

Research Article

Open Access

느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동이 비특이적 만성허리통증 환자의 중추 민감화에 미치는 영향

문현진 · 이한숙[†]

서울마디튼튼 재활의학과의원, ¹을지대학교 물리치료학과

The Effect of Lumbar Stabilization Exercise with deep and slow breathing on Central Sensitization in Patients with Non-Specific Chronic Back Pain

Hyun Jin Mun, PT, BS · Han Suk Lee, PT, PhD[†]

Seoulmaditntn rehabilitation medicine clinic

¹Department of Physical Therapy, Eulji University

Received: October 7 2024 / Revised: October 23 2024 / Accepted: December 18 2024

© 2025 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study is to investigate the effect of lumbar stabilization exercise with deep and slow breathing on central sensitization in patients with non-specific chronic back pain.

METHODS: This study was a randomized controlled trial design. The subjects were randomly assigned to 9 lumbar stabilization exercise with deep and slow breathing (LSEWB) group and 9 lumbar stabilization exercise(LSE) group. Both groups performed exercise twice a week for 8 weeks. Evaluation was conducted before, 4 weeks after, and 8 weeks after exercise. Central sensitization inventory for Korean, monofilament, and conditioned pain modulation were used to evaluate central sensitization. Wilcoxon's signed rank test was used to compare the differences before and after exercise

between the two groups, and Mann-Whitney test was used to compare the means of the two groups. Repeated measures of ANOVA was performed to analyze the interaction effect between treatment period and exercise method.

RESULTS: There was no significant difference between groups in all tests excepts in the Central sensitization inventory for Korean score that reflects psychosocial factor within the group($p < .05$). There were no significant differences were found between groups($p > .05$) in all tests. Also, there were no significant difference in the interaction effect of treatment period and group ($p > .05$).

CONCLUSION: We suggest that LSEWB as well as LSE were useful exercise for the patient with specific low back pain in central sensitization.

Also, we suggest that continuous research on effective exercise methods to improve each central sensitivity test in patients with back pain is needed.

Key Words: Breathing exercise, Central nervous system sensitization, Chronic pain, Low back pain

[†]Corresponding Author : Han Suk Lee

leehansuk21@hanmail.net, <http://orcid.org/0000-0002-9336-0894>

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

인류의 약 80%는 일생동안 한번 이상 허리통증을 겪게 되며, 증상의 지속 기간에 따라 4주 미만은 급성, 4주~12주는 아급성, 3개월 이상 지속 될 시 만성으로 구분한다. 허리통증 환자의 약 23%에서 만성 통증을 앓고 있는 것으로 보고되고 있으며, 인간의 신체 활동을 제한하는 주요 원인이다[1]. 허리통증의 발병에 중요한 역할을 하는 요인으로는 잘못된 구부리기 및 비틀기, 장시간의 정적 자세 등의 기계적 요인이 있으며, 연령, 비만, 교육 상태, 심리사회적 요인 그리고 직업 만족도, 직업적 특성 등이 있다[2-4]. 그 중 스트레스, 불안, 우울증과 같은 심리사회적 요인은 허리통증의 발생 비율과 관련이 있고 이러한 상태는 환자의 허리통증 상태를 오래 지속시킬 위험성을 증가시킨다[5]. 또한 직업 만족도가 낮은 환자는 급성허리통증이 만성 허리통증으로 전환 될 가능성이 높다[4]. DePalma 등은 만성허리통증의 가장 큰 원인으로 추간판 파열(41.8%), 돌기사이관절 통증(30.6%), 영치영덩관절 통증(18.2%)을 지목하였으며[6], Last 등은 비특이적 혹은 특발성으로 나타나는 허리의 긴장 및 염좌(70%), 추간판 탈출증 및 퇴행, 골절 등을 포함하는 구조적인 변화(27%)를 지목하였다[7]. 그러나 Deyo 등은 만성허리통증환자의 85% 이상이 식별 가능한 진단을 받지 못했다고 하였다. 이처럼 만성 허리통증에 대한 원인은 연구자 간 의견차이가 다양하고 불확실하기 때문에 만성 허리통증은 비특이적 만성 허리통증이라고 할 수 있다[8].

Patrick 등은 만성 허리통증을 개선시키기 위해, 고정 및 온열, 얼음찜질, 초음파, 마사지 및 경피적 전기 신경 자극(Transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS), 척추 교정, 침술, 요가등의 치료를 제안하였다. 급성 또는 만성 허리통증 치료에 대한 효능을 뒷받침하는 선행연구 간 의견차이가 있음에도 환자들은 통증 해결을 위하여 여러 치료법들을 이용하고 있다[1]. Hayden 등에 의하면, 운동 방법 중 배와 등의 코어 근육을 강화시키는 운동이 만성 허리통증 개선에 효과적이라고 하였다[9]. Huxel Bliven과 Anderson은 코어 안정성을 향상시키기 위해 근육의 활성화, 신경근육계의 조절, 정적

안정화 및 동적 안정화에 중점을 둔 운동프로그램을 제안하였다[10]. 이렇듯 만성 통증은 해결하기 쉽지 않은 문제로 다양한 치료들이 제안되어 왔으며, 여러 치료법 들 중 운동의 효과가 강조되고 있다.

비특이적 허리통증이 있는 집단에 대한 메타 분석에 의하면, 신체 먼부위의 통증 압력 역치값이 건강한 집단에 비하여 낮았다. 이러한 결과는 비특이적 허리통증이 있는 대상자들의 중추 민감성을 반영한다[11]. Giesecke에 의하면 만성 및 재발성 허리통증 집단의 경우, 유해자극 및 비 유해자극에 대한 반응성(responsiveness)이 증가된 특징이 있으며, 중추신경계 통증 처리의 불균형이 관찰되었다고 하였다. 또한, 그 원인으로 중추 민감화를 지목하였다[12]. 중추 민감화란 통증 과민을 유발하는 중추신경계 내 신경 신호의 증폭을 의미한다[13].

통증에 지속적으로 노출되면 스테로이드 호르몬이 과도하게 생성되며, 시간이 지남에 따라 효과에 대한 저항성이 생기고 교감 신경계 활동 증가와 함께 부교감 신경계 활동을 감소시킨다. 증가된 교감신경계 활동으로 인한 변연계(limbic system)의 조절 장애가 염증을 조절하는 스테로이드 호르몬의 능력을 억제할 수 있으며, 이는 통증을 지속시키고 중추 민감화의 원인이 될 수 있다[14]. 만성통증은 신경 병적인 활동에 의해 유발될 수 있다. 즉, 근골격계 손상 정도에 따라 통증이 발생한다는 관점보다 비정상적인 통증 처리과정 때문에 통증이 발생한다는 관점이 더 적절하다고 할 수 있다. 이것은, 마치 울리지 말아야 할 시간에 잘못 울리는 알람 시계와 비슷하다. 이러한 신경병적 증상으로 감각 이상(parasthesia), 감각장애(dysesthesia), 무해자극통증(allodynia), 이차적 과민통증(hyperalgesia) 등이 나타날 수 있으며, 유발 기전 중에 중추 민감화(central sensitization)가 포함된다. 중추 민감화가 발생이 된다면, 세포의 자발적인 활동 증가, 들신경 입력에 대한 반응 증가, 반복적인 자극에 대해 자극 중지 후 지속되는 반응, 정상보다 넓은 영역에서 정보를 받아들이게 되는 특징이 나타날 수 있다[15]. 중추 민감화는 만성 통증 및 지속적인 신체 증상이 있는 환자의 통증을 지속시키는 원인임으로, 환자 치료 시 중추 민감화에 대해

평가할 필요가 있다. Nijs 등은 중추 민감화에 대한 치료 방법을 제시하였는데 운동요법, 약리학적 및 외과 중재는 만성 통증 환자의 중추신경계를 둔감하게 할 수 있다고 하였다[16].

Walden 등은 지속적인 통증 및 중추 민감성에 주요 중재 중 하나로 운동, 정확히는 신체 움직임을 언급하였으며 통증신경과학 교육, 통증에 대한 인지 및 목표 설정, 운동, 수면 관리, 스트레스 관리, 식이중재가 중요하다고 하였다[17]. 이렇듯, 두 연구자 모두 만성허리통증 환자의 중추 민감화를 둔감하게 할 수 있는 방법으로 운동을 제시하고 있다. 하지만, 이들 연구에서는 구체적인 운동법을 제시하지 못하였다. 만약, 선행연구에서 만성 허리통증 환자의 통증 개선에 효과적으로 밝혀졌던 안정화 운동을 중추 민감화의 둔화를 위한 운동법으로 적용한다면 통증과 중추 민감화를 개선시킬 수 있을 것이다.

느린 호흡은 분당 6회 호흡을 수행하는 기술로 일반적인 성인의 분당 호흡 횟수인 12~20회보다 속도가 느리고 많은 호흡량을 가지고 있다[18]. 자발적인 느린 호흡은 부교감 신경계의 주요 신경인 미주신경이 긍정적인 치료 효과에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 자율 신경계의 기능 최적화, 불안 및 각성의 감소, 건강 및 스트레스 개선 등의 이점이 있다[19].

따라서, 만성허리통증 환자의 중추 민감화를 둔감화시키기 위한 방법으로 느리고 깊은 호흡은 매우 유용한 방법이 될 수 있을 것이다. 또한, 만성허리통증 환자의 통증 개선을 위해 연구자들이 가장 많이 제시하고 있는 허리 안정화 운동을 호흡과 함께 실시한다면 통증의 민감도를 줄여줄 수 있으므로 중추 민감화를 둔화시키는 좋은 운동 방법이 될 것이다. 그러므로, 본 연구에서

는 만성허리통증 환자에게 허리 안정화 운동과 느리고 깊은 호흡을 결합한 운동을 실시하여 중추 민감화 개선에 효과가 있는지 확인하고자 한다.

II. 연구방법

본 연구는 무작위 대조군 임상시험(Randomized controlled trial, RCT)으로 2023년 05월 16일부터 2023년 10월 16일까지 서울 경기권 소재 1개 재활의학과와 1개 정형외과에서 실험 참여에 동의한 20세 이상 55세 이하의 만성허리통증 환자 30명을 모집하였다. 연구대상자 모두에게 본 연구에 대하여 설명하였고, 연구 참여에 서면 동의를 받은 후 실험에 참여시켰으며, 중도 포기자 및 제외 조건에 부합한 12명을 제외 한 18명을 대상으로 분석하였다. 연구 진행을 위해 연구 시작 전 을지대학교 기관생명윤리위원회로부터 연구 승인을 받았다(승인번호: EU23-08). 연구대상자의 선정 조건은 ① 의사에게 비특이적 허리통증으로 진단받은 자 ②허리 통증이 3개월 이상 지속된 자 ③한국어판 중추성 민감화 점수가 28점 이상인 자 ④숫자 통증 등급 척도 점수가 3점 이상인 자. 연구대상자의 제외조건은 다음과 같다. ①허리 수술 경험이 있는 자 ②호흡 질환을 가진 자 ③말초 감각에 영향을 주는 질병을 가진 자 ④현재 진통제를 복용중인 자로 하였다 (Table 1).

1. 연구 절차

실험자는 연구대상자를 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동 집단과 허리 안정화 운동만 실시하는 두 집단으로 무작위 배정하여 8주 동안 주 2회 운동을

Table 1. General characteristics of the subjects

Category	Experimental group(n = 9)	Control group(n = 9)	p
Gender(Male/Female)	6/3	4/5	.343
Age(yr)	30.14(± 10.351)	33.33(± 10.013)	.952
Weight(kg)	65.736(± 12.886)	71.235(± 9.798)	.473
Height(cm)	164.86(± 9.575)	168.812(± 11.494)	.360
BMI(kg/m ²)	24.017(± 2.658)	24.912(± 1.274)	.117

실시하였다. 1회 운동은 준비운동(5분)과 본 운동(30분)으로 구성하였다. 안전한 허리 운동을 위해 운동 전 준비운동으로 무릎을 세우고 누운 자세(hook lying position)에서 복부 드로우 인 기법(Abdominal draw in maneuver, ADIM)을 이용하여 연구대상자에게 복부 근육에 대한 인지 교육을 실시하였다. 허리 안정화 운동은 윗몸 말아 올리기 운동(curl up exercise), 엉덩이 들기 운동(bridge exercise), 개 새 운동(bird dog exercise)의 3가지 동작으로 구성되며 연구대상자의 운동 능력에 적합한 난이도로 운동하였다. 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동 집단의 연구대상자는 허리 안정화 운동에 더해 정상 호흡 패턴을 유지하며 운동하였다. 느리고 깊은 호흡은 연구자의 지도하에 사전 교육을 통하여 연구대상자가 연습할 수 있도록 하였으며, 운동 동안 치료사의 피드백을 통하여 호흡을 일정하게 유지할 수 있도록 하였다. 평가는 운동 전, 운동 4주 후, 운동 8주 후 총 3회 실시하였다.

2. 평가도구

중추 민감화 평가 방법 중 중추성 민감화 목록, 모노필라멘트 검사, 통증 압력 역치가 임상에서 유용하게 사용 가능한 도구이며, 평가도구로서 가치가 높다고 하였다[20]. 따라서, 본 연구에서는 한국어판 중추성 민감화 목록(검사 재검사 신뢰도: .82-.97[21], 민감도 85%, 특이도 75%[22]), 모노필라멘트 검사(ICC = .7(interclass correlation coefficient), 95% CI: .68-.84[23]), 조건 자극에 대한 통증 조절 검사(ICC = .631, 95% CI: .365-.782[24])의 방법으로 중추 민감화를 평가하였다.

3. 분석방법

본 연구는 수집된 자료 분석을 위해 통계분석 프로그램인 SPSS (version 29.0.1.0; IBM, Armonk, NY, USA)를 이용해 분석하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 평균값과 표준편차를 이용하여 기술통계를 하였다. 두 집단의 동질성을 검정하기 위해 독립표본 T-검정(independent T-test) 방법을 이용하였으며, 군 간 성별의 비율 차이를 검증하기 위해 카이제곱 검정(Chi-square test)을 이용하여 산출하였다. 모든 변수에서 두 집단의

차이가 없음으로 동질성을 확보했다고 할 수 있다. 모든 변수에 대한 정규성은 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 이용하였으며, 두 집단 모두 모든 항목에서 정규성을 만족하였으나 표본수가 적어 비모수로 통계 분석 하였다. 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동 집단과 허리 안정화 운동만 실시한 집단의 집단 내 운동 전·후 효과를 비교하기 위해 윌콕슨의 부호 순위 검정(Wilcoxon's signed rank test)을 실시하여 운동 전과 운동 후 측정값의 평균을 비교하였다. 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동 집단과 허리 안정화 운동만 실시한 집단 간 측정값의 평균을 비교하기 위해 맨휘트니 검사(Mann-Whitney test)를 실시하였다. 치료 기간에 따른 종속변수의 변화를 관찰하기 위해 반복측정 분산분석 방법(Repeated Measures ANOVA)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 집단 내, 집단 간 중추민감화 비교

1) 한국어판 중추성 민감화 목록(Central Sensitization Inventory for Korean, CSI-K)

한국어판 중추성 민감화 목록의 점수는 대조군과 실험군에서 모두 운동 전과 운동 후 통계적으로 유의하게 감소하였으나($p < .05$), 운동 방법에 따른 유의한 차이는 보이지 못하였다($p > .05$)(Table 2).

2) 모노필라멘트 검사(Monofilament)

모노필라멘트 검사 결과 대조군과 실험군에서 모두 운동 전후 통계적으로 유의한 변화가 없었으며, 운동 방법에 따른 유의한 차이도 보이지 못하였다($p > .05$)(Table 2).

3) 조건 자극에 대한 통증 조절 검사(Conditioned Pain Modulation, CPM)

조건 자극에 대한 통증 조절 검사는 대조군과 실험군에서 모두 운동 전후 통계적으로 유의한 변화가 없었

Table 2. Comparison of intra and inter group in central sensitization

Category	Sub test	Group	Pre[median(Q1;Q3)]	Post[median(Q1;Q3)]	Z(a)	P(a)
Central sensitization	CSI-K(score)	Control(n = 9)	40[37.5;43.5]	34[29.5;35]	-2.410	.016*
		Experimental(n = 9)	39[35.5;40.5]	31[27;32.5]	-2.207	.027*
		Z(b)	-1.243	-1.730		
		P(b)	.214	.084		
	Monofilament (mN/mm ²)	Control(n = 9)	3.22[2.96;3.845]	3.84[3.22;3.96]	.730	.465
		Experimental(n = 9)	3.84[3.61;4.08]	3.84[3.725;4.08]	.271	.786
		Z(b)	-1.845	-1.179		
		P(b)	.065	.239		
	CPM(kg/cm ²)	Control(n = 9)	-1.867[-3.457;2.6]	-1.166[-3.133;-.65]	-.169	.866
		Experimental(n = 9)	-0.5[-4.184;1.167]	-2.967[-4.4;383]	.105	.917
		Z(b)	.000	-.839		
		P(b)	1.000	.40		

Abbreviations: CSI-K = central sensitization inventory for Korean, CPM = conditioned pain modulation

a: Wilcoxon's signed rank test, b: Mann-Whitney test

며, 운동 방법에 따른 유의한 차이도 보이지 못하였다 ($p>.05$)(Table 2).

2. 치료 기간에 따른 중추 민감화의 변화

1) 한국어판 중추성 민감화 목록(Central Sensitization Inventory for Korean, CSI-K)

한국어판 중추성 민감화 목록의 점수는 대조군의 1차 측정과 2차 측정 사이, 1차 측정과 3차 측정 사이에 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 그러나 2차 측정과 3차 측정 사이에서는 유의한 차이를 보이지 못하였다($p > .05$). 즉 중재 전과 비교하면 모두 점수가 감소하였으

나, 4주차 치료와 8주차 치료에서는 큰 변화가 없이 유지된 것으로 해석할 수 있다. 실험군에서는 1차 측정과 2차 측정 사이 유의한 차이가 없었으나($p > .05$), 2차 측정과 3차 측정 사이, 1차 측정과 3차 측정 사이 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 즉 중재 4주차 까지는 치료의 효과를 보이지 못했으나, 4주 이후부터 치료가 진행됨에 따라 CSI-K 점수의 감소가 나타난 것으로 해석할 수 있다(Table 3,4).

2) 모노필라멘트 검사(Monofilament)

모노필라멘트 검사는 치료 기간에 따른 유의한 변화가 나타나지 않았다($p>.05$)(Table 3,4).

Table 3. Mean value of Central sensitization according to treatment period

Category	Sub test	Group	0 week	4 weeks	8 weeks
Central sensitization	CSI-K(score)	Control(n = 9)	40.00(± 3.651)	33.43(± 4.392)	30.71(± 4.889)
		Experimental(n = 9)	36.33(± 4.676)	34.17(± 5.981)	26.67(± 8.006)
	Monofilament (mN/mm ²)	Control(n = 9)	3.353(± .15)	3.378(± .162)	3.636(± .12)
		Experimental(n = 9)	3.8(± .15)	3.749(± .162)	3.862(± .12)
	CPM(kg/cm ²)	Control(n = 9)	-.431(± 1.2)	-1.113(± .75)	-1.636(± .931)
		Experimental(n = 9)	-1.293(± 1.2)	-1.689(± .75)	-2.004(± .931)

Note: Values are mean(± standard deviation)

Table 4. Changes in central sensitization over the time and group(Repeated measures of ANOVA)

Category	Sub test		SS	df	MS	F	p
Central sensitization	CSI-K	Time	740.111	1.815	407.684	32.453	< .001*
		Time×group	46.333	1.815	25.522	2.032	.153
		Error	364.889	29.046	12.562		
	Monofilament	Time	.386	1.421	.271	2.438	.123
		Time×group	.112	1.421	.079	.711	.456
		Error	2.53	22.734	.111		
	CPM	Time	5.126	1.754	2.922	.308	.709
		Time×group	.099	1.754	.056	.006	.990
		Error	265.919	28.069	9.474		

Abbreviations: SS = Sum of Square, df = degrees of freedom, MS = Mean Square

3) 조건 자극에 대한 통증 조절 검사(Conditioned Pain Modulation, CPM)

조건 자극에 대한 통증 조절 검사는 치료 기간에 따른 유의한 변화가 나타나지 않았다($p>.05$)(Table 3,4)

IV. 고 찰

1. 한국어판 중추성 민감화 목록

본 연구 결과 한국어판 중추성 민감화 목록 점수는 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동집단과 허리 안정화 운동 집단 간 유의한 차이가 없었다. 이러한 이유는 중추성 민감화 목록이 특정 운동 방법이나 질환에 의한 차이를 예민하게 반영해내지 못했기 때문이라고 생각된다. 중추성 민감화 목록은 특정 조건의 환자를 진단하기 위함이 아닌 증상의 심각성만을 정량화하기 위해 고안 된 도구이다. 따라서 중추 민감화의 복잡성을 포착하기 위해서는 설문지에 포함되는 질문의 요소들이 광범위한 필요가 있다[25]. 중추성 민감화 목록은 심리적인 특성을 측정하는데 큰 효과를 보이지만, 만성허리통증 환자의 기능이나 질환의 특징을 예민하게 반영하지 못하기 때문에 운동에 따른 환자의 기능 개선을 설명하기에는 설문지 내용의 구성이 적합하지 못할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 중추성 민감화 설문지가 만성허리통증을 가진 환자의 특징을 예민하

게 반영할 수 있도록 특정 질환에 맞춰 새롭게 구성된 평가도구 형태를 설계해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

두 집단간의 차이는 없었으나 두 집단 모두 치료 전 후 차이가 있었으며, 시간이 지남에 따라 유의하게 개선되었다. 이러한 결과는 운동이 꾸준히 유지되면 중추 민감화 개선에 효과적일 수 있음을 보여준다. 운동은 뇌 건강에 긍정적인 효과를 미치며, 특히 기억과 학습 능력 향상에 큰 효과가 있는 것으로 밝혀졌다. 운동이 시냅스 가소성을 증가시켜 새로운 신경세포 생성이 증가되고 뇌 대사 작용이 활성화되며, 뇌혈관 기능이 좋아짐으로 뇌기능이 강화되는 것이다[26]. 이와 같은 운동의 효과는 만성통증 환자의 중추 민감화 개선에 대한 근거가 될 수 있을 것이다.

2. 모노필라멘트 검사

감각역치를 살펴보기 위하여 모노필라멘트 검사를 실시하였으며, 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동집단 뿐만 아니라 허리 안정화 운동만을 실시한 집단에서 치료전후의 효과 및 집단간 차이가 없었다. 본 연구에서는 느리고 깊은 호흡이 감각 역치에 영향을 줄 것이라 생각하였지만, 운동환경의 통제의 한계로 적절한 결과를 이끌어 내지 못하였던 것으로 판단된다.

Busch 등의 연구에 의하면 집중 된 상태에서 느리고 깊은 호흡은 교감 신경의 활동을 증가시킨다고 하였으며, 통증 및 감각 역치와 교감신경의 활동은 편안한

상태에서 느리고 깊은 호흡 시 유의하게 개선되는 결과를 보인다고 하였다[27]. 느리고 깊은 호흡은 가슴 공간 내 압력과 정맥 순환 및 수축기 혈압을 급격히 증가시키는 것으로 알려져 있다[28]. 동맥 혈압 상승에 따른 불투명핵(Nucleus ambiguus)의 흥분은 부교감 신경에 의한 심장 활동을 조절하게 되며[29], 불투명핵에 흥분성 신경전달 물질을 투사하는 고립로핵(Nucleus tractus solitrus, NTS)의 통증 억제 효과는 느리고 깊은 호흡을 통한 심폐활동 조절 및 통증 조절의 근거가 될 수 있다[30]. 그러나 Busch 등의 연구 결과는 느리고 깊은 호흡이 적용되는 환경에 따라 교감신경의 활동 및 감각 역치가 영향을 받을 수 있음을 보여준다. 본 연구에서는 느리고 깊은 호흡을 수행하는 동안 허리 안정화 운동을 실시하였으며, 운동 중재 중 느리고 깊은 호흡을 유지하는 것은 상당한 집중을 요하게 됨에 따라 감각 역치 개선에 유의한 효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

3. 조건 자극에 대한 통증 조절 검사

내림로를 통한 통증 조절 기능을 평가하기 위해 조건 자극에 대한 통증 조절 검사를 평가하였으며, 집단 내, 집단 간, 치료 기간 사이의 효과가 없었다. 즉, LSEWB 방법과 LSE 방법 모두 통증 조절 경로의 기능 개선을 반영하는 중추민감화에는 효과적이지 못하였다.

조건 자극에 대한 통증 조절 검사는 다양한 요인에 의해 영향을 받을 수 있다고 하였으며, 첫 번째 요인은 나이이고 두 번째 요인은 성별이다[31]. 첫 번째, 나이는 노인 인구보다 젊은 인구에서 평가의 신뢰도가 높다고 하였다[32]. 본 연구에서는 LSEWB 집단의 평균 연령이 33.33세, LSE 집단의 평균 연령이 30.14세로 대체적으로 젊은 연령층에서 연구가 진행 되었으며, 따라서 나이의 영향은 받지 않았을 것으로 생각된다. 두 번째, 성별은 남성보다는 여성에게서 평가의 신뢰도가 높다고 하였으며, 여성 환자만 참여한 연구에서 조건 자극에 대한 통증 조절 검사의 효과 크기가 크다고 하였다. 따라서, 선행연구에서는 연령 및 성별을 적절히 일치시키고 변수에 대해 엄격히 통제해야 된다고 말하고 있다[33]. 본 연구에서는 연구대상자의 성별을 제한하지 않았으며, 선행연구의 주장에 따라 평가의 신뢰도가 낮아

유의하지 않은 결과를 보였을 수 있다.

본 연구에서는 한국어판 중추성 민감화 목록, 모노 필라멘트, 조건 자극에 대한 통증 조절 검사 모두 중추 민감화를 확인하기 위해 임상에서 사용가능한 도구로 연구자들이 제시하였음에도 불구하고 연구결과는 서로 일치하지 않았다. 이러한 결과는 각 평가 도구 사이의 낮은 동시 타당도에 때문일 것으로 사료된다. Cliton 등은 중추성 민감화 목록의 진단 정확도를 평가하고 다른 평가도구와 동시 타당도를 확인하기 위해 조건 자극에 대한 통증 조절 검사 측정 결과를 비교하였다. 연구 결과 중추성 민감화 목록의 결과와 조건 자극에 대한 통증 조절 검사 결과 사이의 유의미한 상관관계를 발견하지 못했다고 하였다[34]. 또한, 어깨 통증 환자를 대상으로 중추성 민감화 목록과 조건 자극에 대한 통증 조절 검사 평가를 진행 한 연구에서도 평가방법 사이의 유의미한 상관관계를 발견하기 어렵다고 하였다[35].

이에 선행연구에서는 평가 도구들에 대한 검증의 필요성을 강조하고 있으며, 본 연구의 중추 민감화 평가에 대한 일치되지 않는 결과 또한, 선행연구자들의 제안처럼 측정 도구 사이의 낮은 동시 타당도에 의한 결과일 수 있을 것이다. Neblett에 의하면 중추성 민감화 목록은 두통환자, 정신질환 환자를 식별하는데 정확성을 보였으며, 심리사회적 요인과 비교할 때 유효한 평가도구라고 하였다[36]. 선행 연구를 근거로 하였을 때 중추성 민감화 목록은 기계적 자극에 의한 평가보다는 사회 심리적 항목에 대한 평가와의 상관관계가 더 깊을 수 있을 수 있으며, 이러한 중추성 민감화 목록의 특징은 평가 도구들 간 동시 타당도가 낮은 이유를 설명해준다.

본 연구는 모집단의 수가 적고, 연구대상자의 연령이 다양함으로 연구결과를 일반화하는데 제한점이 있다. 또한, 중추민감화 목록은 심리사회적 요인과도 관련이 있을 수 있으나 본 연구에서는 이러한 요인별 분석을 실시하지 않음으로 결과 해석에 주의할 필요가 있다.

따라서 향후 연구에서는 만성 근골격계 통증 환자를 대상으로 한 중추 민감화 평가에 있어 각 평가 도구들의 효과를 검증할 필요가 있을 것으로 생각되며, 각 평가 도구들 간 동시 타당도를 평가해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구의 결과 느리고 깊은 호흡을 동반한 허리 안정화 운동은 허리 안정화 운동만 실시한 집단에 비해 중추 민감화 개선에 효과를 보이지 못했다. 다만, 두 집단 모두 집단 내에서 운동 전과 운동 후 한국어판 중추성 민감화 목록의 점수가 개선되는 효과를 보인 것으로 미루어 보아, LSEWB 혹은 LSE 적용 시 중추 민감화의 심각도 개선을 위한 운동 중재 방법으로 사용될 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 느리고 깊은 호흡을 동반한 운동 시 편안한 상태가 유지될 수 있도록 낮은 부하의 운동을 적용하거나, 사회 심리적인 측면에서의 중재 요소가 포함된 방법을 이용한다면 중추 민감화 개선에 더 효과적일 것으로 생각되며, 본 연구에서 대상자 수가 적었던 한계를 보완하여 더 많은 대상자를 모집한다면 운동 방법에 따른 효과 차이를 규명하는데 더욱 적합할 것으로 사료된다.

Acknowledgements

연구의 일부는 제 1 저자의 을지대학교 석사 학위 논문을 포함하고 있습니다.

References

- [1] Patrick N, Emanski E, Knaub MA. Acute and chronic low back pain. *Med Clin North Am*. 2014, 98(4):777-89.
- [2] Hoogendoorn WE, van Poppel MN, Bongers PM, et al. Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000, 25(16):2114-25.
- [3] Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010, 24(6):769-81.
- [4] Matsui H, Maeda A, Tsuji H, Naruse Y. Risk indicators of low back pain among workers in Japan. Association of familial and physical factors with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997, 22(11):1242-7; discussion 8.
- [5] Linton SJ. A review of psychological risk factors in back and neck pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000, 25(9):1148-56.
- [6] DePalma MJ, Ketchum JM, Saullo T. What is the source of chronic low back pain and does age play a role? *Pain Med*. 2011, 12(2):224-33.
- [7] Last AR, Hulbert K. Chronic low back pain: evaluation and management. *Am Fam Physician*. 2009, 79(12):1067-74.
- [8] Deyo RA, Phillips WR. Low back pain. A primary care challenge. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996, 21(24):2826-32.
- [9] Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, et al. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005, 2005(3):CD000335.
- [10] Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. *Sports Health*. 2013, 5(6):514-22.
- [11] den Bandt HL, Paulis WD, Beckwee D, et al. Pain Mechanisms in Low Back Pain: A Systematic Review With Meta-analysis of Mechanical Quantitative Sensory Testing Outcomes in People With Nonspecific Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2019, 49(10):698-715.
- [12] Giesecke T, Gracely RH, Grant MA, et al. Evidence of augmented central pain processing in idiopathic chronic low back pain. *Arthritis Rheum*. 2004, 50(2):613-23.
- [13] Woolf CJ. Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *Pain*. 2011, 152(3 Suppl):S2-S15.
- [14] Michopoulos V et al. Inflammation in Fear- and Anxiety-Based Disorders: PTSD, GAD, and Beyond. 2017, 42, 254-70.
- [15] The Korean Pain Society. Pain medicine. Gyeonggi-do, Koonja. 2007
- [16] Nijs J, George SZ, Clauw DJ, et al. Central sensitisation in chronic pain conditions: latest discoveries and their potential for precision medicine. *The Lancet Rheumatology*. 2021, 3(5):e383-e92.
- [17] Wallden M, Nijs J. Applying the understanding of central

- sensitization in practice. *J Bodyw Mov Ther.* 2021, 27:723-30.
- [18] Bernardi L, Spadacini G, Bellwon J, et al. Effect of breathing rate on oxygen saturation and exercise performance in chronic heart failure. *Lancet.* 1998, 351(9112):1308-11.
- [19] Laborde S, Allen MS, Borges U, et al. Effects of voluntary slow breathing on heart rate and heart rate variability: A systematic review and a meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2022, 138:104711.
- [20] den Boer C, Terluin B, van der Wouden JC, et al. Tests for central sensitization in general practice: a Delphi study. *BMC Fam Pract.* 2021, 22(1):206.
- [21] Scerbo T et al. Measurement properties of the central sensitization inventory: A systemic review. *Pain Pract.* 2018, 18(4):544-54.
- [22] Choi, Y. An examination of the validity of the central sensitization inventory with chronic disabling occupational musculoskeletal disorders. Doctor's degree. The University of Texas at Arlington.2013
- [23] Young D, Schuerman S, Flynn K, Hartig K, Moss D, Altenburger B. Reliability and responsiveness of an 18 site, 10-g monofilament examination for assessment of protective foot sensation. *J Geriatr Phys Ther.* 2011,34(2):95-8.
- [24] Kovacevic M, Klicov L, Vuklis D, Neblett R, Knezevic A. Test-retest reliability of pressure pain threshold and heat pain threshold as test stimuli for evaluation of conditioned pain modulation. *Neurophysiol Clin.* 2021,51(5):433-42.
- [25] Neblett R, Cohen H, Choi Y, Hartzell MM, et al. The Central Sensitization Inventory (CSI): establishing clinically significant values for identifying central sensitivity syndromes in an outpatient chronic pain sample. *J Pain.* 2013, 14(5):438-45
- [26] Korean Society of Exercise Rehabilitation. Exercise rehabilitation management. Seoul. KMS. 2013
- [27] Busch V, Magerl W, Kern U,et al. The effect of deep and slow breathing on pain perception, autonomic activity, and mood processing—an experimental study. *Pain Med.* 2012, 13(2):215-28.
- [28] Triedman JK, Saul JP. Blood pressure modulation by central venous pressure and respiration. Buffering effects of the heart rate reflexes. *Circulation.* 1994, 89(1):169-79.
- [29] Randich A, Maixner W. Interactions between cardiovascular and pain regulatory systems. *Neurosci Biobehav Rev.* 1984, 8(3):343-67.
- [30] Bruhl S, Chung OY. Interactions between the cardiovascular and pain regulatory systems: an updated review of mechanisms and possible alterations in chronic pain. *Neurosci Biobehav Rev.* 2004, 28(4):395-414.
- [31] Ramaswamy S, Wodehouse T. Conditioned pain modulation-A comprehensive review. *Neurophysiol Clin.* 2021, 51(3):197-208.
- [32] Riley JL, 3rd, King CD, Wong F, Fillingim RB,et al. Lack of endogenous modulation and reduced decay of prolonged heat pain in older adults. *Pain.* 2010, 150(1):153-60.
- [33] Hemans L, Van Oosterwijck J, Goubert D, et al. Inventory of Personal Factors Influencing Conditioned Pain Modulation in Healthy People: A Systematic Literature Review. *Pain Pract.* 2016, 16(6):758-69.
- [34] Cliton Bezerra M, Valentim Bittencourt J, Reis FJJ,et al. Central Sensitization Inventory is a useless instrument for detection of the impairment of the conditioned pain modulation in patients with chronic musculoskeletal pain. *Joint Bone Spine.* 2021, 88(3):105127.
- [35] Coronado RA, George SZ. The Central Sensitization Inventory and Pain Sensitivity Questionnaire: An exploration of construct validity and associations with widespread pain sensitivity among individuals with shoulder pain. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018, 36:61-7.
- [36] Neblett R, Cohen H, Choi Y, et al. The Central Sensitization Inventory (CSI): establishing clinically significant values for identifying central sensitivity syndromes in an outpatient chronic pain sample. *J Pain.* 2013, 14(5):438-45.