최대노력호흡은 실험군이 147.89ℓ, 대조군이 159.92ℓ이었으며, 역시 두 군 간에 통계적인 차이는 없었다.

표 2. 실험군과 대조군의 수동신장 전 폐 기능 차이 (단위: ℓ)

변수	실험군	대조군	t
노력성폐활량	4.67±0.39 ^a	4.56±0.40	0.660
1초간노력성날숨량	3.82±0.44	4.08±0.37	-1.593
최대노력호흡	147.89±19.08	159.92±23.19	-1.388

a평균±표준편차

표 3. 수동신장이 폐 기능에 미치는 영향 (단위: ℓ)

변수	수동신장 전	수동신장 후	t	F
노력성폐활량				
실험군	4.67±0.39 ^a	4.85±0.42	-2.941*	7.228*
대조군	4.56±0.40	4.56±0.39	-0.215	
1초간노력성날숨량				
실험군	3.82±0.44	4.00±0.40	-3.121*	11.692**
대조군	4.08±0.37	4.00±0.38	2.738*	
최대노력호흡				
실험군	147.89±19.08	161.03±18.77	-3.168**	7.536*
대조군	159.92±23.19	157.90±21.60		

a평균±표준편차 *p<0.05 **p<0.01

2. 수동신장이 폐 기능에 미치는 영향

수동신장이 폐 기능에 미치는 영향을 알아본 결과는 <표 3>과 같았다.

실험군의 경우, 최대노력성폐활량의 항목 가운데 노력성폐활량은 4.67ℓ에서 4.85ℓ로($p<0.05$), 1초간노력성날숨량은 3.82ℓ에서 4.00ℓ로($p<0.05$) 통계적으로 유의미한 증가가 있었다. 최대노력호흡은 147.89ℓ에서 161.03ℓ로 증가하였으며 통계적인 차이가 있었다($p<0.05$). 반면 대조군은 1차 측정과 2차 측정을 비교한 결과, 최대노력성폐활량의 항목 가운데 노력성폐활량은 4.56ℓ에서 4.56ℓ로 변화가 없었고, 1초간노력성날숨량은 4.08ℓ에서 4.00ℓ로 오히려 감소하였다($p<0.05$). 또한 최대노력호흡은 159.92ℓ에서 157.90ℓ로 감소했지만 통계적인 차이는 없었다.

수동신장 후 실험군과 대조군의 폐 기능 변화량의 차이를 비교한 결과, 최대노력성폐활량의 항목에서 노력성폐활량은 실험군은 증가한 반면 대조군은 변화가 없었으며 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<0.05$). 1초간노력성날숨량은 실험군은 증가한 반면 대조군은 오히려 감소하였으며 통계적으로 차이가 있었다($p<0.05$). 최대노력호흡 역시 실험군은 증가한 반면 대조군은 감소하였으며, 통계적으로도 유의미한 차이가 있었다($p<0.05$).

IV. 고 찰

들숨과 날숨은 호흡의 기본 요소로서 대기압과 폐 속 압력의 차이로 발생한다. 폐 속의 압력이 758mmHg로 대기압 보다 낮으면 폐 속으로 공기가 유입되는 들숨이 발생하고, 반대로 폐 속의 압력이 762mmHg로 대기압 보다 높아지면 날숨이 발생한다(김호봉 등, 2019; 하미숙과 한동욱, 2021). 일반적으로 폐는 폐를 싸고 있는 내장쪽가슴막(visceral pleura)과 가슴공간 전체를 싸고 있는 벽쪽가슴막(parietal pleura)이 있으며, 벽쪽가슴막의 일부인 갈비가슴막(costal pleura)이 가슴우리에 부착되어 있기 때문에 가슴우리의 움직임에 따라 폐가 팽창되기도 하고 축소되기도 한다(김호봉 등, 2019). 결국 가슴우리의 움직임이 들숨과 날숨에 영향을 미친다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 가슴우리의 움직임이 용이하면 호흡기능이 향상될 수 있는 반면 가슴우리의 움직임에 제한이 발생하면 호흡기능이 저하된다고 할 수 있다. 이와 일치하게 심재훈 등(2002)은 가슴우리의 유연성이 증가됨에 따라 호흡기능이 향상된다는 것을 확인하였다. 김정과 서교철(2010)도 가슴우리의 가동성을 증진시킨 결과 노력성폐활량(FVC)과 1초간노력성날숨량(FEV₁)이 증가되었음을 보고하였다.

반면 가슴우리의 움직임은 가슴우리에 부착되어 있는 근육들에 의해 발생되기 때문에 기능적으로 호흡은 근육의 기능과 밀접한 연관이 있다(하미숙과 한동욱, 2021). 가슴우리를 움직이는 근육은 크게 가슴우리를 팽창시키는데 관여하는 근육과 축소시키는데 관여하는 근육으로 분류할 수 있다. 또한 가슴우리의 팽창과 축소는 편안한 호흡을 할 때와 많은 환기량이 필요한 호흡을 할 때에 따라 그 정도에 차이가 있다. 편안한 호흡을 할 때는 보통 가로막(diaphragm)과 바깥갈비사이근의 움직임이 주로 관여하는 반면 환기량이 많이 필요한 호흡은 이 두 근육에 더해 목갈비근 등과 같이 보조적으로 가슴우리의 팽창에 관여하는 근육들이 작용한다(김호봉 등, 2019). 따라서 환기량이 많이 필요한 호흡의 기능을 향상시키기 위해서는 가슴우리의 팽창에 보조적으로 관여하는 근육들의 기능 향상이 중요하다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 큰가슴근(pectoralis major muscle)의 기능 역시 호흡에 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다.

큰가슴근은 빗장뼈, 복장뼈, 가슴뼈연골에 부착되어, 위팔의 모음과 수평모음 및 안쪽돌림 동작에 관여하는(Kendal 등, 2005; 고태성 등, 2015) 것으로 알려져 있다. 반면 위팔이 고정된 상태에서 큰가슴근이 수축하면 가슴우리가 확장된다(김호봉 등, 2019). 따라서 큰가슴근의 수축과 이완은 가슴우리의 움직임에 영향을 줄 수 있기 때문에 폐 기능 향상을 위해 큰가슴근에 대한 수동신장을 적용하는 것이 필요하다고 사료된다. 본 연구의 결과 역시 이점을 증명하였는데, 큰가슴근에 대한 수동신장이 통계적으로 유의미하게 노력성폐활량(FVC)과 1초간노력성날숨량

(FEV₁)을 증가시켰고, 최대노력호흡(MVV) 역시 향상시켰다. 또한 큰가슴근을 수동신장 시킨 집단에서 노력성폐활량(FVC), 1초간노력성날숨량(FEV₁) 및 최대노력호흡(MVV)의 증가량이 대조군에 비해서 통계적으로 유의미하게 컸다. 이러한 결과는 수동신장으로 큰가슴근의 기능이 향상되면 가슴우리의 움직임이 좋아져 호흡기능 역시 향상될 수 있다는 것을 보여주는 것이다. 수동신장의 효과는 크게 비수축조직인 근육을 둘러싸고 있는 결합조직과 수축조직인 근육에 대한 효과로 구분할 수 있다. 수동신장은 비수축조직을 구성하는 교원섬유와 탄력섬유의 점탄성과 소성변화를 야기해 근육을 이완시킬 수 있으며, 일시적인 수동신장에 의해서도 발생할 수 있다(Garrett jr 등, 1984; Taylor 등, 1990). 반면 수축조직인 근육의 길이변화는 지속적인 수동신장에 의해 발생하며, 근절(sarcomere)이 최적의 길이를 유지하기 위해 개수를 증가시키기 때문에 발생한다(Lynn 등, 1998; Kearns 등, 2001; Coutinho 등, 2004). 결과적으로 수동신장은 단기적이든 장기적이든 근육의 유연성을 증가시키게 된다(김미연 등, 2005). 이와 일치하게 이가운(2021)은 넙다리곧은근에 대한 신장운동이 근육길이를 증진시켰다고 보고하였다. 또한 Yaoyao 등(2021) 역시 큰가슴근의 빗장뼈부에 대한 자가-신장운동이 흉추후만 각도에 미치는 영향을 알아본 결과 흉추후만 각도가 감소하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 큰가슴근에 대한 신장운동이 가슴우리의 팽창에 효과가 있다는 것을 알려주는 결과이다. 일반적으로 흉추후만증이 있는 사람은 가슴우리 속 공간이 좁아져있기 때문에 들숨 할 때 폐가 충분히 팽창하지 못하고 그로인해 폐 속 압력의 감소폭이 작아 들숨량이 감소한다. 반면 큰가슴근에 대한 신장운동으로 흉추후만의 각도가 감소하였다는 것은 가슴우리 공간이 넓어져 폐 속 압력의 감소폭이 증가하고 들숨량의 증가로 이어질 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구 결과인 큰가슴근에 대한 수동신장이 폐기능을 향상시킨 것은 수동신장으로 인해 큰가슴근의 유연성이 향상되었고, 이로 인해 가슴우리의 움직임이 향상되었기 때문이라고 할 수 있다.

하지만 본 연구는 수동신장의 즉각적인 효과만을 확인한 것이기 때문에 본 연구 결과를 수동신장의 지속적 효과로 확대해석하기에는 부족한 점이 있다. 또한 남자 대학생만을 대상으로 하였기 때문에 모든 성별과 연령으로 확대해석하기에도 제한점이 있다. 더욱이 큰가슴근은 단힌사슬운동(CKC)에서 가슴우리를 확장시키는 것으로 알려져 있기 때문에 폐 기능을 측정할 때 단힌사슬운동의 자세를 만든 후 측정해야 하는데 열린사슬운동의 자세에서 측정하였다는 한계가 있다. 따라서 차후에 일정 기간의 수동신장 적용과 다양한 연령의 사람들을 대상으로, 단힌사슬운동 자세에서 폐 기능을 측정하는 연구 설계를 통해 큰가슴근에 대한 수동신장의 효과를 알아보는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 부산지역의 S 대학교에 재학 중인 남자 대학생 24명을 대상으로 큰가슴근에 대한 수동신장이 폐 기능에 미치는 영향을 알아본 것으로 그 결과는 다음과 같았다.

1. 수동신장 후 실험군의 최대노력성폐활량의 항목에서 노력성폐활량과 1초간노력성날숨량 모두 통계적으로 유의미한 증가가 있었고, 대조군 보다 유의미하게 증가하였다.
2. 수동신장 후 실험군의 최대노력호흡이 통계적으로 유의미하게 증가하였고, 대조군보다 증가량이 통계적으로 더 컸다.

이러한 결과는 큰가슴근에 대한 수동신장이 폐 기능 증진에 긍정적인 효과가 있다는 것을 보여주는 것이다. 따라서 폐 기능을 증진시키는 운동 프로그램에 큰가슴근에 대한 수동신장을 포함시키는 것이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 고태성, 김동대, 김인섭 등. 기능해부학(2판). 퍼시픽북스, 2015.
- 김경, 서교철. 자세변화에 따른 피드백 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 흉곽용적과 폐기능에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구, 49(3);57-74, 2010.
- 김기홍, 박우영, 김종신. 세트별 강도변화에 따른 벤치프레스 후 주동근의 운동능력, 근활성도(iEMG), 근피로도(MEF) 및 근손상지표(CK)에 미치는 영향. 한국체육학회지, 51(2);379-387, 2012.
- 김미연, 전태원, 김연수, 등. 운동생리학: 발레 무용수의 공연직전 스트레칭이 근력과 유연성에 미치는 영향. 한국체육학회지, 44(6);339-406, 2005.
- 김호봉, 김기송, 김난수 등. 심장호흡계물리치료중재학(증보판). 2019.
- 남기정, 지정민, 홍형, 등. 푸시업 운동 시 팔 간격에 따른 대흉근과 상완삼두근의 근활성도 비교 분석. 한국체육과학회지, 27(4);1081-1089, 2018.
- 박경용. 벤치 프레스 운동시 벤치 각도에 따른 대흉근의 근전도 분석. 인천대학교 대학원, 석사학위논문, 2003.
- 심재훈, 오덕원, 이규완. 흉부 유연성 운동이 척추측만증 환자의 폐활량과 흉곽 확장에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 9(2);145-156, 2002.
- 이가운. 넓다리골은근의 자가-편심 운동이 만성 허리 통증 환자의 통증, 유연성, 근육구조 및 근육길이에 미치는 영향. 남서울대학교 대학원, 석사학위논문, 2021.
- 하미숙, 한동욱. 목빗근에 대한 수동 스트레칭 운동이 폐 기능에 미치는 영향. 대한심장호흡물리치료학회지, 9(2);27-32, 2021.
- Coutinho EL, Gomes AS, Franca CN, et al. Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. Braz J Med Biol Res, 37(12);1853-1861, 2004.
- Fishman AP. Pulmonary disease and disorders(2nd ed). New York: Mcgraw Hill, 1988.
- Garrett jr WE, Califf JC, Bassett FH. Histochemical correlates of hamstring injuries. Am J Sports Med, 12;98-103, 1984.
- Grossman MR, Sahrmann SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle. Phys Ther, 62(12);1799-1808, 1982.
- Lee JC, Hwang SH, Han SI, et al. Effect of stretching the scalene muscles on slow vital capacity. J Phys Ther Sci, 28;1825-1828, 2016.
- Kearns CF, Isokawa M, Abe T. Architectural characteristics of dominant leg muscles in junior soccer players. European Journal of Applied Physiology, 85(3-4);240-243, 2001.
- Kendall F, McCreary E, Provance P, et al. Muscles testing and function with posture and pain(5th ed). Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: Foundations and techniques(5th ed). philadelphia, F.A. Davis Company, 2007.
- Yaoyao L, Kim SW, Yun YJ, et al. The effect of stretching the clavicular fibers of the pectoralis major muscle on thoracic kyphosis angle. J Phys Perform & Mov Sci, 1(2);10-16, 2021.
- Lynn R, Talbot JA, Morgan DL. Differences in rat skeletal muscles after incline and decline running. Journal of Applied Physiology, 85(1);98-104, 1998.
- Petrovic M, Lahrmann H, Pohl W, et al. Idiopathic diaphragmatic paralysis-satisfactory improvement of inspiratory muscle function by inspiratory muscle training. Respir Physiol Neurobiol, 165(2-3);266-267, 2009.
- Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, et al. Viscoelastic properties of muscle-tendon units: The biomechanical effects of stretching. Am J Sports Med, 18;300-309, 1990.

