

Correlation Analysis of Pressure Pain Threshold and Muscle Thickness in Individuals with Non-Specific Low Back Pain

Hyun-Joong Kim^{a*} , and Seoyoung Moon^b 

^aNeuromusculoskeletal Science Laboratory, Gwangju, Republic of Korea

^bDepartment of Research, Good Morning Nursing Hospital, Gwangju, Republic of Korea

Objective: Low back pain (LBP) is a symptom that accounts for a large proportion of musculoskeletal pain. Among them, non-specific LBP (NSLBP) means that the pathological cause is unknown, and belongs to the most common LBP. Studies on the mechanism of muscle control in LBP are insufficient, and quantitative studies are needed.

Design: Observational cross-sectional study design

Methods: A Thirty participants with NSLBP symptoms were enrolled, and their pressure pain thresholds (PPT) and muscle and fat thickness were measured. Participants measured the paraspinal muscles (PM) of the thoracic and lumbar spine and medial hamstring (semitendinosus) on the dominant and non-dominant sides in the prone position.

Results: Among the variables that were significant in the correlation analysis, PM of the thoracic and lumbar spine showed a significant relationship in the PPT ([thoracic spine PM]=1.141+0.912 [lumbar spine PM]). Also, there was a significant relationship between the lumbar spine PM in the PPT and the thoracic spine PM in the muscle thickness ([lumbar spine PM of PPT]=4.057+0.117 [thoracic spine PM of muscle thickness])

Conclusions: Although there was no muscle imbalance according to the dominant and non-dominant side, there is a correlation between the pressure pain threshold and the muscle thickness between the paraspinal muscles of the thoracic spine and the lumbar spine.

Key Words: Low back pain, Superficial back muscles, Hamstring muscles, Musculoskeletal pain, Ultrasonographic imaging, Cross-sectional study

서론

허리통증(Low Back Pain, LBP)은 질환이 아닌 증상이며, 병리학적 원인이 밝혀지지 않은 비특이적 허리통증(Non-Specific Low Back Pain, NSLBP)이 가장 흔한 증상이다[1]. 근골격계 통증에서 큰 비중을 차지하는 LBP의 전세계 유병률에 대한 연구에서는 발생률이 18.3%였고 남성보다는 여성에게 흔하며[2], 1년간 LBP 증상이 있는 사람은 1.5~36.0%, 처음 증상이 나타나는 경우는 6.3~15.4%로 보고되었다[3]. 또한, LBP의 발생률은 연령이 증가함에 따라 증가한다고 하였다[4, 5].

LBP의 관리에 있어 근활성화를 조절하는 기전과 근

기능을 측정하고 정량화하는 자세한 접근이 필요로 되며, LBP로 인한 통증은 허리 주변의 근육들의 활성화 패턴이 재분배되는 양상이 나타나기 때문이다[6]. 이러한 근육의 불균형적 양상은 건강한 성인과 LBP환자들의 근활성도 비교에서 우세측 손의 과사용에 따른 섬유 유형의 변형이 기여할 것이라고 보고하였다[7]. 활동량이 많은 하키선수들의 연령별 근육불균형에 관한 연구에서 평균연령 12.6세의 그룹에서는 52%인 것에 반해 평균연령 24세의 그룹에서는 61%의 근육불균형 비율을 보였다[8]. 추가적으로 LBP와 뒤넙다리근(hamstring) 유연성의 관계에 대한 연구에서는 비우세측의 뒤넙다리근이 더 팽팽(tight)할수록 LBP와 관련성이 크다고 하였다[9].

Received: Aug 11, 2022 Revised: Sep 28, 2022 Accepted: Sep 28, 2022

Corresponding author: Hyun-Joong Kim (ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6538-3872>)

Neuromusculoskeletal Science Laboratory, 306 Jangsin-ro, Gwangju 62287, Republic Korea

Tel: *** - **** - **** Fax: +82-62-958-7786 E-mail: hyun-joongkim@nmslab.org

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

따라서 본 연구에서는 LBP 증상을 경험한 대학생들을 대상으로 척추 주변 근육(Paraspinal Muscles, PM)과 반힘줄근(Semitendinosus, ST)의 근육과 지방의 두께(muscle and fat thickness) 그리고 압력통증역치(Pressure Pain Threshold, PPT)를 우세측과 비우세측으로 구분하여 비교해보고 각 근육들의 상관관계를 알아보고자 한다.

연구방법

연구설계

본 연구는 전향적, 단일그룹, 단면연구로 관찰연구의 보고를 위한 권고안(Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology, STROBE)에 따라 설계되었다.

연구대상자 및 윤리

연구대상자들은 광주소재의 G대학교의 게시판에 LBP가 있는 대학생들을 자발적으로 모집하였다. 대상자들은 연구가 시작되기 전 연구에 대한 설명을 듣고 참여의사가 있는 대상자들은 동의서에 서명을 한 후 헬싱키 선언에 따른 윤리적 원칙에 따라 진행되었다. 대상자 선정을 위해서는 적격기준에 맞추어 선정되었다. 본 연구의 대상자 선정기준은 30세 미만의 성인, 우세측은 오른쪽, 증상의 지속기간이 12주 이상, 숫자통증등급도(numeric pain rating scale) 3점 이상인 자로 선정되었다. 제외기준은 LBP외 다른 부위의 통증이 있는 경우, 선천적 혹은 후천적으로 척추에 병리학적 소견이 있는 경우, 정형외과적 수술을 받은 경우, 척추 디스크 탈출, 기타 척추관절병증이 있는 경우는 제외되었다[10, 11].

표본크기

본 연구의 표본크기는 검정력 계산 소프트웨어(Version 7.12, Institut Municipal d'Investigacióèica, Spain)를 이용하여 대상자 추정(population estimation)을 실시하였다. 만성LBP를 대상으로 하여 못갈래근의 단면적을 비교한 연구에서 표준편차를 이용하였고[12] 계산된 결과는 무작위로 선택된 21명의 연구대상자의 표본 크기는 95% 신뢰도(confidence)와 정확도(precision) ± 0.5 단위로 추정하기에 충분하며, 1.15 단위의 표준편차를 나타내는 것으로 간주되는 값의 모집단 평균이며, 대체율은 0%로 예상된다. 따라서, 연구의 진행과정에서 발생할 수 있는 중도탈락을 고려하여 30명을 모집했다.

연구절차 및 결과변수

단일군에 속한 연구대상자들은 맹검이 시행되지 않고 광주소재 G대학교의 진단실습실에서 높이조절이 가능한 전동 치료대에 엎드려 누운 자세(prone position)에서 PM과 ST에 동일한 검사자에 의해 PPT와 근육 및 지방 두께가 측정되었다.

압력통증역치

PPT는 베이스라인 통각계(Fabrication Enterprises, White Plains, USA)를 이용하여 측정되었다. 통각계는 각각 0.25lb 단위로 최대 20lb의 압력을 측정할 수 있는 금속 프로브로 구성된다. 1.52cm² 고무판은 프로브를 통해 압력이 전달되고 게이지에서 수치를 확인한다[13]. 대상자들은 증가되는 압력에 반응하여 통증이 나타날 시점에 신호를 보내도록 지시를 받았고 2회의 반복을 통해 얻어진 값의 평균값을 기록하였다[14].

근육 및 지방두께

근육과 지방의 두께는 초음파 영상장치(Bodymetrix Pro System, Intelametrix, USA)를 통해 측정되었다. 평가 부위에 수용성 투과 젤을 도포한 후 근육 두께를 측정하기 위해 아무런 힘도 가하지 않고 프로브를 수직으로 위치시켰다. 이후 2.5MHz의 초음파를 조직 사이의 경계에 접촉하여 근육 또는 지방의 사이의 거리를 mm로 환산하여 조직 두께를 측정하였다. 이전에 보고된 검사-재검사 신뢰도(intraclass correlation coefficient)는 0.99이다[15, 16].

분석방법

본 연구의 모든 통계학적 분석은 SPSS Statistics 소프트웨어(Version 28.0, IBM Co., USA)를 이용하였다. 연구대상자들의 일반적 특성은 기술통계를 이용하였다. 우세 및 비우세측 비교를 위한 연속형 변수들의 분석은 독립 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 변수 간의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson의 상관 계수(Pearson's correlation coefficient)를 실시하였으며, 분산 간의 관계를 위해 단순 선형 회귀(simple linear regression)를 실시하였다. 모든 통계학적 유의수준(α)은 0.05이다.

연구결과

대상자들의 일반적 특성

Table 1은 본 연구에서 등록된 30명의 NSLBP 증상을 호소하는 대상자들이다. 선정기준과 같이 30명 모두 우세측은 오른쪽이며, 연구모집과정에서 평가된 뺨은 다리 올림검사(straight leg raise test)는 우세측과 비우세측간의 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$).

우세측과 비우세측의 비교

Table 2와 같이 우세측과 비우세측의 결과에서는 PPT, 근육 및 지방 두께 모든 변수들에서 유의한 차이는 발견되지 않았다($P > 0.05$). 하지만, 평균값의 비교에

서 PPT는 비우세측 근육들이 높았으며(Figure 1), 근육 두께에서는 ST와 허리 척추의 PM의 두께가 우세측에서 더 크게 나타났다(Figure 2).

압력통증역치와 근육 및 지방 두께의 상관분석

PPT와 근육 및 지방 두께의 상관관계는 Table 3과 같다. PPT에서 허리와 등 척추의 PM은 유의한 상관관계가 있었다($P < 0.01$). 근육 두께에서는 등 척추의 PM과 PPT에서의 허리 척추 PM 그리고 근육 두께에서 허리 척추의 PM과 PPT에서의 등 척추의 PM이 유의한 상관관계가 나타났다($P < 0.05$). 또한 근육 두께와 지방 두께는 모두 유의한 상관관계가 보였다($P < 0.01$).

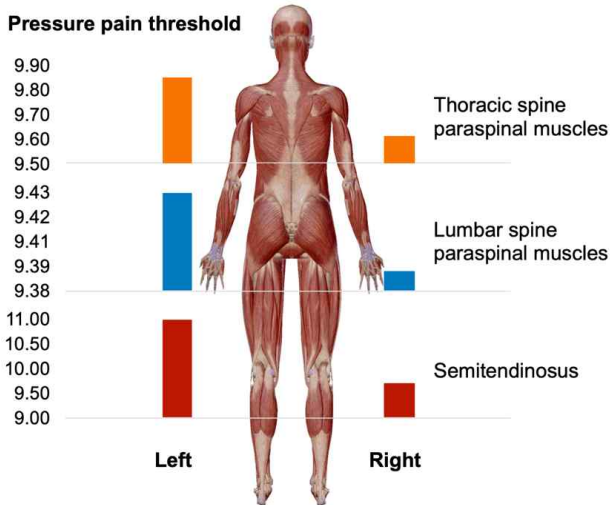


Figure 1. Comparison of the pressure pain thresholds of the dominant and non-dominant side. Image from Muscles & Kinesiology (Muscle 8.0.76, Visible body, USA)

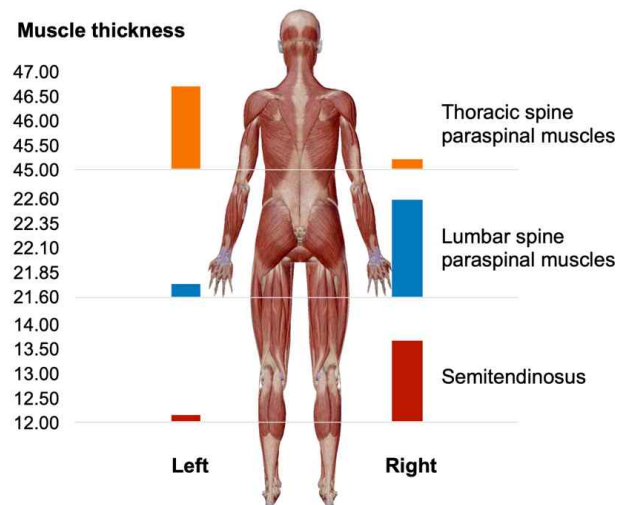


Figure 2. Comparison of muscle thickness between the dominant side and the non-dominant side. Image from Muscles & Kinesiology (Muscle 8.0.76, Visible body, USA)

Table 1. General characteristics

(n = 30)

	Mean ± SD	t (P)
Gender (male/female)	17 / 13	
Age (years)	23.97 ± 2.01	
Height (cm)	170.13 ± 8.63	
Weight (kg)	67.70 ± 17.78	
BMI (kg/m ²)	23.11 ± 4.39	
NPRS (point)	4.27 ± 1.66	
Dominant SLR test (°)	72.57 ± 14.11	0.052 (0.472)
Non-dominant SLR test (°)	72.37 ± 15.64	

BMI: body mass index, NPRS: numeric pain rating scale, SD: standard deviation, SLR: straight leg raise.

압력통증역치와 근육 두께의 회귀분석

PPT와 근육 두께의 회귀분석의 결과는 Table 4와 같다. 상관분석을 통해 확인된 변수에서 PPT의 등, 허리 척추의 PM이 유의한 관계를 보였다. 결정계수(R²)는

0.573(P<0.001)이었고 회귀식은 (등 척추 PM)=1.141+0.912(허리 척추 PM)이다. 또한, PPT의 허리 척추 PM과 근육 두께의 등 척추 PM이 유의한 관계가 나타났다. 결정계수는 0.080(P<0.05)이었고 회귀식은 (PPT의 허리 척추 PM)=4.057+0.117(근육 두께의 등 척추 PM)이다.

Table 2. Comparison of pressure pain threshold, muscle and fat thickness of dominant and non-dominant side

		Pressure pain threshold (lb)			Muscle thickness (mm)			Fat thickness (mm)		
		Mean	SD	MD (95% CI)	Mean	SD	MD (95% CI)	Mean	SD	MD (95% CI)
TS-paraspinal muscles	DS	9.61	3.63	-.24	45.23	8.97	-.47	15.40	9.33	2.10
	NDS	9.85	3.72	(-.145, 1.658)	46.70	5.35	(-.291, 2.344)	13.30	5.35	(-1.829, 6.035)
LS-paraspinal muscles	DS	9.39	2.96	-.04	22.60	12.04	1.73	37.40	12.04	-.87
	NDS	9.43	3.14	(-.618, 1.538)	21.73	12.76	(-.844, 8.311)	38.27	12.76	(-.279, 5.545)
LE-semitendinosus	DS	9.70	3.00	-.29	13.67	8.04	1.20	46.33	8.04	0.20
	NDS	10.99	13.01	(-.172, 3.593)	12.17	7.98	(-.879, 5.279)	47.83	7.98	(-.498, 7.898)

DS: dominant side, LE: lower extremity, LS: lumbar spine, MD: mean difference, NDS: non-dominant side, SD: standard deviation, TS: thoracic spine.

Table 3. Correlation between pressure pain threshold, muscle thickness, and fat thickness

Pearson correlation coefficient (r)		Pressure pain threshold			Muscle thickness			Fat thickness		
		TS-PM	LS-PM	LE-ST	TS-PM	LS-PM	LE-ST	TS-PM	LS-PM	LE-ST
Pressure pain threshold	TS-PM	1	0.757**	0.207	0.249	-.261*	-.006	-.118	0.142	0.056
	LS-PM		1	0.094	0.283*	-.147	-.034	-.171	0.023	0.108
	LE-ST			1	0.164	-.171	-.089	-.121	0.077	0.139
Muscle thickness	TS-PM				1	-.210	-.024	-.920**	-.118	0.112
	LS-PM					1	0.214	0.156	-.582**	-.097
	LE-ST						1	-0.013	-.193	-.433**
Fat thickness	TS-PM							1	0.050	-.117
	LS-PM								1	0.201

LE: lower extremity, LS: lumbar spine, PM: paraspinal muscle, ST: semitendinosus, TS: thoracic spine.

*P<0.05, **P<0.01.

Table 4. Simple linear regression analysis

PPT of TS-PM and PPT of LS-PM				PPT of LS-PM and MT of TS-PM					
	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients β	t (P)		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients β	t (P)
	B	SE				B	SE		
(constant)	1.141	1.022		1.117 (0.269)	(constant)	4.057	2.411		1.683 (0.098)
PPT of LS-PM	0.912	0.103	0.757	8.822 (0.000)	MT of TS-PM	0.117	0.052	0.283	2.250 (0.028)
R ² = 0.573, adjR ² = 0.566, F = 77.280 (P<0.001)				R ² = 0.080, adjR ² = 0.064, F = 5.061 (P<0.05)					

LS: lumbar spine, MT: muscle thickness, PPT: pressure pain threshold, PM: paraspinal muscle, TS: thoracic spine.

고찰

본 연구에서는 NSLBP 증상이 있는 대학생들을 대상으로 등, 허리 척추의 PM과 뒤넙다리근의 ST의 관계에 대해 상관관계를 알아본 연구이다. 가설에서는 우세측과 비우세측에 따른 차이가 있을 것으로 사료되었으나 유의한 차이가 발견되지 않았고($P > 0.05$) 우세측과 비우세측을 구분하지 않고 등 척추 PM, 허리 척추 PM, ST의 관계에 대해 분석한 결과에서 의미있는 결과를 도출했다.

등 척추 PM의 PPT가 증가할수록 허리 척추 PM의 PPT가 증가할 수 있는 선형의 상관관계가 발견되었다($r = 0.757$). 이는 다시 회귀분석을 통해 (등 척추 PM) = $1.141 + 0.912(\text{허리 척추 PM})$ 로 설명할 수 있고 관계가 있다는 것으로 나타났다. 즉, 이 회귀식에 의해 57%만큼 설명할 수 있었다. 이러한 결과는 표면후방선(superficial back line)의 보상적 패턴에서 등 척추의 펌근이 확대되고 허리 척추의 앞 기울임이 증가되는 양상에서 유추해볼 수 있다[17]. 또한, 안정성을 위한 등허리근막(thoracolumbar fascia)의 협력적 활성화(synergistic activation)에 의해 기여된 것으로 판단된다[18]. 따라서, NSLBP에서 등, 허리 척추의 PPT 증가는 활성화패턴과 유사하게 LBP로 인한 보상적 패턴에서 안정성을 위한 과도한 활성화로 인한 결과로 여겨진다.

또한, 허리 척추 PM의 PPT가 증가할수록 등 척추 PM의 근육 두께는 감소하는 선형의 상관관계가 발견되었다($r = -.261$). 이는 다시 회귀분석을 통해 (PPT의 허리 척추 PM) = $4.057 + 0.117(\text{근육 두께의 등 척추 PM})$ 로 설명할 수 있고 관계가 있다는 것으로 나타났다. 즉, 이 회귀식에 의해 8%만큼 설명할 수 있었다. 결과에서 통계적으로 유의하였으나 상관분석과 회귀분석의 일관성은 나타나지 않았다. 이러한 결과는 근육 두께의 평균 차이 비교(Figure 2)에서 비우세측 등 척추 PM과 우세측 허리 척추 PM의 두께가 두꺼운 것으로 나타난 것이 일부 기여된 것으로 사료되며, 오히려 다른 연구에서 뒤사선 슬링(posterior oblique sling)의 유사한 활성화 패턴[19]과 같이 본 연구 결과의 회귀분석 결과에서 등 척추 PM의 근육 두께가 두꺼워질수록 허리 척추 PM의 PPT가 증가되는 결과가 유사하다고 판단된다.

하지만, 처음 설정하였던 우세측과 비우세측의 관계에 대해서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 대상자들이 전반적으로 젊은 성인들로 모집되어 LBP와 비우세측의 뒤넙다리근의 팽팽함이 관계가 있다는 것으로 보고된 것[9]과 반하는 결과가 나타난 것으로 사료된다. 연령과 관련된 연구들은 연령의 증가에 따른 보행패턴의 변화에서도 청장년층에 비해 노년층에서 몸

통 펌근(trunk extensor)의 근활성도가 증가되며, 이는 동적균형능력의 저하와 관련된다고 하였다[20]. 이는 증가된 펌근의 긴장도는 균형능력의 저하와 LBP와 연관된다는 것이며, 발생률에서도 노인들은 근골격계 통증에서 36~70%가 LBP로 보고되었기 때문이다[21-23].

본 연구에서의 제한점으로는 NSLBP로 모집된 대상자들의 연령이 젊은 성인들에 국한되는 점이다. 또한, 분석된 근육들이 다양하지 못하였고 동적 과제 중에 평가되지 않았고 정적 자세에서 표층 근육들을 측정할 수밖에 없는 초음파 영상장치의 한계가 있었다. 하지만, 이러한 근육 활성화패턴의 정량화된 연구가 부족한 실정에서 NSLBP를 위한 관리에서 일부 기여될 것으로 생각된다.

결론

젊은 성인들의 비특이적 허리통증에서 우세측과 비우세측에 따른 근육 불균형은 없었으나, 등 척추의 척추주위근과 허리 척추의 근육 두께와 압력통증역치에는 상관관계가 발견되었고 압력통증역치에서 등 척추와 허리 척추의 증가는 57%만큼 설명될 수 있다.

이해 충돌

본 연구의 저자들은 연구, 저작권 및 출판과 관련하여 잠재적인 이해충돌이 없음을 선언합니다.

참고문헌

1. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017;389:736-47.
2. Hoy D, Bain C, Williams G, March L, Brooks P, Blyth F, et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheumatol*. 2012;64:2028-37.
3. Walker BF. The prevalence of low back pain: a systematic review of the literature from 1966 to 1998. *Clin Spine Surg*. 2000;13:205-17.
4. Taimela S, Kujala UM, Salminen JJ, Viljanen T. The prevalence of low back pain among children and adolescents: a nationwide, cohort-based questionnaire survey in Finland. *Spine*. 1997;22:1132-6.
5. Jeffries LJ, Milanese SF, Grimmer-Somers KA. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature. *Spine*.

- 2007;32:2630-7.
6. Oddsson LI, De Luca CJ. Activation imbalances in lumbar spine muscles in the presence of chronic low back pain. *J Appl Physiol*. 2003;94:1410-20.
 7. Merletti R, De Luca CJ, Sathyan D. Electrically evoked myoelectric signals in back muscles: effect of side dominance. *J Appl Physiol*. 1994;77:2104-14.
 8. Kokinda M, Jesensky M, Kandrak R, Kicura D, Turek M, Chovanova E. Examination of age-related core stability and dynamic balance in hockey players. *Sport Mont*. 2018;16:21-6.
 9. Radwan A, Bigney KA, Buonomo HN, Jarmak MW, Moats SM, Ross JK, et al. Evaluation of intra-subject difference in hamstring flexibility in patients with low back pain: an exploratory study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2015;28:61-6.
 10. Latimer J, Maher CG, Refshauge K, Colaco I. The reliability and validity of the Biering-Sorensen test in asymptomatic subjects and subjects reporting current or previous nonspecific low back pain. *Spine*. 1999;24:2085.
 11. Algarni A, Ghorbel S, Jones J, Guermazi M. Validation of an Arabic version of the Oswestry index in Saudi Arabia. *Ann Phys Rehabil Med*. 2014;57:653-63.
 12. Goubert D, De Pauw R, Meeus M, Willems T, Cagnie B, Schoupe S, et al. Lumbar muscle structure and function in chronic versus recurrent low back pain: a cross-sectional study. *Spine J*. 2017;17:1285-96.
 13. Shin S, Yoo W. Changes in cervical range of motion, flexion-relaxation ratio and pain with visual display terminal work. *Work*. 2014;47:261-5.
 14. Agnew JW, Hammer SB, Roy AL, Rahmoune A. Central and peripheral pain sensitization during an ultra-marathon competition. *Scand J Pain*. 2018;18:703-9.
 15. De Almeida FN, Lopes CR, Conceição RMD, Oenning L, Crisp AH, De Sousa NMF, et al. Acute effects of the new method sarcoplasm stimulating training versus traditional resistance training on total training volume, lactate and muscle thickness. *Front Physiol*. 2019;10:579.
 16. Kim W, Hur M. Effect of resistance exercise program for middle-aged women with myofascial pain syndrome on shoulder pain, angle of shoulder range of motion, and body composition randomized controlled trial, RCT. *J Korean Acad Nurs*. 2020;50:286-97.
 17. Myers TW. *Anatomy trains e-book: myofascial meridians for manual and movement therapists*. Maine, USA: Elsevier Health Sciences; 2013.
 18. El Bojairami I, Driscoll M. Coordination between trunk muscles, thoracolumbar fascia, and intra-abdominal pressure toward static spine stability. *Spine*. 2022;47:E423-E31.
 19. Kim J, Kang M, Oh J. Patients with low back pain demonstrate increased activity of the posterior oblique sling muscle during prone hip extension. *PM&R*. 2014;6:400-5.
 20. Lee H, Chang WH, Hwang SH, Choi B, Ryu G, Kim Y. Age-related locomotion characteristics in association with balance function in young, middle-aged, and older adults. *J Aging Phys Act*. 2017;25:247-53.
 21. Bressler HB, Keyes WJ, Rochon PA, Badley E. The prevalence of low back pain in the elderly: a systematic review of the literature. *Spine*. 1999;24:1813.
 22. Podichetty V, Mazanec D, Biscup R. Chronic non-malignant musculoskeletal pain in older adults: clinical issues and opioid intervention. *Postgrad Med J*. 2003;79:627-33.
 23. Edmond SL, Felson DT. Prevalence of back symptoms in elders. *J Rheumatol*. 2000;27:220-5.