**Article Type:**
*Research Article*

**Article History:**
*Received: 2025/1/26*
*Revised: 2025/3/16*
*Accepted: 2025/3/16*
*Published: 2025/4/5*

**How to Cite:**
*Asadi Y, Roshani S. The effect of sensorimotor training on lumbar spine posture, pain, and proprioception in military personnel with chronic non-specific low back pain. EBNESINA 2025;27(1):11-21.*
*DOI: 10.22034/27.1.11*

Aja University of Medical Sciences

**EBNESINA**

journal homepage: https://ebnesina.ajaums.ac.ir

ISSN: 1735-9503
eISSN: 4653-2645

# The effect of sensorimotor training on lumbar spine posture, pain, and proprioception in military personnel with chronic non-specific low back pain

**Yousef Asadi**[1], **Sajad Roshani**[1]✉

## Abstract

**Background and aims:** Chronic low back pain is a common musculoskeletal condition. This study aimed to investigate the effects of a sensorimotor exercise program on lumbar spine posture, pain, and proprioception in military personnel suffering from chronic non-specific low back pain.

**Methods:** This interventional clinical trial involved 30 military personnel with chronic non-specific low back pain, divided equally into a sensorimotor exercise group and a control group. Lumbar spine posture, pain, and proprioception were assessed before and after the intervention using a flexible ruler, the Visual Analog Scale (VAS), and a goniometer, respectively. Data were analyzed using ANCOVA with a significance level set at 0.05.

**Results:** Sensorimotor exercises significantly improved lumbar spine posture ($p = 0.001$) and reduced back pain ($p = 0.001$) in the military personnel. Additionally, proprioception showed a significant improvement following the exercise intervention ($p = 0.001$).

**Conclusion:** Sensorimotor exercises that stimulate the proprioceptive system and enhance sensorimotor input can effectively improve spinal posture, reduce pain, and enhance proprioception in military personnel with chronic non-specific low back pain.

**Keywords: exercise therapy, low back pain, chronic pain, posture, proprioception**



1. Department of Physiology Education Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

✉ Corresponding Author:
Sajad Roshani
Address: Department of Physiology Education Sports Sciences, Urmia University, Urmia, Iran
Tel: +98 (44) 32753174
E-mail: s.roshani@urmia.ac.ir

Copyright© 2025. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir

## Introduction

Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders [1]. Military personnel, due to repetitive movements, are particularly prone to movement disorders affecting the pelvic girdle and lumbar spine [4]. Postural issues in the spine can increase the risk of chronic back pain in this population [6]. Incorrect lifestyle habits leading to postural disorders and musculoskeletal abnormalities disrupt the body's biomechanics [9]. Among these postural disorders, an increased lumbar lordosis (excessive curvature of the lower spine) can place additional stress on lumbar structures, potentially causing motor pain syndrome [9]. Back motor control exercises have been shown to improve movement quality, posture, and pain during functional activities in patients with chronic low back pain [10]. Sensorimotor exercises challenge the motor system by enhancing dynamic joint stability and reducing joint load [13]. This study aimed to investigate the effect of sensorimotor exercise training on lumbar spine condition, pain, and proprioception in military personnel with non-specific chronic low back pain.

## Methods

This clinical trial involved 30 military conscripts from Urmia, Iran, who met the inclusion criteria, and they were purposively divided into two equal groups: sensorimotor exercise and control. Inclusion criteria were: male conscripts aged 20–50 years, BMI between 20 and 28, minimum 3 years of military service, diagnosis of chronic non-specific low back pain by a specialist, a Roland Morris Disability Questionnaire score above 4, and pain lasting at least 3 months. Exclusion criteria included history of fractures/dislocations, prior back surgery, other underlying conditions (orthopedic, rheumatologic, infections, or spinal injuries), severe acute pain (VAS >8), and irregular participation in exercises. Pain, proprioception, and lumbar spine status were assessed at baseline. The intervention group performed sensorimotor exercises for 8 weeks, while controls continued routine activities. Post-intervention assessments were repeated. The Shapiro-Wilk test assessed data normality; ANCOVA compared normally distributed variables, and the Mann-Whitney U test was used for non-normal variables, with a significance threshold of 0.05. Data analysis was conducted using SPSS version 24.

## Results

Baseline demographic variables showed no significant differences between groups. Lumbar lordosis data were normally distributed, while pain and proprioception data were not. ANCOVA revealed a significant decrease in lumbar lordosis angle in the exercise group compared to controls ($p = 0.001$). Mann-Whitney U tests indicated a significant reduction in back pain in the training group compared to controls ($p = 0.001$). Additionally, proprioception showed a significant improvement following the exercise intervention ($p = 0.001$).

## Discussion and Conclusion

The results of the present study demonstrated that sensory-motor training has a significant impact on lumbar spine posture, pain, and proprioception in military personnel. These findings are consistent with those of several previous studies [17–21]. However, they contrast with the results reported by Surtees and Heneghan, and Rüger et al. [22, 23]. Surtees and Heneghan, comparing two groups of chronic low back pain patients—with and without lower limb injury—found that sensory-motor training was more effective in the group with lower limb injury. In other words, sensory-motor training had a greater effect on chronic low back pain patients who also had lower limb injuries. Rüger et al. reported that sensory-motor training did not produce any change in postural control among patients with chronic low back pain.

Exercises involving lateral movements on a Swiss ball likely activated the abdominal oblique

muscles. Emphasizing muscle balance around the pelvic girdle may explain the symptom improvements seen after sensorimotor training. Literature supports the key role of muscles in central spinal stability, providing local intervertebral control [24]. Our protocol prioritized these muscles throughout training to support trunk stability. Postural changes contribute to chronic low back pain development [6]. The significant lumbar spine improvements observed here may underlie the reduced pain in participants. Pain stimulates nerves and increases muscle spasm, which in turn amplifies pain receptor activation; thus, reducing pain receptor stimulation can normalize muscle tone [12]. Exercises such as abdominal bracing and lumbar curve reduction likely improved postural control in functional tasks. Proprioception also significantly improved, indicating sensorimotor exercises enhance proprioceptive input, thereby strengthening postural control and reducing pelvic girdle joint stress. Improved proprioception helps patients with chronic low back pain optimize movement strategies and reduce symptoms, consistent with findings by Nazarzadeh Dehbozori et al. who reported enhanced neuromuscular coordination following sensorimotor training [27]. Strengthening muscles via active, closed-chain sensorimotor exercises improves neuromuscular and motor control as well as posture [28].

Sensorimotor training leads to changes in the movement strategies of patients with chronic pain [26]. When proprioceptive input to the central nervous system is impaired, the motor system exhibits altered and often dysfunctional movement patterns [12]. Therefore, enhancing proprioceptive input through sensorimotor training can improve movement strategies and help alleviate symptoms in patients with chronic low back pain.

In conclusion, by stimulating the proprioceptive system and enhancing sensorimotor input, sensorimotor training can improve spinal alignment, reduce pain, and enhance proprioception in military personnel with nonspecific chronic low back pain. Based on these findings, the authors recommend sensorimotor-based exercises for both the prevention and treatment of chronic low back pain.

## Ethical Considerations

Participation was voluntary with informed consent obtained. Confidentiality was assured, and participants were told that study results would not affect their military selection. The Urmia University Research Ethics Committee approved this study (IR.URMIA.REC.1402.031), and it is registered as a clinical trial (IRCT20250107064312N1).

## Funding

There is no funding support.

## Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

## Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

## Acknowledgments

We sincerely thank all participants and those who supported this research.

نوع مقاله:
مقاله تحقیقی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۷
ویرایش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶
پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶
انتشار: ۱۴۰۴/۱/۱۶

# تأثیر یک دوره تمرینات حسی – حرکتی بر وضعیت ستون فقرات کمری، درد و حس عمقی پایوران نظامی مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی

یوسف اسعدی[۱]، سجاد روشنی[۱]✉

## چکیده

**زمینه و اهداف:** کمردرد مزمن یکی از مشکلات شایع اسکلتی عضلانی است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرینات حسی - حرکتی بر وضعیت ستون فقرات کمری، درد و حس عمقی پایوران نظامی مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

**روش بررسی:** در این کارآزمایی بالینی ۳۰ پایور نظامی مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی به دو گروه مساوی تمرینات حسی - حرکتی و کنترل تقسیم شدند. قبل و پس از اعمال مداخله، وضعیت ستون فقرات کمری، درد و حس عمقی به ترتیب با استفاده از خط کش منعطف، مقیاس VAS و گونیامتر ارزیابی شدند. داده‌های به دست آمده توسط آزمون آماری آنکوا در سطح معناداری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** تمرینات حسی - حرکتی تأثیر معناداری بر وضعیت ستون فقرات کمری پایوران نظامی دارد ($p = ۰/۰۰۱$). همچنین یافته‌های تحقیق حاکی از معناداری تأثیر مداخله تمرینی بر درد کمر نظامیان بود ($p = ۰/۰۰۱$). در نهایت نتایج مربوط به حس عمقی نیز نشاندهنده معناداری تأثیر تمرینات حسی - حرکتی در نمونه‌های تحقیق بود ($p = ۰/۰۰۱$).

**نتیجه‌گیری:** تمرینات حسی - حرکتی با تحریک سیستم حس عمقی و تقویت درونداد حسی - حرکتی می‌تواند وضعیت ستون فقرات، درد و حس عمقی پایوران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی را بهبود ببخشد.

**کلمات کلیدی:** ورزش درمانی، کمردرد، درد مزمن، وضعیت بدن، حس عمقی



۱. گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

✉نویسنده مسئول: سجاد روشنی
آدرس: گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
تلفن: ۳۲۷۵۳۱۷۴ (۴۴) ۹۸+
ایمیل: s.roshani@urmia.ac.ir

همه حقوق مادی و معنوی این اثر به فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا تعلق دارد.

## مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی عضلانی است به‌طوری که ۸۰٪ افراد حداقل یک بار دچار کمردرد شده‌اند [۱]. کمردرد حاد چند روز تا چند هفته طول می‌کشد، درحالی‌که علائم کمردرد مزمن بیشتر از سه ماه به طول می‌انجامد [۲]. افراد نظامی به علت وجود مأموریت‌های سنگین و طاقت‌فرسا و همچنین ساعات طولانی کار، بیشتر از سایر مشاغل کمردرد را تجربه می‌کنند که عمدتاً در سنین میانسالی و بازنشستگی اتفاق می‌افتد [۳]. حرکات تکراری مرتبط با شغل نظامیان، آنان را مستعد بروز اختلال حرکتی در کمربند لگنی و ستون فقرات کمری می‌کند [۴]. در مطالعه‌ای کمردرد به میزان‌های متفاوت در ۹۶/۵٪ کارکنان مشاهده شد. همچنین همبستگی معناداری بین کمردرد و متغیرهای شاخص توده بدنی، ناتوانی عملکردی و کیفیت زندگی کارکنان نظامی وجود داشت [۵]. مشکلات مربوط به وضعیت بدن[1] در ستون فقرات می‌تواند یکی از عوامل خطرساز مبتلا به کمردرد مزمن در نظامیان باشد [۶].

اختلالات حس عمقی می‌تواند سبب اختلال عملکرد در کل دستگاه حسی – حرکتی شود. همچنین اختلالات حس عمقی می‌تواند منجر به اختلالات عملکرد موضعی و عمومی دستگاه عضلانی اسکلتی گردد [۷]. افراد مبتلا به کمردرد نسبت به افراد سالم از حس عمقی ضعیف‌تری برخوردارند [۸]. اختلالات قامتی و ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی ناشی از سبک زندگی اشتباه سبب اختلال در بیومکانیک بدن و آسیب ستون فقرات می‌شود. از جمله این اختلالات قامتی افزایش غیر طبیعی قوس کمر یا لوردوز کمری است که می‌تواند فشاری مضاعف بر ساختارهای تشکیل دهنده ستون فقرات کمری ایجاد کند و نهایتاً باعث سندرم درد حرکتی شود [۹]. میزان ناهنجاری‌های ستون فقرات ۴۱٪ است و بیشترین عارضه مربوط به لوردوز کمری با ۲۶٪ شیوع است [۴].

در مشکلات نقص حرکتی که عمدتاً ناشی از تکرار الگوهای حرکتی در طولانی مدت هستند استفاده از روشی که بتواند به علت اصلی عارضه بپردازد بسیار حائز اهمیت است. اثر تمرینات کنترل حرکتی کمر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن باعث بهبود کیفیت حرکت، وضعیت بدنی و درد در فعالیت‌های عمکردی می‌شود [۱۰]. اخیراً توجه به رویکردهای تمرینی از جمله تمرینات حس عمقی و عصبی - عضلانی برای بهبود حس عمقی و تعادل در سالمندان مورد تأکید قرار گرفته است [۱۱]. جاندا[2] این تمرینات را به عنوان تمرینات حسی – حرکتی معرفی کرده است. در حقیقت، تمرینات حسی – حرکتی، نوع خاصی از تمرینات حس عمقی و تعادلی هستند که برای بیماران مبتلا به سندرم‌های درد اسکلتی - عضلانی مزمن طراحی شده‌اند. بر اساس این مفهوم، به جای تأکید بر تقویت ایزوله و جداگانه گروهی از عضلات در اطراف یک مفصل، باید به اهمیت سیستم عصبی مرکزی در تنظیم حرکت و فعال‌سازی عضلات در الگوهای هماهنگ برای حفظ پایداری مفصل توجه کنیم [۱۲]. این تمرینات، سیستم حسی – حرکتی را با هدف بازیابی برنامه حرکتی طبیعی، افزایش ثبات پویای مفصل و کاهش اعمال نیرو و بار بر روی مفصل به چالش می‌کشند [۱۳]. با توجه به احتمال تغییرات حس عمقی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن، انتخاب راهکار مناسبی برای پیشگیری از عدم تعادل عضلانی و بهبود حس عمقی ضروری است. لذا هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر یک دوره تمرینات حسی – حرکتی بر وضعیت ستون فقرات کمری، درد و حس عمقی پایوران نظامی مبتلا به کمردرد غیراختصاصی بود.

## روش بررسی

در یک کارآزمایی بالینی، از بین پایوران نظامی شهرستان ارومیه، با توجه به شرایط ورود به تحقیق، ۳۰ نفر که دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی بودند، به صورت هدفمند انتخاب شدند و در دو گروه مساوی تمرینات حسی – حرکتی و کنترل

1. posture

2. Janda

قرار گرفتند. معیارهای ورود شامل پایوران نظامی مرد با سابقه کاری حداقل ۳ سال و دامنه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال، شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۲۸ [۶]، تأیید پزشک متخصص مبنی بر ابتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی، کسب نمره بالاتر از ۴ در پرسشنامه غربالگری رولاند موریس [۱۴]، داشتن درد مداوم حداقل به مدت ۳ ماه بود. معیارهای خروج شامل داشتن سابقه هرگونه شکستگی و در رفتگی، داشتن سابقه جراحی کمر، داشتن مشکلات زمینه‌ای دیگر مانند مشکلات ارتوپدی، روماتولوژی، عفونت یا آسیب‌های مستقیم در ستون فقرات، داشتن درد شدید و حاد (بیشتر از ۸ در مقیاس VAS[1]) [۶] و عدم شرکت منظم در برنامه تمرینی بود.

پس از اخذ اطلاعات فردی و اندازه‌گیری قد و وزن، متغیرهای درد، حس عمقی و وضعیت ستون فقرات کمری برای تمامی نمونه‌ها ارزیابی شد. گروه تمرینات به مدت ۸ هفته تمرینات حسی – حرکتی را اجرا نمود و گروه کنترل صرفاً به فعالیت‌های معمول خود پرداختند. پس از اعمال مداخله تمرینی ارزیابی‌ها مجدداً از نمونه‌ها به عمل آمد. ارزیابی‌های مربوط به هر نمونه در یک جلسه حدوداً ۳۰ دقیقه‌ای انجام گرفت.

به منظور اندازه‌گیری میزان قوس کمری از خط کش منعطف استفاده شد. صیدی و همکاران، اعتبار و پایایی این وسیله را در ارزیابی لوردوز کمری ۸۹٪ تا ۹۲٪ گزارش کردند [۱۴]. در فرایند اندازه‌گیری مهره‌های L1 و L5 مشخص و علامت‌گذاری شد. سپس خط‌کش را روی ستون فقرات گذاشته و با اعمال فشار ملایمی شکل ستون مهره‌ها روی آن منتقل می‌شد. خط‌کش به آرامی از روی ستون فقرات برداشته و روی کاغذ گذاشته شد. برای به دست آوردن اطلاعات کمّی، دو نقطه مشخص شده در بالا و پایین قوس را به هم وصل و طول خط حاصل (L) با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. فاصله عمودی عمیق‌ترین قسمت قوس مورد بررسی تا خط طولی نیز اندازه‌گیری و به عنوان H در نظر گرفته شد. زاویه لوردوز با استفاده از فرمول $\theta=4\text{Arctan}2H/L$ محاسبه گردید [۴].

میزان شدت درد با استفاده از معیار VAS به دست آمد. این معیار طبق بیان فرد شدت درد به نمره صفر تا ۱۰ تعیین می‌شود. نمره صفر یعنی عدم وجود درد و نمره ۱۰ یعنی بیشترین میزان دردی که فرد تجربه می‌کند. درد بین شدت ۱ تا ۳ به عنوان درد خفیف، ۴ و ۵ به عنوان درد متوسط، بین ۶ تا ۸ به عنوان درد زیاد و نمره ۹ و ۱۰ به عنوان درد خیلی زیاد در نظر گرفته می‌شود [۶].

اندازه‌گیری حس عمقی طبق روش نیوکامر[2] (۲۰۰۰) انجام گرفت. سه نشانگر به مرکز سطح فوقانی خارجی بازو، برجستگی ستیغ ایلیاک و سطح فوقانی خارجی مفصل ران متصل شد. سپس آزمودنی در وضعیت ایستاده با پای برهنه قرار گرفت، پاها تقریباً به اندازه عرض شانه باز و اندام فوقانی به حالت ضربدری و آرنج خم شده در جلو قرار گرفت. گردن در وضعیت طبیعی و چشمها بسته بود. مرکز گونیامتر روی ستیغ ایلیاک گذاشته و دو بازوی گونیامتر یکی روی نشانگری که روی قسمت خارجی ران و بازوی دیگر گونیامتر روی ۳۰ درجه فلکشن تنظیم شد. از آزمودنی خواسته شد با چشمان بسته و با حرکت یکنواخت و آهسته تا ۳۰ درجه فلکشن تنه را اجرا کند و ۵ ثانیه مکث نماید و این وضعیت را به خاطر بسپارد که با فرمان صوتی خاتمه حرکت به اطلاع فرد رسانده شد. سپس مجدداً به آرامی به وضعیت اولیه باز گشته و پس از ۵ ثانیه حرکت بعدی را شروع می‌نمود. بعد از سه تلاش (جهت یادگیری) در مرحله آزمون، آزمودنی باید وضعیت ۳۰ درجه فلکشن را بدون فرمان صوتی بازسازی نماید. این آزمون سه بار تکرار شد و میزان خطاها برحسب درجه ثبت شد. اعتبار این آزمون ۸۷٪ گزارش شده است [۱۵].

برنامه تمرینات حسی – حرکتی برگرفته از نظریه جاندا شامل سه مرحله استاتیک، داینامیک و عملکردی بود [۱۲]. که گروه تجربی، این برنامه را به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه

1. Visual Analogue Scale

2. Newcomer

جدول ۱- برنامه تمرینات حسی- حرکتی

| مرحله |
|---|
| **استاتیک (هفته ۱ الی ۲)** |
| گرم کردن |
| بریس شکمی در وضعیت طاقباز با ران و زانوی خم |
| بریس شکمی در وضعیت ایستاده جلوی آینه |
| پل زدن |
| **داینامیک (هفته ۳ الی ۴)** |
| گرم کردن |
| بالا آوردن دست و پای مخالف در وضعیت چهار دست و پا |
| بالا آوردن یک پا در وضعیت خوابیده طاقباز (کف پای دیگر روی زمین با ران و زانوی خم) |
| حرکت تیلت خلفی لگن در وضعیت طاقباز با ران و زانوی خم |
| انتقال حرکت به عقب و جلو در وضعیت چهاردست و پا |
| **عملکردی (هفته ۵ الی ۸)** |
| گرم کردن |
| روی سوئیس بال به پشت پل زده می‌شود و سعی در جابجایی به سمت چپ و راست می‌شود |
| خم و باز کردن زانو در حالت پل روی سوئیس بال |
| تعادل لگن، اندام تحتانی روی سوئیس بال |

اجرا نمود [۱۶]. (جدول ۱). طول مدت تمرین در جلسات ابتدایی از ۳۰ دقیقه آغاز و با توجه به اصل اضافه بار با استفاده از افزایش زمان تمرین، مدت اجرای تمرینات در جلسات انتهایی برنامه به حدود ۵۰ دقیقه رسید. در هر جلسه، ابتدا هر آزمودنی به مدت پنج دقیقه با فعالیت هوازی سبک، راه رفتن و تمرینات کششی عمومی، بدن خود را گرم نمود. سپس با توجه به سطح تمرینات و با رعایت اصول علمی تمرین، هر جلسه را انجام دادند و در پایان نیز به مدت پنج دقیقه با تمرینات کششی عمومی و قدم زدن آهسته، بدن خود را سرد نمودند.

### ملاحظات اخلاقی

قبل از اجرای پژوهش، تمام مراحل آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و رضایتنامه کتبی آگاهانه به صورت اختیاری توسط آنها امضا گردید. ارزیابی‌ها و اندازه‌گیری‌ها به صورت کاملاً غیر تهاجمی بود و هیچ خطری برای سلامت فرد نداشت.

### تجزیه و تحلیل آماری

از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در ابتدا برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلک، سپس برای مقایسه میانگین متغیرهای با داده‌های نرمال در دو گروه از آزمون آماری آنکوا و متغیرهای دارای توزیع غیرنرمال از آزمون من‌ویتنی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تجزیه و تحلیل گردید.

جدول ۲- اطلاعات توصیفی (میانگین ± انحراف معیار) متغیرهای پژوهش

| متغیر | گروه | | مقدار p |
|---|---|---|---|
| | کنترل | تمرینی | |
| **سن (سال)** | ۳۲/۵۳ ± ۷/۷۳ | ۳۴/۱۳ ± ۷/۸۳ | ۰/۵۷ |
| **قد (متر)** | ۱/۷۵ ± ۰/۰۲ | ۱/۷۴ ± ۰/۰۳ | ۰/۴۳ |
| **وزن (کیلوگرم)** | ۷۳/۴۶ ± ۳/۹۷ | ۷۵/۸۶ ± ۷/۵۹ | ۰/۲۸ |
| **شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)** | ۲۳/۹۹ ± ۱/۴۲ | ۲۵/۰۲ ± ۲/۱۹ | ۰/۱۴ |

## یافته‌ها

اطلاعات توصیفی هر یک از گروه‌ها قبل از انجام آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان دهنده عدم وجود تفاوت بین دو گروه مورد بررسی در متغیرهای مورد بررسی همچون سن، قد، وزن و نیز شاخص توده بدنی نظامیان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بوده است.

نتایج آزمون شاپیروویلک نشان دهنده نرمال بودن توزیع داده‌ها در متغیر لوردوز کمری بود. اما در متغیرهای مربوط به درد و حس عمقی دیتاها نرمال نبود. نتایج آزمون آنکوا مربوط به متغیر وضعیت ستون فقرات کمری در جدول ۳ و آزمون من‌ویتنی مربوط به متغیر درد و حس عمقی در جدول ۴ آمده است. نتایج آزمون آنکوا نشان داد در نتایج قوس ستون فقرات کمری در بازه پس آزمون بین دو گروه کنترل و تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به این صورت که میزان زاویه لوردوز کمری در گروه تمرینی کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشته است. نتایج آزمون من‌ویتنی نشان داد درد کمر در بازه پس‌آزمون بین دو گروه کنترل و تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به این صورت که میزان درد کمری در گروه تمرینی کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشته است.

جدول ۳- نتایج آزمون آنکوا مربوط به متغیر وضعیت ستون فقرات کمری

| متغیر | مرحله | گروه | میانگین | مقدار F | مقدار p |
|---|---|---|---|---|---|
| **وضعیت ستون فقرات کمری** | پس آزمون | کنترل | ۴۶/۰۷ | ۳۲/۵۹ | ۰/۰۰۱ |
| | | تمرینی | ۴۴/۱۹ | | |

جدول ۴- آزمون من‌ویتنی جهت بررسی تفاوت بین گروهی

| متغیر | زمان | U | مقدار p |
|---|---|---|---|
| **درد** | پیش آزمون | ۸۸/۰۰ | ۰/۲۶ |
| | پس آزمون | ۳۰/۰۰ | *۰/۰۰۱ |
| **حس عمقی** | پیش آزمون | ۷۱/۵۰ | ۰/۰۸ |
| | پس آزمون | ۲۳/۵۰ | *۰/۰۰۱ |

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات حسی – حرکتی بر وضعیت ستون فقرات کمری، درد و حس عمقی پایوران نظامی تأثیر معناداری دارد. نتایج مورد نظر با نتایج برخی پژوهش‌ها همخوانی دارد [۲۱–۱۷] و از طرفی با نتایج برخی مغایرت دارد [۲۲، ۲۳]. لطافتکار و همکاران [۱۸] حس عمقی و هماهنگی عصبی عضلانی را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی پس از یک دوره تمرینات حسی – حرکتی بررسی نمودند که نتایج آنان مثبت و معنادار گزارش شد. آنها عنوان کردند که به دنبال اجرای این تمرینات درد بیماران نیز کاهش پیدا می‌کند. هوانگ[1] و همکاران [۱۹] نیز بهبود علائم بیماران کمردرد را ناشی از بهبود عملکرد عضلات عنوان نمودند. نتایج پژوهش کلیز[2] و همکاران [۲۰] حاکی از استحکام وضعیتی ضعیف‌تر در افراد مبتلا به کمردرد در شرایط وضعیتی پیچیده‌تر بود. الوانی و همکاران [۲۱] نیز تمرینات حسی – حرکتی را در بهبود علائم بیماران مبتلا به کمردرد مثبت گزارش نمودند.

لطافتکار و همکاران نشان دادند اجرای تمرینات سنسوری موتور موجب تأثیر معناداری بر حس عمقی ناحیه کمری لگنی و تطابق وضعیت بدنی پیش بین عضلات عرضی شکم، مورب داخلی، مورب خارجی و ارکتوراسپاین[3] ناحیه کمری لگنی مردان مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی می‌شود [۱۸]. در برنامه تمرینی پژوهش حاضر نیز تمریناتی مانند حرکت به سمت چپ و راست هنگامی که ستون فقرات پشتی روی سوئیس بال است احتمالاً توانسته است فراخوانی عضلات مورب شکمی را به دنبال داشته باشد. از طرفی سرتیز و هنگان[4] [۲۲] با مقایسه دو گروه کمردرد مزمن با و بدون آسیب اندام تحتانی، نتایج گروهی که آسیب در اندام تحتانی داشتند را اثربخش‌تر معرفی کردند. به عبارتی تمرینات حسی – حرکتی تأثیر بیشتری در بیماران کمردرد مزمن با آسیب اندام تحتانی داشته است. راجر[5] و همکاران [۲۳] با بررسی تأثیر تمرینات حسی – حرکتی نشان دادند تغییری در کنترل وضعیت بدنی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن اتفاق نمی‌افتد.

تمرکز بر تعادل عضلانی ناحیه کمربند لگنی احتمالاً از دلایل بهبود علائم نمونه‌های تمرینی پس از اعمال تمرینات حسی – حرکتی ارائه شده است. مطالعات نشان می‌دهد، عضلات نقش مهمی در ثبات مرکزی ستون مهره‌ای تأمین می‌کنند که ثبات بین مهره‌ای را این عضلات به صورت موضعی تأمین می‌کنند که در این بین بعضی عضلات از جمله عضلات عرضی شکم، چندپاره[6] و عضله مایل داخلی شکم نقش مؤثرتری برای ثبات بین سگمانی ایفا می‌کنند [۲۴]. در پژوهش حاضر در گام اول تمرینات و همچنین طول دوره تمرینی توجه ویژه‌ای به این عضلات شده است. سعی شده است پروتکل تمرینی به نحوی برنامه‌ریزی شود که ثبات لازم را برای ناحیه مرکزی تنه نیز در نظر گرفته باشد. چنانچه تایپال و همکاران، معتقدند تمرینات ثباتی باعث افزایش تعادل در افراد می‌شوند. از جمله تمرینات ثباتی که در زنجیره بسته و باز حرکتی انجام می‌شوند و تأثیر زیادی بر روی افزایش تعادل افراد دارند، تمرینات پلانک هستند. تمرینات زنجیره بسته با به‌کارگیری همزمان عضلات سبب تقویت آنها و ثبات مفصل می‌شود. همچنین این تمرینات با ایجاد نیروی فشاری بیشتر باعث تسهیل ثبات وضعیتی و دینامیک شده، هماهنگی مفاصل را افزایش می‌دهند و گیرنده‌های حس عمقی را بازآموزی می‌کنند [۲۵]. حفظ تعادل نیازمند تقابل پیچیده میان سیستم‌های اسکلتی–عضلانی و عصبی است. اجزاء عصبی ضروری برای کنترل وضعیت بدن شامل فرایندهای حرکتی ازجمله هم‌افزایی عصبی–عضلانی، فرایندهای حسی از قبیل سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی و فرایندهای عصبی بالاتر است. در هنگام به هم خوردن وضعیت بدن، یک پاسخ

1. Hwang
2. Claeys
3. Erector spinae muscles
4. Surtees & Heneghan
5. Rüger
6. Multifidus muscle

حرکتی مناسب جهت حفظ تعادل مستلزم وجود یک سیستم حرکتی خوب و سالم و قدرت عضلانی کافی است [۲۵].

یکی از دلایل ایجاد کمردرد مزمن، تغییرات وضعیت بدن و بدشکلی آناتومیکی در ستون فقرات است [۶]. در پژوهش حاضر به دنبال انجام تمرینات حسی – حرکتی وضعیت ستون فقرات کمری بهبود معناداری مشاهده شد که می‌تواند یکی از دلایل بهبود درد در پایوران باشد. وجود درد موجب تحریک عصبی و افزایش اسپاسم عضلانی می‌شود، از طرفی اسپاسم عضلانی نیز می‌تواند موجب تحریک بیشتر گیرنده‌های درد شود. پس با کاهش تحریک گیرنده‌های درد، در مقابل تحریکات عصبی مربوط به افزایش تونوس عضلانی کاهش می‌یابد و از این طریق عضلاتی که بیش فعالی دارند به سمت رهاسازی پیش می‌روند و موجب تعادل عضلانی خواهد شد [۱۲]. در برخی از تمرینات ارائه شده از جمله بریس شکمی در وضعیت ایستاده و یا کاهش قوس کمری با انقباض عضلات شکم، احتمالاً نمونه‌ها توانسته‌اند کنترل وضعیتی بدن خود را در فعالیت‌های عملکردی بهبود بخشند. در این باره راجر و همکاران معتقدند تمرینات حسی – حرکتی می‌تواند روش مناسبی برای بهبود الگوی به‌کارگیری عضلانی در الگوهای حرکتی و همچنین کاهش دردهای مرتبط با نقص‌های حرکی باشد [۲۳]. از سوی دیگر کلیز و همکاران معتقدند نقش حس عمقی در کنترل وضعیتی افراد مبتلا به کمردرد مزمن بسیار اهمیت دارد [۲۰]. نتایج ما نشان داد حس عمقی نظامیان مبتلا به کمردرد بهبود معناداری داشته است. پس می‌توان اینگونه توجیه نمود که با بهبود درونداد حس عمقی در مبتلایان به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌توانیم کنترل وضعیت بدن آنان را نیز تقویت نماییم و از این طریق فشار وارده بر مفاصل کمربند لگنی و عضلات حمایت‌کننده را کاهش دهیم.

همچنین متعاقب استفاده از تمرینات حسی – حرکتی تغییری در استراتژی‌های حرکتی بیماران مبتلا به دردهای مزمن ایجاد می‌شود [۲۶]. هنگامی که اطلاعات ارسالی از گیرنده‌های حس عمقی به سیستم عصبی مرکزی ناقص باشد، در مقابل سیستم حرکتی در الگوهای حرکتی دچار نقص می‌شود [۱۲] پس با بهبود درونداد حس عمقی توسط تمرینات حسی – حرکتی می‌توان استراتژی‌های حرکتی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن را بهبود بخشید و علائم آنان را کاهش داد. بهبود هماهنگی عصبی عضلانی پس از اعمال تمرینات گواه این مطلب است. چنانکه نظرزاده ده‌بزرگی و همکاران بهبود معناداری در هماهنگی عصبی عضلانی پس از اجرای تمرینات حسی – حرکتی بر روی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مشاهده کردند [۲۷].

یکی از اهداف تمرینات حسی – حرکتی خصوصاً در فاز عملکردی، تحریک گیرنده‌های حس عمقی است که موجب بهبود اطلاعات ارسالی وضعیت بدن به سیستم عصبی مرکزی می‌شوند. تحریک دوک‌های عضلانی به عنوان یکی از این گیرنده‌های حس عمقی که ناشی از انقباض همزمان عضلات است می‌تواند دقت حس عمقی را افزایش دهد [۲۸]. گیرنده‌های مکانیکی داخل و اطراف مفصل اطلاعاتی را در مورد تغییر وضعیت، حرکت مفصل و نیروهای وارد شده بر آن به سیستم عصبی مرکزی ارسال می‌کنند و به نظر می‌رسد گیرنده‌های مکانیکی موجود در عضلات نقش مهمی را در بازسازی فعال زاویه مفصلی برعهده داشته باشند [۲۹]، پس تقویت عضلات از طریق تمرینات حسی – حرکتی با حرکات فعال و در زنجیره بسته می‌تواند موجب بهبود در حس عمقی در تست وضعیت ایستاده شوند. تمرینات حسی–حرکتی موجب افزایش کنترل عصبی– عضلانی و به دنبال آن بهبود کنترل حرکتی و کنترل وضعیت بدنی می‌گردد [۲۸].

تمرینات حسی – حرکتی با سازوکار تحریک سیستم حس عمقی و تقویت درونداد حسی – حرکتی می‌تواند وضعیت ستون فقرات، درد و حس عمقی پایوران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی را بهبود ببخشد. لذا پیشنهاد می‌شود تمرینات با ماهیت حسی – حرکتی برای پیشگیری و درمان کمردرد مزمن در این افراد انجام شود.

## تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر زیر نظر کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه ارومیه با کد IR.URMIA.REC.1402.031 مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین این مطالعه با کد کارآزمایی بالینی IRCT20250107064312N1 به ثبت رسیده است.

بدین وسیله از تمامی شرکت‌کنندگان و افرادی که در این پژوهش ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

## سهم نویسندگان

همه نویسندگان در ایده‌پردازی و انجام طرح، همچنین نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بوده‌اند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

## منابع مالی

در این پژوهش از هیچ ارگانی کمک مالی دریافت نگردید.

## References

1. Freburger JK, Holmes GM, Agans RP, Jackman AM, Darter JD, Wallace AS, et al. The rising prevalence of chronic low back pain. Archives of Internal Medicine. 2009;169(3):251-258. doi:10.1001/archinternmed.2008.543
2. Wheeler AH, Murrey DB. Spinal pain: pathogenesis, evolutionary mechanisms, and management, in Pappagallo M (ed). The neurological basis of pain. New York: McGraw-Hill; 2005:421-52.
3. Alizadeh R, Shariat A, Hakakzadeh A, Selk Ghaffari M, damavandi p, Honarpishe R, Ingle L. A comprehensive screening protocol to identify incidence of lower back pain in military office workers. Journal of pain management. 2019;13.
4. Rahimi N, Ghasemi G, Raeisi H, Samavati Sharif MA, Sadeghi M. Investigation of the prevalence of musculoskeletal disorders in Military University Students. Sadra Medical Journal. 2014;2(4):339-348. [Persian]
5. Rahimi N, Raeisi H. The prevalence of low back pain and its correlation with functional disability, quality of life, and body mass index in Military Staff. Sadra Medical Journal. 2015;3(4):269-278. [Persian]
6. Ghanjal A, Motaqi M, Ghasemi M. Risk factors associated with low back pain in male military personnel: case-control study. Journal of Military Medicine. 2022;21(5):509-519. [Persian]
7. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2015;25(2):329-338. doi:10.1016/j.jelekin.2014.10.013
8. Yarahmadi Y, Hadadnezhad M, Shojaodin SS. A comparison of the effectiveness of suspended exercise and functional stabilization exercise on the intensity of pain, proprioception functional and movement control ability in men with non-specific chronic low back pain. Journal of Military Medicine. 2022;20(2):189-200. [Persian]
9. Du SH, Zhang YH, Yang QH, Wang YC, Fang Y, Wang XQ. Spinal posture assessment and low back pain. EFORT Open Reviews. 2023;8(9):708-718. doi:10.1530/eor-23-0025
10. Costa LO, Maher CG, Latimer J, Hodges PW, Herbert RD, Refshauge KM, et al. Motor control exercise for chronic low back pain: A randomized placebo-controlled trial. Physical Therapy. 2009;89(12):1275-1286. doi:10.2522/ptj.20090218
11. Clausen B, Holsgaard-Larsen A, Roos EM. An 8-Week neuromuscular exercise program for patients with mild to moderate knee osteoarthritis: A case series drawn from a registered clinical trial. Journal of Athletic Training. 2017;52(6):592-605. doi:10.4085/1062-6050-52.5.06
12. Page P, Frank CC, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. 1st ed. Champaign County, Illinois, United States: Human Kinetics; 2009.
13. Gruber M, Gruber SB, Taube W, Schubert M, Beck SC, Gollhofer A. Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. Journal of Strength and Conditioning Research. 2007;21(1):274-282. doi:10.1519/00124278-200702000-00049
14. Mazidi M, sakinepoor A, Letafatkar A. Effect of sensorimotor training on proprioception and pain and posture in subjects with chronic non specific neck pain. Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing. 2021;7(4):61-71. [Persian] doi:10.22034/IJRN.7.4.61
15. Seidi F, Rajabi R, Ts E, Sj M. Iranian Flexible ruler Reliability and Validity in Lumbar Lordosis Measurement. World Journal of Sport Sciences. 2009;2(2):95-99.
16. Newcomer KL, Laskowski ER, Yu B, Johnson JC, An KN. Differences in repositioning error among patients with low back pain compared with control subjects. Spine. 2000;25(19):2488-2493. doi:10.1097/00007632-200010010-00011

17. Abdelazeem F, Nambi G, Elnegamy T. Comparative study on Virtual Reality Training (VRT) over Sensory Motor Training (SMT) in Unilateral Chronic Osteoarthritis – a randomized control trial. International Journal Medical Research and Health Sciences. 2016;5:7-16.
18. Letafatkar A, Nazarzadeh M, Hadadnezhad M, Farivar N. The efficacy of a HUBER exercise system mediated sensorimotor training protocol on proprioceptive system, lumbar movement control and quality of life in patients with chronic non-specific low back pain. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2017;30(4):767-778. doi:10.3233/bmr-150404
19. Hwang JA, Bae SH, Do Kim G, Kim KY. The effects of sensorimotor training on anticipatory postural adjustment of the trunk in chronic low back pain patients. Journal of Physical Therapy Science. 2013;25(9):1189-1192. doi:10.1589/jpts.25.1189
20. Claeys K, Brumagne S, Dankaerts W, Kiers H, Janssens L. Decreased variability in postural control strategies in young people with non-specific low back pain is associated with altered proprioceptive reweighting. European Journal of Applied Physiology. 2011;111(1):115-123. doi:10.1007/s00421-010-1637-x
21. Alvani E, Shirvani H, Shamsoddini A. Neuromuscular exercises on pain intensity, functional disability, proprioception, and balance of military personnel with chronic low back pain. The Journal of the Canadian Chiropractic Association. 2021;65(2):193-206.
22. Surtees JE, Heneghan NR. General group exercise in low back pain management in a military population, a comparison with specific spine group exercise: a service evaluation. BMJ Military Health. 2020;166(3):140-145. doi:10.1136/jramc-2018-001011
23. Rüger A, Laudner K, Delank KS, Schwesig R, Steinmetz A. Effects of different forms of sensorimotor training on postural control and functional status in patients with chronic low back pain. Journal of Personalized Medicine. 2023;13(4):634. doi:10.3390/jpm13040634
24. Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: Randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. Physical Therapy. 2005;85(3):209-225. doi:10.1093/ptj/85.3.209
25. Taipale RS, Forssell J, Ihalainen JK, Kyröläinen H, Häkkinen K. A 10-week block of combined high-intensity endurance and strength training produced similar changes in dynamic strength, body composition, and serum hormones in women and men. Frontiers in Sports and Active Living. 2020;2:581305. doi:10.3389/fspor.2020.581305
26. Behm DG, Anderson K, Curnew RS. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. Journal of Strength and Conditioning Research. 2002;16(3):416-422.
27. Nazarzadeh Dehbozorgi M, Letafatkar A, Saboonchi R, Sobhanmanesh R, Rafeefar A. Effects of sensorimotor training program on movement control and pain relief in patients with chronic non specific low back pain. Koomesh. 2015;16(4):563-573. [Persian]
28. Wälti P, Kool J, Luomajoki H. Short-term effect on pain and function of neurophysiological education and sensorimotor retraining compared to usual physiotherapy in patients with chronic or recurrent non-specific low back pain, a pilot randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2015;16:83. doi:10.1186/s12891-015-0533-2
29. Ebrahimi Takamjani E, Noorbakhsh M.R, Basiri SH. Assessing the influence of sensory information on controling standing balance in different age groups. Razi Journal of Medical Sciences. 2000;7(21):171-175. [Persian]