

정상 성인의 등뼈 가동성 운동이 등뼈가동범위 및 가슴 우리 확장에 즉각적으로 미치는 영향

최기쁨 · 서준호 · 김다은¹ · 김소영[†]
남부대학교, ¹광주365재활병원

Immediate Effects of Thoracic Mobility Exercises on the Thoracic Range of Motion and Chest Expansion in Healthy Adults

Gi-Ppeum Choi, PT · Jun-Ho Seo, PT · Da-Eun Kim, PT¹ · So-Yeong Kim, PT, Ms[†]

Department of Physical Therapy, Nambu University
¹Rehabilitation Center Gwanju 365 Rehabilitation Hospital

Received: May 29 2024 / Revised: June 12 2024 / Accepted: August 6 2024

© 2024 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the immediate effects of thoracic mobility exercises on the thoracic range of motion and chest expansion to provide data on thoracic mobility exercises in adults.

METHODS: Adults were assigned randomly to two groups: the group that performed thoracic mobility exercises (TME group; n=10) or the group that performed thoracic mobility exercises using balance tools (TMEB group; n=10). The exercises were performed for 10 min in three different positions. The range of motion and chest expansion were measured before and after the exercise.

RESULTS: The within-group comparisons before and after the intervention showed significant differences in the range of motion measurements for lateral flexion and rotation in the TME and TMEB groups ($p < .05$); difference in measurements of chest expansion was observed only in the TMEB group ($p < .05$). No significant differences in the range of motion for flexion and extension were observed in either group or during chest expansion in the TME group ($p > .05$). The between-group comparisons showed a significant difference in left lateral flexion ($p < .05$), whereas no other measures differed significantly ($p > .05$).

CONCLUSION: The TME and TMEB groups showed significant increases in the thoracic range of motion; the TMEB group showed a significant increase in chest expansion.

Key Words: Ballance, Thoracic mobility, Thoracic range of motion

[†]Corresponding Author : So-Yeong Kim
belleyou11@naver.com, <http://orcid.org/0000-0003-2526-6879>
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

노동부의 통계에 의하면 근골격계 질환은 지속적으로 증가하였다[1]. 반복작업으로 인한 질환의 발생이 가장 흔하였으며 의료기관이나 노인요양시설에 근무하는 근로자의 경우 질환의 발생의 위험성이 높은 고위험군에 포함된다[2]. 환자를 이동하거나 들기, 밀거나 당기는 동작, 허리뼈부를 과하게 굽히거나 돌림하는 동작 등 신체적인 힘을 사용하는 동작이 많기 때문이다[3]. 이경숙의 연구에서는 의료기관 관련종사자들의 83.4%가 근골격계 통증을 느낀다고 응답하였고 통증의 유무가 직무만족도와 관련이 있었다고 하였다[2]. 이중호의 연구에서는 의료기관 종사자들 증상 호소 부위로는 목, 허리, 어깨가 가장 많았다[4].

등뼈는 목뼈와 허리뼈 사이에 위치하는 척추분절로 12개의 척추로 구성되어 있으며 갈비뼈와 연결되어 상당히 견고한 구조로 이루어져 있다. 등뼈의 경직(stiffness)이 클수록 보상 작용으로 허리뼈와 목뼈부에서 더욱 더 많은 움직임이 일어 난다고 한다[5]. 이것은 형태학적 등뼈부 변화의 역학적 결과이며, 척추 통증 유발에 중요하다. 장시간 동안 앉은 자세로 있거나 나이의 증가로 인해 등뼈의 운동성 감소는 보상작용에 의해 목뼈와 허리뼈의 운동성(mobility)을 증가시킨다[6]. 이러한 운동성 증가는 과사용으로 인해 척추후관절에 불안정성이 발생될 수 있다[5]. 그로인한 등뼈부 통증은 허리뼈와 목뼈에 통증을 유발시킬 수 있다[7,8]. 등뼈 유연성이 없는 사람은 효율적으로 움직일 수 없어 더 많은 에너지 소비가 필요하며[9], 심지어 단순한 일을 수행하는 데도 비정상적인 근육이 대상 작용을 한다고 한다[10]. 그러므로 등뼈 운동성 감소로 인한 유연성 상실은 임상적으로 중요하다[11].

유연성은 통증이 없는 관절운동 범위를 통하여 제한된 단일 관절이나 여러 관절을 움직이는 능력을 의미한다 [12]. 유연성은 근육의 신장성 뿐만 아니라, 관절 주위 결합조직의 신장력과 관절의 운동 범위의 영향을 받는다[13,14]. 유연성이 감소하면 근육의 기능이 떨어지고 비효율적인 에너지 소모가 발생하기 때문에 활동에 제약을 받는다[14]. 최근에는 유연성을 증가시키기

위해 스트레칭, 요가, 자가-근막이완 기법들이 발전되었다[15-17]. 자가근막이완은 신체의 신경 시스템과 근육 조직을 둘러싸고 있는 근막 개선을 위한 스트레칭 방법 중 하나이며[18], 스스로 수행하는 동작과 스트레칭 부위에 압력을 가하는 도구를 사용함으로써 도구의 압력을 통해 고유수용기 자극과 흥분을 감소시킴으로 긴장은 완화 시킨다[19]. 그러므로 척추 질환의 예방을 위해 휴식과 운동이 권장되며, 소도구를 사용한 자가근막이완이 활용 되고 있다[20-22].

선행연구에서는 자가근막이완운동이 만성요통환자의 엉덩관절 가동범위를 향상시켰고[20], 사무직 근로자의 등뼈 가동성을 증가시켰으며[22], 발등 굽힘 제한이 있는 사람에게 발등굽힘각도의 증가를 즉각적으로 향상시켰다[21]. 또한 축구 선수의 근기능과 신체기능 향상에 영향을 미쳤으며[23], 동맥경직도와 유연성 및 자율신경계에 영향을 미쳤다[24]. 최근에는 자가근막이완운동이 실생활에서 접근이 용이하고 편리한 운동 도구들의 사용으로 증가하였으며 종류로는 테니스공, 메디신볼, 마사지스틱, 폼롤러, 요가링, 볼란스 등이 있다.

볼란스(Ballance)는 자가근막이완기법(Myofascial release; MFR)의 하나로써 좌우의 균형을 맞추어 체형 변화를 방지하고 완화시킬 수 있는 방법으로 근막이완과 움직임(Mobility)개선에 효과적이다. 볼란스를 이용한 연구에서는 주로 전방머리자세, 등근어깨자세, 척추후만증 및 구부정한 자세에 대한 연구가 진행되었지만, 등뼈의 가동성과 가슴우리 확장의 변화에 대한 효과를 입증한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구의 목적은 정상 성인의 등뼈가동성 운동을 통해 등뼈가동범위와 가슴우리 확장에 즉각적으로 나타나는 효과를 확인하고, 자가근막이완 기법의 하나인 볼란스를 활용한 운동에 대한 기초적인 자료를 제시하는 데 있다.

II. 연구방법

1. 연구 절차

본 연구는 선정 기준에 적합한 20명의 정상 성인을 대상으로 사전평가 진행 전 O, X가 적힌 종이를 뽑아 O는 볼란스를 이용한 등뼈 가동성 운동군(Thoracic mobility

exercise on Ballance: TMEB), X는 등뼈 가동성 운동군 (Thoracic mobility exercise: TME)으로 무작위 배치하였다. 사전검사에서 등뼈의 굽힘, 펴, 기쪽 굽힘, 돌림에 대한 가동범위와 흡기시와 호기시의 가슴 우리 확장을 검사하였다. 모든 운동은 3가지 동작을 10분씩 적용하였으며, 동작사이마다 1분의 휴식시간을 갖았다. 중재후에는 즉시 사후검사를 사전검사와 동일하게 재측정 하였다.

2. 연구대상자

본 연구는 하루 8시간 주 40시간의 업무를 하는 광주의 G회복기 재활병원에서 근무하는 물리치료사와 작업치료사를 대상으로 진행하였다(Table 1). 연구대상자는 총 20명으로 TME그룹과 TMEB그룹으로 무작위 배정하였다. 제외대상으로는 척추에 대한 외과적 수술을 경험하였거나, 척추 측만, 디스크, 내과적 질환 등으로 실험 시 영향을 받을 수 있는 자는 제외하였다. 연구를 수행하기 전에 연구 대상자에게 본 연구의 취지에 대하여 충분히 설명 하였고, 자발적으로 연구에 참여하기로 서면으로 동의를 받은 후 진행하였다.

3. 운동 방법

등뼈 가동성 운동은 3가지의 동작을 10분씩 30분 진행

하였다. 동작은 첫째, 바로 누운 자세에서 손으로 씨클링을 쥐고 어깨관절의 굽힘과 펴를 실시한다(Fig. 1A). 둘째, 바로 누운 자세에서 깍지 낀 손을 머리 뒤에 두고 팔꿈치의 모음과 벌림을 실시한다(Fig. 1B). 셋째, 옆으로 누운 자세에서 다리를 고정하고 팔과 몸통 돌림을 하여 옆으로 벌림과 모음을 실시한다(Fig. 1C). 손의 움직임의 방향을 따라서 고개의 움직임을 함께 한다. 각각의 동작 변환시 1분의 휴식시간을 갖았다. 볼란스를 이용한 경우 동일한 운동프로그램을 적용하였고 첫번째와 두번째 동작에서는 T2와 T10사이에 큰 볼란스를 위로, 작은 볼란스를 아래로 위치하였고, 세번째 동작에서는 가슴 우리에 같은 방법으로 볼란스를 위치하였다(Fig. 1). 각각의 동작변환시 1분의 휴식시간을 갖았다. 모든 운동은 동일한 운동중재자에 의해서 운동이 이루어졌다.

4. 측정방법

1) 관절가동범위(Range Of Motion: ROM)

본 연구에서 몸통 가동범위를 평가하기 위해서 줄자와 고니오메타를 사용하였다[25]. 줄자를 이용하여 몸통 굽힘, 펴, 그리고 양측 기쪽 굽힘을 평가하였고, 고니오메타를 이용하여 몸통 돌림을 평가하였다. 선 자세에

Table 1. General characteristics of the subjects

Group	TME(n = 10)	TMEB(n = 10)	p
Sex(M/F)	3/7	3/7	1.00
Age(yrs)	25.60 ± 2.06 ^a	25.30 ± 1.41	.644
Height(cm)	163.20 ± 8.12	164.50 ± 9.24	.457
Weight(kg)	62.40 ± 9.59	63.20 ± 13.50	.354

^aMean ± SD, TME: Thoracic mobility exercise, TMEB: Thoracic mobility exercise on Ballance

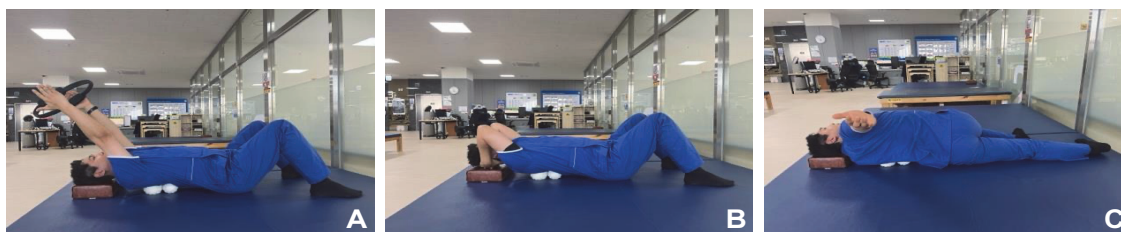


Fig. 1. Exercise Program (A) arm elevation with circling (B) shoulder abduction adduction (C) side-lying position trunk rotation with shoulder horizontal abduction.

서 C7과 S2의 가시돌기에 테이프를 부착한 거리를 바로 선 자세로 측정하여, 굽힘 자세에서 바로 선 자세를 뺀 수치와 폼 자세에서 바로 선 자세를 뺀 수치를 기록하였다. 몸통 가쪽 굽힘을 평가하기 위해서는 바로 선 자세에서 가운데 손가락 위치를 넙다리 가쪽에 표시를 하여, 가쪽 굽힘 시 거리를 줄자로 측정하였다. 가쪽 굽힘 시에 몸통의 돌림이 발생되지 않도록 주의하였다. 몸통 돌림을 평가하기 위해서는 앉은 자세에서 두 손을 가슴에 올리고 고니오메타를 이용하여 측정하였다. 머리와 몸통을 동일한 축에 위치 시켰고, 몸통 돌림 시 머리에서의 축돌림을 통해 측정하였다. 모든 평가는 동일한 평가자에 의해 3번의 측정을 진행 하였고, 분석에는 평균 값을 사용하였다.

2) 가슴 우리 확장

가슴 우리의 확장 정도를 측정하기 위해 줄자를 이용하였다[26]. 가슴둘레 부분이 노출 되도록 한 다음, 검사 돌기와 복장 뼈 몸통의 연결부를 수평으로 지나도록 하여 최대 들숨 시, 최대 날숨 시 가슴둘레를 cm단위로

측정하였다. 가슴 우리의 확장 정도는 최대 흡기시에서 최대 호기시의 측정값을 뺀 값으로 동일한 평가자에 의해 3번의 측정을 진행하였고, 분석에는 평균 값을 사용하였다.

5. 분석 방법

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS 20.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계치로 산출 하였다. 실험 중재 전과 후의 관절가동 범위와 가슴 우리 확장의 차이를 비교하기 위해 비모수 검정법인 윌콕슨 부호순위 검정을 실시하였고, 두 그룹 간의 전 후 차이를 비교하기 위해 맨휘트니유 검정을 실시하였다. 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 관절가동범위 변화

그룹 내 관절가동범위의 변화는 TME 와 TMEB그룹

Table 2. Comparison of thoracic mobility exercise and thoracic mobility exercise on Ballance

Variable	Group	Pre	Post	Change	P	P
Flexion (cm)	TME	5.32 ± 4.47 ^a	6.60 ± 2.31	1.28 ± 4.04	.370	.789
	TMEB	8.33 ± 5.81	4.42 ± 2.37	1.35 ± 4.59	.446	
Extension (cm)	TME	4.85 ± 2.16	5.55 ± 2.40	.70 ± 2.61	.553	.908
	TMEB	4.42 ± 2.37	4.92 ± 2.06	.50 ± 1.58	.319	
Lt. side bending (cm)	TME	18.65 ± 2.86	20.60 ± 2.01	1.95 ± 1.95	.016*	.003 ⁺
	TMEB	20.70 ± 3.02	22.80 ± 3.19	2.10 ± 2.68	.017*	
Rt. Side bending (cm)	TME	17.30 ± 3.80	19.05 ± 2.03	1.75 ± 2.34	.043*	.969
	TMEB	20.60 ± 3.02	22.30 ± 3.43	1.70 ± 1.82	.005*	
Lt. Rotation (°)	TME	17.50 ± 5.10	26.40 ± 8.00	8.90 ± 9.33	.021*	.939
	TMEB	28.70 ± 6.44	38.40 ± 10.91	9.70 ± 8.73	.007*	
Rt. rotation (°)	TME	23.90 ± 7.06	33.70 ± 7.88	9.80 ± 8.71	.008*	.471
	TMEB	30.10 ± 6.90	42.00 ± 5.22	11.90 ± 9.17	.005*	
Chest expansion(cm)	TME	3.75 ± 1.13	4.49 ± 1.77	.74 ± 1.17	.470	.353
	TMEB	4.27 ± 2.13	6.50 ± 2.84	1.70 ± 1.70	.010*	

^aMean ± SD, TME: Thoracic mobility exercise, TMEB: Thoracic mobility exercise on Ballance, Wilcoxon signed-rank test

*p < .05, Mann Whitney U test ⁺p < .05

모두에서 좌 우측 가쪽 굽힘과 돌림에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). TME 와 TMEB그룹 모두에서 굽힘, 펴의 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$). 그룹 간 차이에서는 좌측 가쪽 굽힘에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

2. 가슴 우리 확장 변화

그룹 내에서 가슴 우리 확장의 변화는 TMEB그룹에서 유의한 차이가 나타났고($p < .05$), TME 그룹에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 그룹간 차이에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$).

IV. 고 찰

직업관련성 근골격계 질환이란 반복되는 외부의 작업과 관련된 스트레스에 의한 점진적으로 신체의 일부가 손상을 받는 근골격계 질환을 통칭하는 것으로 장기간에 걸쳐 지속적으로 반복되는 동작에 의하여 손상으로 인해 발생하는 질환을 의미한다[27]. 최근에는 근골격계 질환 예방을 위한 운동을 권장하고 있고[28-30] 소도구를 이용한 운동에서 효과를 확인할 수 있었다[31-33]. 본 연구는 성인 20명을 대상으로 볼란스를 이용한 등뼈 가동성 운동이 등뼈가동범위 및 가슴 우리 확장에 즉각적으로 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

등뼈의 경직이 클수록 허리뼈와 목뼈부에서 더 많은 움직임이 일어나며, 등뼈 운동성 감소는 목뼈와 허리뼈의 운동성을 증가시킨다[33]. 등뼈유연성이 떨어진 사람은 효율적인 움직임이 제한되며 더 많은 에너지를 소비하므로 움직임의 효율성이 떨어진다고[34]. 이로 인해 통증을 유발할 수 있는 원인이 될 수 있다. 선행연구에서는 등뼈 가동성 운동프로그램이 등뼈의 운동성 증가와 기능적인 움직임을 도왔고[35-37], 허리뼈의 안정성[28]과 만성 요통환자의 통증을 호전 시켰으며[33], 만성 목 통증 환자의 삶의 질에 긍정적인 영향을 미쳤다[34]고 보고하였다. 김수진은 요통환자에게 테니스공을 활용한 자가근막이완 운동 후 등뼈관절가동범위가 개선되었다고 하였다[27]. 또한 공기주입식공을 이용

해서 진행된 연구에서는 척추유연성과 가동범위에서 유의한 차이가 나왔고[38], 폼롤러와 리커버리링을 이용해서 진행된 연구에서는 등뼈 돌림에서 유의한 차이가 나왔으며[11], 바디롤러를 이용한 운동이 척추 돌림의 효과가 있었다[39]. 본 연구에서도 등뼈가동성 운동을 통해 좌우의 가쪽 굽힘과 돌림에서 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 그러나 굽힘과 펴, 그리고 가슴 우리 확장에서는 그룹 내 유의한 차이가 나타나지 않았고, 그룹 간에도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 선행연구에서는 4주에서 16주까지 적용된 중재기간과 등뼈의 직접적인 움직임을 강조하였다[40-42]. 하지만 본 연구에서 적용된 운동은 척추의 돌림 동작을 제외하고는 간접적인 움직임이 나타난다. 그러므로 본 연구는 척추의 직접적인 관절 움직임 부족[43]과 단기간의 적용으로 인해 유의한 차이를 나타내지 않았다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 비교 대상자 수가 적고, 성인을 대상으로 시행하였다는 것이다. 건강한 성인 뿐만 아니라 호흡에 장애를 가지고 있는 질환자들을 대상으로 연구가 된다면 임상적으로 의미가 있을 것으로 생각된다. 향후 볼란스를 이용한 긍정적인 결과를 얻기 위해 좀더 장기적인 연구 기간과 더 많은 대상자를 활용한 다양한 후속 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구의 목적은 등뼈가동성 운동이 등뼈의 가동범위와 가슴 우리 확장에 즉각적으로 나타나는 효과를 보기위해 실시하였다. 그룹 내 중재 전·후 비교에서 좌우 가쪽 굽힘과, 돌림의 관절가동범위와 TMEB 그룹의 가슴 우리 확장에서 유의한 차이가 발생하였다($p < .05$). 굽힘과 펴의 관절가동범위와 TME 그룹의 가슴 우리 확장에서 유의한 차이가 발생하지 않았다($p > .05$). 그룹간 차이에서는 좌측 가쪽 굽힘에서 유의한 차이가 발생하였고($p < .05$), 모든 그룹에서 유의한 차이가 발생하지 않았다($p > .05$).

본 연구의 결과를 종합하면 볼란스를 이용한 등뼈가동성 운동이 등뼈 관절가동범위와 가슴 우리 확장에 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

References

- [1] Lee KW, Kim WH. Effect of physical therapy based tailored exercise program on pain, accident incidence rates, and lost days of work in manufacturing worker: single subject design. *J Korean Soc Phys Med.* 2017; 12(2):113-20.
- [2] Lee KS, Lee WH, Yun MJ. Relationship between musculoskeletal pain and Job satisfaction of the physical therapists in Elderly Care Facilities. *Korean J heal serv Manag.* 2012;6(4):49-60.
- [3] Kim BT, Choi HY, Moon SJ. Research on the subjective symptoms of musculoskeletal disorders for dental hygienists in Daegu. *The Korean Journal of Health Service Management,* 2014;8(4):121-30.
- [4] Lee JH, Choi YS, Kim JS. Work-related musculoskeletal pain and workload evaluation of physical therapists: focused on neurological injury treatment of adults. *Phys Ther Kor.* 2012;19(2):69-79.
- [5] Mo MS, Park HS. The effect of lumbar stabilization exercises with neurodynamic techniques on lumbar muscular strength and Oswestry disability index in lumbar disc herniation patient's. *J Korean Acad Orthop Man Ther.* 2016;22(1):1-7.
- [6] Park DH, Lee EH, Lee KS. Effects of thoracic flexibility exercise program on pain, heart rate variability, and depression in patients with chronic low back pain. *J Korean Soc Integr Med.* 2019;7(4):161-70.
- [7] Popescu A, Lee H. Neck Pain and Lower Back Pain. *Med Clin North Am.* 2020;104(2):279-292.
- [8] Kim SJ, Yoon JS, Kim JM, et al. Thoracic radiculopathy caused by thoracic disc herniation. *J Korean Assoc Pain Med.* 2006;(5):134-7.
- [9] Yang YA, Kim YH, Kim YK, et al. Effects of thoracic spinal exercise program in vdt workers : pain relief and increased flexibility. *Ann Occup Environ Med.* 2004; 16(3):250-61.
- [10] Chae SW. Research and publication ethics in korean Journal of otorhinolaryngology-head and neck surgery. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg.* 2009;52(3): 204-6.
- [11] Lee YN. Changes in thoracic mobility, back pain and quality of life according to the foam roller and recovering self-myofascial release. Master's Degree. Hanyang University. 2021.
- [12] Simão R, Lemos A, Salles B, et al. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):1333-8.
- [13] Willy, R. W., Kyle, et al. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31(3):138-44.
- [14] Jang JH, Jeong DH, Park RJ. A review of conception and developmental process of stretching in sports physical therapy. *J Kor Phys Ther.* 2002;14(4):423-40.
- [15] Choi WJ, Jo NJ, Kang HK, et al. The effect of dynamic and static PNF stretching on lower back flexibility. *PNF & Mov.* 2009;7(2):11-20.
- [16] Jeong HM, Kim YS. Effects of yoga exercise on physical flexibility and perception of posture management in adolescents. *J Korean Acad Child Health Nurs.* 2006;12(1): 96-103
- [17] Kim JS, Moon DC, Jang KS. Changes of flexibility and plasma catecholamine by myofascial release approach. *Jour of KoCon a.* 2012;12(3):214-21.
- [18] Cleland, J. A., Glynn, P., et al. Short-term effects of thrust versus nonthrust mobilization manipulation directed at the thoracic spine in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2007;87(4):431-40.
- [19] MacDonald, G. Z., Penney, et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):812-21.
- [20] Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, et al. The Effects of selfmyofascial release using a foam roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance:

- A systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(6): 827-38.
- [21] Park CB, Park SH, Jeong HJ, et al. Immediate effects of vibration stimulation on the range of motion and proprioception in patients with chronic ankle instability: randomized crossover study. *korean soc phys med.* 2023; 18(1):9-14.
- [22] Cho WS, Park CB, Jeong HJ, et al. Immediate effects of thoracic spine foam rolling and vibration foam rolling on pain and range of motion in patients with chronic neck pain. *Int Acad Phys Ther Res.* 2023;13(3):2689-93.
- [23] Nho JS. The effects of the FIFA 11+ and self-myofascial release complex training on injury, muscle function, and physical function of high school football players. Doctor's Degree. Hanseo University. 2019.
- [24] Lee SW. Acute effects of self-myofascial release with a foam roller on arterial stiffness, flexibility and autonomic nervous system function in women. Master's Degree. Incheon University. 2019.
- [25] Cynthia C Norkin, D Joyce White. Measurement of joint motion: a guide to goniometry. FA Davis. 2016.
- [26] Derasse M, Lefebvre S, Liistro G, et al. Chest expansion and lung function for healthy subjects and individuals with pulmonary disease. *Respir Care.* 2021;66(4):661-8.
- [27] Kim JA. Self assessment method of worker's musculoskeletal symptoms. -application to constructor's workers. Master's degree. Yonsei University. 2001.
- [28] Baek CH, Seo JH. The effect of pilates training on the lumbar mobility, stability and pain level of clerical worker. *Kor J Grow Deve.* 2016;24(1):53-8.
- [29] da Costa BR, Vieira ER. Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Rehabil Med.* 2008;40(5):321-8.
- [30] Maciel RRB, Dos Santos NC, Portella DDA, et al. Effects of physical exercise at the workplace for treatment of low back pain: a systematic review with meta-analysis. *Rev Bras Med Trab.* 2018;16(2):225-35.
- [31] Kim HJ, Nam SM, Kim JH. The effect of 8 weeks props pilates stability exercise (PPSE) on body stability and sensorimotor control ability for farmers. *J Korean Soc Living Environ Sys.* 2011;18(1)1-10.
- [32] Kim HJ. The effects of prop pilates exercise program on body stability and sensorimotor control ability of female farmers with musculoskeletal disorders. Doctor's Degree. Hanyang University. 2012.
- [33] Kim SJ, Kim SY, Lee MJ. The effects of thoracic spine self-mobilization exercise using a tool on pain, range of motion, and dysfunction of chronic neck pain patients. *Phys Ther Korea.* 2020;27(1):1-10.
- [34] Yang JM. The effect of thoracic joint mobilization on pain, disability, spine curvature, static balance, range of motion and proprioception in back pain patients with thoracic hypomobility. Doctor's Degree. Daejeon University. 2016.
- [35] Park DS, Heo JG, Song JC. The effects of increasing thoracic mobility on lumbar stability. *Ann Rehabil Med.* 2005;29(1).
- [36] Kang HJ, Gong SM, Jeong HJ. Effect of an integrated exercise program that combines the thoracic mobility exercises on kyphotic angle, pain and dysfunction, functional movement. *The Korea Journal of Sports Science.* 2015;24(6):1265-75.
- [37] Seo JM, Song CH, Shin DC. A single-center study comparing the effects of thoracic spine manipulation vs mobility exercises in 26 office workers with chronic neck pain: a randomized controlled clinical study. *Med Sci Monit.* 2022;28:937316.
- [38] Min IK, Park JH, Par HS. Effects of myofascial release exercise using an inflatable compression therapy ball on spinal flexibility in adults. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther.* 2020;26(2):73-80
- [39] Ozsoy G, Ilcin N, Ozsoy I, et al. The effects of myofascial release technique combined with core stabilization exercise in elderly with non-specific low back pain: a randomized controlled, single-blind study. *Clin Interv Aging.* 2019;14: 1729-40.

- [40] Kim YH. The effect of pulmonary function with thoracic mobility exercise and deep breathing exercise in stroke patients. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther.* 2015;21(1): 13-20.
- [41] Lim TH. Effects of 8-week machine pilates exercise on flexibility, trunk rotation angle and body shape change in women. Doctor's Degree. Chosun University. 2023.
- [42] Choi MY, Gong DH, Kim JS, et al. Effects of thoracic spine mobility exercise on symptom improvement and scapular position in patient with subacromial impingement syndrome. *Korean J Sports Med.* 2022;40(1):12-21
- [43] Yang JM, Kim SY. The Effect of Thoracic Joint Mobilization on Pain, Proprioception and Static Balance in Patients With Chronic Low Back Pain. *Phys Ther Korea* 2015;22(3):1-1