Sport. Med. Stud, 2024, 16(41): 33-46, DOI: 10.22089/smj.2024.15568.1716

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Original Article

The Effect of Core Stability Exercises Combined with Abdominal Hollowing on Sagittal Alignment of the Spine in Patients with Chronic Non-Specific Low Back Pain

Mahsa Mohamadkhani[1], Ali Yalfani[2], MohamadReza Ahmadi[3], Azadeh Asgarpoor[4]

1. MSt student, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Professor, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
3. PhD Student, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. PhD, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 10/09/2023, Revised: 30/11/2023, Accepted: 16/03/2024

* Corresponding Author: Ali Yalfani, E-mail: yalfani@basu.ac.ir

How to Cite: Mohamadkhani, M; Yalfani, A; Ahmadi, M. R; Asgarpoor, A. (2024). The Effect of Core Stability Exercises Combined with Abdominal Hollowing on Sagittal Alignment of the Spine in Patients with Chronic Non-Specific Low Back Pain. Sport Medicine Studies, 16(41), 33-46. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

Chronic non-specific low back pain (CNLBP) is a highly prevalent and disabling condition, defined by persistent pain lasting more than three months without a clear underlying pathology. It affects a significant proportion of the adult population and increasingly, women in middle age, with substantial impacts on daily function, work productivity, and quality of life. The prevalence and chronicity of CNLBP highlight the need for targeted interventions that address both the biomechanical and neuromuscular contributors to pain and disability.

A growing body of evidence suggests that altered spinal alignment—particularly in the sagittal plane—is common in patients with CNLBP. These postural deviations, such as increased thoracic kyphosis and lumbar lordosis, contribute to abnormal loading patterns on the spine, leading to muscle weakness, soft tissue shortening, and further functional impairment

. Poor spinal alignment is not only a risk factor for the development and persistence of LBP but also complicates rehabilitation by perpetuating faulty movement patterns and instability.

Subgrouping patients with CNLBP according to their mechanical and alignment characteristics can help clinicians tailor treatment strategies, optimize exercise dosage, and determine intervention

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

duration for improved clinical outcomes. Among the various therapeutic approaches, core stability exercises (CSE) and abdominal hollowing (AH) have gained prominence. CSE targets the activation and co-contraction of deep local trunk muscles, such as the transversus abdominis and multifidus, which are essential for segmental spinal stability and postural control
. AH is a specific maneuver that further isolates and activates these deep stabilizers while minimizing overactivity of superficial global muscles.
The current study was designed to investigate the effects of an eight-week program combining CSE and AH on the sagittal alignment of the thoracic and lumbar spine in women with CNLBP. The hypothesis was that this combined intervention would restore more neutral spinal alignment, reduce pain, and improve function by enhancing the recruitment and coordination of deep postural muscles.

Methods

Thirty women with CNLBP, aged 30–60 years, participated in this randomized controlled clinical trial. The sample size was determined using G*Power software, targeting a type I error of 0.05 and a type II error of 0.20 (80% power), with a minimum of 26 subjects required and 30 enrolled to account for potential attrition. Participants were recruited from orthopedic clinics in Hamedan province and screened by an orthopedic physician to confirm CNLBP diagnosis and eligibility.
Inclusion criteria were:
Visual Analogue Scale (VAS) pain score ≥ 45
Oswestry Disability Index (ODI) ≥ 25
No prior spinal surgery
CNLBP duration > 12 weeks
Exclusion criteria included pain in other body regions, limb deformities, recent use of painkillers, physical therapy within the past year, and specific diagnoses such as sciatica, spondylolysis, or vertebral fractures.
Thoracic kyphosis and lumbar lordosis angles were measured using a 60 cm flexible ruler while standing, a reliable and non-invasive method for spinal curvature assessment. After baseline assessment, participants were randomly assigned to an experimental group (CSE + AH) or a control group (no intervention).
The intervention consisted of an eight-week program, with sessions three times per week. Each session included 40 minutes of CSE and 20 minutes of AH. CSE progressed from isometric contractions in low-load positions to dynamic, multi-joint activities emphasizing deep muscle co-contraction. AH exercises focused on isolated activation of the transversus abdominis and multifidus, with attention to maintaining a neutral spine and minimizing superficial muscle involvement. Exercise progression was based on correct technique and spinal stability.
Statistical analysis was conducted using SPSS version 26. Analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare pre- and post-intervention outcomes between groups, adjusting for baseline values. Significance was set at $p < 0.05$, and effect sizes were classified as small (0.01–0.059), medium (0.06–0.14), or large (>0.14).

Findings

The ANCOVA results revealed significant reductions in both thoracic kyphosis ($p = 0.000$, $\eta p^2 = 0.487$) and lumbar lordosis ($p = 0.000$, $\eta p^2 = 0.654$) in the experimental group compared to the control group, both representing large effect sizes
. Descriptive statistics indicated a 53% reduction in pain intensity, a 7% decrease in thoracic kyphosis angle, and a 6% reduction in lumbar lordosis angle following the intervention. These improvements were accompanied by enhanced postural control and functional capacity.

The results are consistent with prior research demonstrating that CSE and AH can restore neutral spinal alignment by activating deep postural muscles, correcting asymmetric loading, and reducing pain and disability

The study also supports the notion that faulty recruitment patterns of core muscles lead to increased spinal loading and postural instability, and that targeted exercise can reverse these maladaptive changes

.

Discussion

This study highlights the therapeutic potential of combining CSE with AH for women with CNLBP. The intervention effectively restored more neutral sagittal alignment of the thoracic and lumbar spine, likely through improved activation and coordination of the transversus abdominis and multifidus muscles. The transversus abdominis, as the deepest abdominal muscle, plays a crucial role in controlling intervertebral motion and stabilizing the lumbar spine through its attachment to the thoracolumbar fascia

. When contracted, it increases tension in the fascia, acting as a natural back belt and enhancing spinal stability.

The findings align with the broader literature, which emphasizes the importance of deep local muscle co-contraction for spinal stability and postural control

. Previous stabilization strategies focusing on posterior pelvic tilt have been shown to be less effective, as they often overactivate superficial muscles and move the spine away from its optimal neutral position

. In contrast, AH and CSE promote segmental stabilization and proprioceptive restoration, leading to better outcomes in pain relief and functional improvement.

Furthermore, the significant reductions in pain and spinal curvature angles observed in this study are supported by other clinical trials demonstrating the superiority of core stabilization exercises over routine physical therapy in managing non-specific low back pain

. The improvements in postural alignment and pain reduction underscore the value of exercise therapy as a primary treatment for CNLBP, as recommended by European guidelines

.

Conclusion

The combination of core stability exercises and abdominal hollowing is highly effective in restoring neutral spinal alignment, reducing pain, and improving function in women with chronic non-specific low back pain. By targeting deep postural muscles and minimizing superficial muscle overactivity, this approach reduces spinal loading, enhances motor control, and corrects faulty movement patterns. The results support the integration of CSE and AH into rehabilitation protocols for CNLBP, with particular emphasis on activating the transversus abdominis and multifidus to optimize lumbar-pelvic-hip stability and postural alignment.

Keywords: Low Back Pain, Exercise, Hollowing, Spine, Core Stability, Sagittal Alignment

Article Message

Spinal alignment is influenced by the interaction of adjacent segments within the kinetic chain. Core muscle coordination is essential for motor control and spinal stability. Exercises targeting the diaphragm, pelvic floor, transverse abdominis, and multifidus muscles enhance lumbar-pelvic-hip stability and improve postural alignment. This study underscores the therapeutic potential of CSE combined with AH in managing CNLBP.

مطالعات طب ورزشی، پاییز ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۴۱، صص ۴۶-۳۳. DOI: 10.22089/smj.2024.15568.1716

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقالهٔ پژوهشی

تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ شکمی بر راستای ساجیتال ستون‌فقرات سینه‌ای و کمری در بیماران با کمردرد مزمن غیراختصاصی

مهسا محمدخانی[۱]، علی یلفانی[۲]، محمدرضا احمدی[۳]، آزاده عسگرپور[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. استاد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳. دانشجوی دکتری، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۴. دکتری، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۹/۰۹ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

* Corresponding Author: Ali Yalfani, E-mail: yalfani@basu.ac.ir

How to Cite: Mohamadkhani, M; Yalfani, A; Ahmadi, M. R; Asgarpoor, A. (2024). The Effect of Core Stability Exercises Combined with Abdominal Hollowing on Sagittal Alignment of the Spine in Patients with Chronic Non-Specific Low Back Pain. Sport Medicine Studies, 16(41), 33-46. In Persian.

چکیده

زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری در بیماران با کمر درد افزایش می‌یابد. این بدراستایی باعث افزایش بارگذاری بر بافت‌های فعال و غیرفعال ستون‌فقرات کمری شده و درنهایت، باعث کمر درد می‌شود. هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ شکمی بر راستای ساجیتال ستون‌فقرات سینه‌ای و کمری در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. در این کارآزمایی بالینی، ۳۰ زن مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی ثبت‌نام شدند. بیماران به‌صورت تصادفی به گروه تجربی و کنترل تخصیص یافتند (هر گروه ۱۵ نفر). گروه تجربی به مدت هشت هفته تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ شکمی را انجام دادند و گروه کنترل هیچ مداخله‌ای نداشتند. زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری در حالت ایستاده ارزیابی شد. از روش آماری کوواریانس برای مقایسه نتایج بین‌گروهی استفاده شد. نتایج نشان داد که گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل با اندازه اثر زیاد، در کاهش زاویه کایفوز سینه‌ای ($P=۰/۰۰۰$, $\eta p^2=۰/۴۸۷$) و لوردوز کمری ($P=۰/۰۰۰$, $\eta p^2= ۰/۶۵۴$) تأثیر معناداری داشت. تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ شکمی با فعال کردن عضلات عمقی به‌عنوان عضلات پاسچرال، وضعیت خنثی ستون‌فقرات را بازیابی می‌کند؛ درنتیجه توزیع نامتقارن بارگذاری بر ستون فقرات کمری اصلاح می‌شود و درد کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: کمردرد، تمرین، هالوینگ، ستون‌فقرات.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

کمردرد به ناراحتی دردناک بین لبه دنده‌ای و چین‌های سرینی با یا بدون درد ارجاع شده در پاها اشاره دارد (۱). شیوع سالانه کمردرد (LBP)[1] ۷۶ درصد و در طول عمر حدود ۸۴ درصد گزارش شده است (۲). LBP یکی از شایع‌ترین مشکلات حوزه سلامت است و به‌عنوان عامل اصلی ناتوانی و دومین علت مشاوره پزشکی در جهان معرفی شده است (۳). علاوه بر این، LBP ازجمله دلایل مرخصی استعلاجی است که به از دست دادن نیروی کار در کشورهای توسعه‌یافته منجر می‌شود (۴). به‌طورکلی، LBP در سه دسته حاد (کمتر از چهار هفته پیشرفت)، تحت حاد (چهار هفته تا سه ماه) و مزمن (بیش از سه ماه) طبقه‌بندی می‌شود (۵). کمردرد مزمن غیراختصاصی (CNLBP)[2] به نوعی از LBP اشاره دارد که علت آن ناشناخته است و بیمار بیش از سه ماه به این وضعیت مبتلا است (۶).

شناسایی زیر گروه‌های CNLBP می‌تواند برای تعیین استراتژی‌های درمانی، دوز و مدت مداخلات با هدف بهبود نتایج بالینی کمک کند (۸، ۷). درهمین‌حال، یکی از زیرگروه‌های CNLBP رویکرد مکانیکی است که بر راستای ستون‌فقرات متمرکز است (۷). LBP مکانیکی، اصطلاح چتری برای انواع LBP است که در اثر تحمیل فشار غیرطبیعی بر عناصر فعال و غیرفعال مهره‌ها ایجاد می‌شود (۳). اغلب، کمردرد مزمن مکانیکی ناشی از راستای ضعیف است (۳). ارتباط بدراستایی ستون‌فقرات و CNLBP در مطالعات پیشین گزارش شده است. به‌طورکلی، در بیماران با LBP راستا و تحرک ستون‌فقرات در صفحه ساجیتال[3] تغییر می‌یابد (۹). به‌طورکلی، حرکات ستون‌فقرات از طریق زنجیره حرکتی با یکدیگر تعامل دارند (۱۱، ۱۰)؛ درنتیجه شکل و جهت هر سگمنت بر وضعیت سگمنت مجاور تأثیر می‌گذارد تا یک وضعیت با حداقل مصرف انرژی حفظ شود (۳). وضعیت ستوان-فقرات، به‌ویژه لوردوز کمری یا کایفوز سینه‌ای نقش مهمی در بارگذاری بر بافت‌های فعال و غیرفعال ستون‌فقرات کمری دارد و می‌تواند کینماتیک را تغییر دهد (۱۲، ۴، ۳). علاوه بر این، پاسچر ضعیف ستون‌فقرات باعث کوتاهی و ضعف در بافت‌های نرم می‌شود؛ زیرا آن‌ها در دامنه نهایی عضلات و رباط‌ها استفاده نمی‌شوند. درنهایت، این مکانیسم ممکن است به کاهش انعطاف‌پذیری، محدودیت دامنه‌حرکتی ستون‌فقرات، درد و ناتوانی منجر شود (۴)؛ بنابراین ارزیابی راستای ستون‌فقرات در صفحه ساجیتال برای پیشگیری و مدیریت LBP یک نکته مهم است (۹). با توجه به ماهیت CNLBP، طیف گسترده‌ای از استراتژی‌های درمانی برای مدیریت CNLBP پیشنهاد شده است که هدف هر رویکرد تمرکز بر یک فرایند پاتولوژیک فرضی است (۱۳).

اغلب رویکردهای به‌کارگرفته‌شده برای درمان LBP شامل ورزش‌درمانی، الکتروتراپی، درمان دستی، آموزش و شناختی-رفتاری است (۶)؛ بااین‌حال، تمرینات کنترل حرکتی به‌عنوان بهترین پروتکل درمانی برای LBP معرفی شده است (۶). تمرینات ثبات مرکزی (CSE)[4] و هالوینگ شکمی (AH)[5] دو رویکرد مبتنی بر کنترل حرکتی هستند که هدف آن‌ها بهبود کنترل تنه و تثبیت ستون‌فقرات طی فعالیت‌های روزمره است (۱۶-۱۴، ۶). به‌طورکلی، مطالعات گزارش کردند که LBP باعث ناهماهنگی عضلات مرکزی می‌شود و بر کنترل حرکتی و ثبات ستون‌فقرات تأثیر می‌گذارد (۱۶). دیافراگم[6]، کف لگن،

1. Low back pain
2. Chronic Non-Specific Low Back Pain
3. Sagittal
4. Core Stability Exercise
5. Abdominal Hollowing
6. Diaphragm

عرضی‌شکم و چندسر، عضلات اصلی تنفسی و مرکزی برای ثبات ستون‌فقرات هستند. در همین حال، تمرینات ثبات‌دهنده به‌طور خاص عضلات متصل به مجموعه کمری-لگنی-رانی را تقویت می‌کند (۱۷). علاوه بر این، دیگر هدف تمرینات CSE و AH کاهش فعالیت عضلات گلوبال۱ و افزایش فعال‌سازی ایزوله عضلات لوکال۲ است (۱۸، ۱۶)؛ بااین‌حال، اثر ترکیب CSE با AH بر راستای ستون‌فقرات در بیماران با CNLBP مطالعه قرار نشده است؛ بنابراین هدف مطالعه حاضر، تأثیر CSE همراه با AH بر راستای ساجیتال ستون‌فقرات سینه‌ای و کمری در بیماران با CNLBP بود. فرض می‌شود تأثیر CSE همراه با AH بر کاهش زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری تأثیر معناداری دارد.

روش پژوهش

طرح تحقیق: جامعه آماری مطالعه حاضر، زنان با CNLBP بودند که در کلینیک‌های ارتوپدی شهر همدان ویزیت شدند. به‌طورکلی، کارآزمایی حاضر به‌صورت دوسویه کور برنامه‌ریزی شد. بیماران با روش ۳SNOSE به گروه تجربی و کنترل تخصیص یافتند. گروه تجربی برای هشت هفته پروتکل توان‌بخشی را دنبال کرد، اما گروه کنترل مداخله‌ای نداشت. متغیرهای مدنظر شامل زاویه کایفوز۴ و لوردوز۵ بودند که با خط‌کش منعطف ارزیابی شدند. پروتکل مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه بوعلی سینا تأیید و با کد 139.0936 ثبت شد. همچنین در این کارآزمایی بالینی از اعلامیه هلسینکی ۲۰۰۸ پیروی شد.

شرکت‌کنندگان: از نرم‌افزار جی‌پاور۶ نسخه ۳.۱.۹.۲ برای تعیین حجم نمونه استفاده شد. مطابقه با مطالعه پیشین، خطای نوع اول ۰/۰۵ و خطای نوع دوم ۰/۲۰ (توان آماری ۸۰ درصد) در نظر گرفته شد (۱۹). خروجی نرم‌افزار حداقل ۲۶ نفر را برای این کارآزمایی بالینی گزارش کرد (۱۹). با در نظر گرفتن ریزش ۱۰ درصدی، ۳۰ نفر (۱۵ نفر در هر گروه) برای شرکت در کارآزمایی بالینی ثبت‌نام شدند. گزینش بیماران از کلینیک‌های ارتوپدی استان همدان انجام شد. یک پزشک ارتوپدی ستون‌فقرات بیماران را معاینه کرد که در صورت تشخیص CNLBP و معیارهای صلاحیت برای کارآزمایی بالینی ثبت‌نام شدند. معیارهای ورود شامل مقیاس آنالوگ بصری ۴۵≤، شاخص ناتوانی اوسستوری۷ ۲۵≤، نداشتن سابقه جراحی، ابتلا به CNLBP بیش از ۱۲ هفته و دامنه سنی بین ۳۰ تا ۶۰ سال بود. معیارهای خروج شامل وجود درد در سایر مفاصل، بدراستایی اندام‌فوقانی و تحتانی، سابقه جراحی، استفاده از داروهای ضد درد طی شش ماه گذشته، فیزیوتراپی در یک سال گذشته، شرکت در ورزش، درد سیاتیک۸، اسپاندیلولیز۹، اختلالات عصبی‌عضلانی، نورولوژیک ۱۰، تنفسی، اسپاسم ۱۱ عضلانی و شکستگی مهره‌ها بود. از نرم‌افزار Random Allocation Software نسخه ۱.۰ برای تصادفی‌سازی استفاده شد. کدهای تصادفی در

1. Global
2. Local
3. Sequentially Numbered, Opaque Sealed Envelopes
4. kyphosis
5. Lordosis
6. G Power
7. Oswestry
8. Sciatica
9. Spondylolysis
10. Neurological
11. Spasm

بلوک‌های ۴ و ۶ تولید شد. سپس بیماران مطابق با پنهان‌سازی تخصیص با روش SNOSE با تخصیص ۱:۱ به گروهای تجربی و کنترل تخصیص یافتند.

ارزیابی: زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری در حالت ایستاده ارزیابی شد. از بیماران خواسته شد طی ارزیابی وزن بدن را به صورت یکسان بین دوپا تقسیم کنند و از حرکات اندام اجتناب کنند. از خط‌کش منعطف ۶۰ سانتی‌متری به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی برای ارزیابی زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری استفاده شد. نخست، زائده خاری مهره‌های C7 و T12 تعیین شد. سپس خط‌کش منعطف روی ناحیه سینه‌ای بین نقاط قرار داده شد تا انحنای کایفوز سینه‌ای روی خط‌کش شکل گیرد. سپس با دقت زیاد، خط‌کش روی کاغذ سفید A5 قرار داده شد. ابتدا، یک خط مستقیم از C7 به T12 کشیده شد و به‌عنوان خط L نامگذاری شد. دوم، یک خط مستقیم از عمیق‌ترین قسمت قوس به صورت افقی تا خط L کشیده شد و به‌عنوان خط H نام‌گذاری شد (۲۰). ارزیابی لوردوز همانند ارزیابی کایفوز انجام شد، اما تنها تفاوت در تعیین نقاط آناتومیکی روی زائده خاری مهره‌های L1 وS2 برای ارزیابی لوردوز کمری بود (۲۱). با جایگزین کردن طول این خطوط در رابطه $\theta = 4 (\arctan [2H/L])$ زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری محاسبه شد. محدوده ۳۷-۴۲ درجه به‌عنوان لوردوز کمری طبیعی و محدوده ۲۰-۴۵ درجه به‌عنوان کایفوز سینه‌ای طبیعی در نظر گرفته شد (۲۲، ۲۱).

پروتکل تجربی

تمرینات ثبات‌مرکزی: درمجموع، CSE در چندین سطح مطابق با پیشرفت فردی اجرا شد. ابتدا انقباض عضلانی به صورت ایزومتریک در موقعیت‌هایی با حداقل بارگذاری انجام شد. با پیشرفت بیمار، فعالیت‌هایی پویای چند مفصلی اندام فوقانی و تحتانی با تأکید بر هم‌انقباضی عضلات عمقی طی حرکات در نظر گرفته شد. پروتکل CSE مطابق با مطالعه آکودو[1] و همکاران (۲۳) انجام شد. به‌طورکلی، تمرینات سه بار در هفته، هر جلسه ۴۰ دقیقه برای هشت هفته انجام شد. تعداد تکرار برای هر تمرین ۱۰ تا ۱۵ تکرار با ۱ دقیقه استراحت بین هر ست در نظر گرفته شد.

هالوینگ شکمی: روش AH مطابق با مطالعه پیشین اجرا شد. در مرحله اول (هفته‌های اول تا چهارم)، AH بر فعال‌سازی ایزوله عضلات عرضی‌شکمی و چندسر متمرکز بود (۲۴). برای فعال‌سازی عضله عرضی‌شکمی وضعیت ایستاده تکیه به دیوار انجام شد. از بیماران خواسته شد با فلکشن۲ اندک مفصل ران و اکستنشن۳ زانو پشت به دیوار بایستند (۲۵). سپس به بیماران آموخته شد که دیواره قدامی‌تحتانی شکم را «بالا و داخل» به سمت ستون‌فقرات بکشند. در همین حال، برای فعال‌سازی ایزوله۴ عضله چندسر هنگام AH بازوی طرف مقابل به سمت بالا حرکت داده شد (۲۴). در مرحله دوم (هفته‌های پنجم تا هشتم) بر افزایش دقت و مدت زمان AH تأکید شد. با پیشرفت بیمار، برای هم‌انقباضی عضلات عرضی‌شکمی و چندسر حالت خوابیده و نشسته در نظر گرفته شد که با اعمال بارگذاری زیادی همراه هستند (۲۴). علاوه بر این، به بیماران آموخته شد هنگام AH، عضلات عرضی‌شکمی و چندسر را لمس کنند تا بر کیفیت انقباض این دو عضله نظارت داشته باشند (۲۴). هنگام AH هیچ حرکتی در ستون‌فقرات، دنده یا لگن انجام نشد. بیماران وضعیت AH را به مدت ۱۰ ثانیه حفظ

1. Akudo
2. Flexion
3. Extension
4. Isolated

می‌کردند و به‌طور مداوم عمل دم و بازدم را انجام می‌دادند (۲۵). AH همراه با CSE سه بار در هفته، هر جلسه ۲۰ دقیقه برای هشت هفته انجام شد.

از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. در ابتدا آزمون شاپیرو-ویلک[1] برای اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها استفاده شد. علاوه بر این، از آزمون لوین[2] به‌منظور بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. درنهایت، آزمون کوواریانس[3] برای مقایسه نتایج بین‌گروهی استفاده شد و سطح معناداری و اطمینان به ترتیب ۰/۰۵ و ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. همچنین اندازه اثر در سه دسته (۰/۰۱ تا ۰/۰۵۹ اندازه اثر کم، ۰/۰۶ تا ۰/۱۴ اندازه اثر متوسط و بیش از ۰/۱۴ اندازه‌اثر زیاد) طبقه‌بندی شد (۲۶).

نتایج

در جدول (۱) نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان می‌دهد که اختلاف آماری معناداری بین گروه‌ها برای مشخصات دموگرافیک وجود نداشت؛ بنابراین توزیع داده‌ها نرمال بود. براساس نتایج آزمون لوین، واریانس‌ها همگن بودند. در جدول (۲) نتایج کوواریانس نشان می‌دهد که CSE در ترکیب AH با اندازه اثر زیاد، در کاهش زاویه کایفوز سینه‌ای ($P=۰/۰۰۰, \eta p^2=۰/۴۸۷$) و لوردوز کمری ($P=۰/۰۰۰, \eta p^2=۰/۶۵۴$) تأثیر معناداری داشت. در جدول (۳) آمار توصیفی نشان می‌دهد که گروه تجربی یک کاهش ۷ درصدی در زاویه کایفوز سینه‌ای و یک کاهش ۶ درصدی در لوردوز کمری داشت

جدول ۱- نتایج آزمون شاپیرو-ویلک
Table 1- Shapiro–Wilk test result

متغیر Variable	گروه تجربی Experimental group	گروه کنترل Control group	مقدار P
سن (سال) Age (year)	45.66±8.83	42.00±9.48	0.154
قد (سانتی‌متر) Height (cm)	154.78±5.41	159.16±5.58	0.856
وزن (کیلوگرم) Weight (kg)	69.70±6.76	70.45±7.07	0.221
درد (میلی‌متر) Pain (mm)	62.33±10.15	59.66±9.90	0.154
ناتوانی	44.86±11.12	40.53±12.50	0.077

1. Shapiro-Wilk
2. Levene’s
3. Covariance

جدول ۲- نتایج آزمون کووارایانس

Table 2- Covariance test results

متغیر Variable	مقدار F	درجه آزادی DF	مربع مجذورات Sum of Squares	میانگین مجذورات Men Squares	توان Power	اندازه اثر Partial eta squared	مقدارP
کایفوز Kyphosis	25.598	1	83.303	83.303	0.998	0.487	*0.000
لوردوز Lordosis	50.959	1	63.509	63.509	1	0.654	*0.000

*: P <۰/۰۵ سطح معناداری

جدول ۳- نتایج آمار توصیفی

Table 3- Descriptive Statistics results

متغیر Variable	گروه Group	میانگین ± انحراف استاندارد پیش‌آزمون پس‌آزمون Mean ±Standard Deviation Posttest Pretest		۹۵ درصد اطمینان (پس‌آزمون) کران پایین کران بالا 95% Confidence interval (posttest) Upper Lower		درصد تغییرات Percentage of changes
کایفوز Kyphosis	تجربی	44.00±1.77	47.93±1.28	43.02	44.98	-7
	کنترل	47.40±1.84	48.13±1.30	46.38	48.42	-2
لوردوز Lordosis	تجربی	43.20±1.42	45.87±1.45	42.41	45.81	-6
	کنترل	46.67±1.54	46.47±1.06	46.47	46.67	1

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کارآزمایی بالینی حاضر، بررسی تأثیر CSE ترکیب با AH بر راستای ساجیتال ستون فقرات سینه‌ای و کمری در بیماران با CNLBP بود. نتایج نشان داد که گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل با اندازه اثر زیاد، تأثیر معناداری بر کاهش زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری داشت؛ بنابراین از فرضیه پژوهش حاضر حمایت می‌شود. پنجابی[1] استدلال کرد که ثبات ستون‌فقرات را سه زیرسیستم غیرفعال (استخوان، رباط و کپسول مفصلی)، فعال (عضلات و تاندون[2]) و عصبی (سیستم عصبی‌مرکزی و محیطی) تشکیل می‌دهد. او معتقد بود این زیرسیستم‌ها با هم تعامل دارند تا ثبات ستون‌فقرات را فراهم کنند (۲۷)؛ درنتیجه ناپایداری ستون فقرات می‌تواند ناشی از اختلال در ساختارهای فعال، غیرفعال یا عصبی باشد (۲۸). به‌طورکلی، عضلات مرکزی بدن به دو دسته گلوبال و لوکال طبقه‌بندی می‌شوند (۲۹). عضلات لوکال عمدتاً عمقی و تک-

1. Panjabi
2. Tendon

مفصلی هستند که روی مهره‌ها اتصال دارند. این عضلات عمدتاً برای کنترل حرکت، حفظ ثبات ایستا و راستای وضعیتی به صورت اکسنتریک۱ عمل می‌کنند (۳۰، ۱۱). درمقابل، عضلات گلوبال معمولاً عضلات سطحی دومفصلی هستند که تنه را به اندام‌ها متصل می‌کنند و به صورت کانسنتریک۲ عمل می‌کنند تا برای حرکت و قدرت گشتاور تولید کنند (۳۰، ۱۱). در همین حال، تغییر فعالیت عضلات عمقی در بیماران با LBP گزارش شده است (۳۱). هماهنگی ضعیف عضلات لوکال یک عامل مهم در اختلالات ستون‌فقرات مرتبط با LBP در نظر گرفته می‌شود (۳۲). اعتقاد بر این است که ثبات ضعیف مرکزی، نیروی مضاعفی روی ستون‌فقرات وارد می‌کند (۳۳). در همین حال، فعال کردن عضلات عمقی با حداقل فعالیت عضلات سطحی بار فشاری روی ستون‌فقرات را کاهش می‌دهد و درنهایت، درد و ناتوانی عملکردی کاهش می‌یابد (۲۴)؛ بااین‌حال، انتظار می‌رود به‌کارگیری تمریناتی که عضلات لوکال را هدف قرار دهد، به بهبود راستای ستون فقرات کمک کند (۲۹).

CSE پروتکلی برای بهبود عملکرد عضلات تثبیت‌کننده ستون‌فقرات برای حفظ موقعیت خنثی ستون فقرات طی فعالیت‌های روزانه است (۳۴). به‌طورکلی، پروتکل ما بر فعال‌سازی عضلات عرضی‌شکمی و چندسر متمرکز بود. عضله عرضی‌شکمی یک تثبیت‌کننده لوکال کلیدی است که حرکت بین مهره‌ای را کنترل می‌کند (۲۹). در همین حال، مطالعات پیشین اظهار کردند که تمرینات ثبات‌دهنده ضخامت و الگوی فیدفورواردی۳ عضله عرضی‌شکمی را در بیماران با CLBP افزایش می‌دهد (۳۵). عضله عرضی‌شکمی به لایه‌های میانی و خلفی فاسیای سینه‌ای-کمری متصل است که لایه خلفی مهم‌ترین نقش در حمایت از ستون‌فقرات کمری و عضلات شکمی دارد (۳۶). فاسیای توراکولومبار۴ به‌عنوان «کمربند پشتی طبیعت» عمل می‌کند (۳۶). انقباض عضله عرضی‌شکمی باعث افزایش کشش فاسیای توراکولومبار می‌شود و درنتیجه ثبات افزایش می‌یابد؛ درنتیجه این مکانیسم مرکز بدن را به یک استوانه سفت تبدیل می‌کند و باعث افزایش ثبات کمری-لگنی می‌شود (۲۴). این مکانیسم نشان می‌دهد که عضله عرضی‌شکمی نقش مکانیکی مهمی در خنثی کردن بارگذاری نامتقارن روی لگن و تنه دارد (۳۷). با انقباض عضله عرضی‌شکمی ستون‌فقرات کمری صاف می‌شود و قفسه‌سینه را به سمت بالا حرکت می‌دهد و درنهایت، امکان اکستنشن ستون‌فقرات سینه‌ای را فراهم می‌کند (۲۹)؛ به عبارت دیگر، به نظر می‌رسد اصلاح کایفوز سینه‌ای در اثر مکانیسم زنجیره حرکتی در ستون‌فقرات باشد؛ به‌طوری‌که با اصلاح لوردوز کمری کایفوز سینه‌ای کاهش یافته است. علاوه بر این، سفتی قفسه‌سینه با کایفوز سینه‌ای همراه است (۲۹). با توجه به این نکته که تنفس بخشی از پروتکل ما بود، به‌نظر می‌رسد تنفس عمیق تکراری سفتی قفسه‌سینه را برطرف کرده و کایفوز سینه‌ای را کاهش داده است (۲۹)؛ درنتیجه فعال‌شدن عضلات تنه تمام سگمنتال ستون‌فقرات را در موقعیت بیومکانیکی خنثی قرار می‌دهد و انحنای ستون‌فقرات را اصلاح می‌کند (۳۲). در همین حال، گزارش شده است که راستای خنثی توراکولومبو۵-لگنی با کاهش درد در بیماران با LBP همراه است (۳۸)؛ بنابراین CSE ترکیب با AH با فعال کردن عضلات عمقی به‌عنوان عضلات پاسچرال وضعیت خنثی ستون‌فقرات را بازیابی می‌کند؛ درنتیجه توزیع نامتقارن بارگذاری روی ستون فقرات کمری اصلاح می‌شود و درد کاهش می‌یابد؛ بنابراین فعال‌سازی عضلات مرکزی می‌تواند برای پیشگیری و درمان اختلالات ستون‌فقرات در بیماران با CNLBP مؤثر باشد.

1. Eccentric
2. Concentric
3. Feed forward
4. Thoracolumbar fascia
5. Thoracolumbar

در این مطالعه محدودیت‌هایی وجود داشت: اول اینکه جامعه آماری فقط زنان با CNLBP بود؛ دوم اینکه ارزیابی زاویه کایفوز و لوردوز فقط در شرایط ایستا انجام شد؛ بنابراین توصیه می‌شود مطالعات آینده اثر تمرینات CSE در ترکیب با AH را بر زاویه کایفوز سینه‌ای و لوردوز کمری در مردان و زنان مبتلا به CNLBP طی فعالیت‌های پویا ارزیابی کنند.

پیام مقاله

راستای ستون فقرات تحت تأثیر سگمنتال مفاصل مجاور در زنجیره حرکتی قرار دارد. هماهنگی عضلات مرکزی برای کنترل حرکتی و پایداری ستون فقرات ضروری است. تمریناتی که عضلات دیافراگم، کف لگن، عضله عرضی شکم و عضله مولتی فیدوس را هدف قرار می‌دهند، پایداری کمری-لگنی-رانی را افزایش داده و راستای وضعیتی را بهبود می‌بخشند. این مطالعه پتانسیل درمانی CSE همراه با AH را در مدیریت CNLBP برجسته می‌کند.

تشکر و قدردانی

از تمامی بیمارانی که در این مطالعه شرکت کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

منابع

1. Turci AM, Nogueira CG, Carrer HC, Chaves TC. Self-administered stretching exercises are as effective as motor control exercises for people with chronic non-specific low back pain: a randomised trial. Journal of Physiotherapy. 2023;69(2):93-9.
2. Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnezhadgero AA, Hilfiker R. The effect of motor control training on kinetics variables of patients with non-specific low back pain and movement control impairment: prospective observational study. J Bodyw Mov Ther. 2017;21(4):1009–16.
3. Elabd AM, Elabd OM. Relationships between forward head posture and lumbopelvic sagittal alignment in older adults with chronic low back pain. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2021 Oct 1;28:150-6.
4. Bilgilisoy Filiz M, Cubukcu Firat S. Effects of physical therapy on pain, functional status, sagittal spinal alignment, and spinal mobility in chronic non-specific low back pain. Eurasian J Med. 2019;51(1):22–6.
5. Gignoux P, Lanhers C, Dutheil F, Boutevillain L, Pereira B, Coudeyre E. Non-rigid lumbar supports for the management of non-specific low back pain: a literature review and meta-analysis. Ann Phys Rehabil Med. 2022;65(1):101406.
6. Pinto RZ, Ferreira PH, Franco MR, Ferreira MC, Ferreira ML, Teixeira-Salmela LF, Oliveira VC, Maher C. The effect of lumbar posture on abdominal muscle thickness during an isometric leg task in people with and without non-specific low back pain. Manual therapy. 2011;16(6):578-84.
7. O'Sullivan K, O'Sullivan L, O'Sullivan P, Dankaerts W. Investigating the effect of real-time spinal postural biofeedback on seated discomfort in people with non-specific chronic low back pain. Ergonomics. 2013;56(8):1315–25.
8. Hooker QL, Lanier VM, van Dillen LR. Consistent differences in lumbar spine alignment between low back pain subgroups and genders during clinical and functional activity sitting tests. Musculoskeletal Science and Practice. 2021;52:102336.
9. Smith A, OSullivan P, Straker L. Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 2008;33(19):2101–7.
10. Babina R, Mohanty PP, Pattnaik M. Effect of thoracic mobilization on respiratory parameters in chronic non-specific low back pain: a randomized controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil. 2016;29(3):587–

95.
11. Jairus Quesnele DC. The assessment and treatment of muscular imbalance–the Janda approach. Manual Therapy. 2011;16:e4.
12. Ahmed EM, Abdel-majid SF, Abdallah DS, Abdallah WA. Influence of lumbar posture on back muscles flexion relaxation phenomenon among university students with chronic non-specific. Medical Journal of Cairo University. 2022;90(8):2489–94.
13. Ali MN, Sethi K, Noohu MM. Comparison of two mobilization techniques in management of chronic non-specific low back pain. Journal of bodywork and movement therapies. 2019;23(4):918-23.
14. Lomond KV, Jacobs JV, Hitt JR, DeSarno MJ, Bunn JY, Henry SM. Effects of low back pain stabilization or movement system impairment treatments on voluntary postural adjustments: a randomized controlled trial. The Spine Journal. 2015;15(4):596-606.
15. Gomes-Neto M, Lopes JM, Conceição CS, Araujo A, Brasileiro A, Sousa C, et al. Stabilization exercise compared to general exercises or manual therapy for the management of low back pain: A systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport. 2017;23:136–42.
16. Shamsi MB, Rezaei M, Zamanlou M, Sadeghi M, Pourahmadi MR. Does core stability exercise improve lumbopelvic stability (through endurance tests) more than general exercise in chronic low back pain? A quasi-randomized controlled trial. Physiother Theory Pract. 2016;32(3):171–8.
17. Waseem M, Karimi H, Gilani SA, Hassan D. Treatment of disability associated with chronic non-specific low back pain using core stabilization exercises in Pakistani population. J Back Musculoskelet Rehabil. 2019;32(1):149–54.
18. Matthijs OC, Dedrick GS, James CR, Brismée JM, Hooper TL, McGalliard MK, Sizer Jr PS. Co-contractive activation of the superficial multifidus during volitional preemptive abdominal contraction. PM&R. 2014;6(1):13-21.
19. Abbasi S, Hadian Rasanani MR, Ghotbi N, Olyaei GR, Bozorgmehr A, Rasouli O. Short-term effect of kinesiology taping on pain, functional disability and lumbar proprioception in individuals with nonspecific chronic low back pain: a double-blinded, randomized trial. Chiropractic & Manual Therapies. 2020;28:1.
20. Mirbagheri SS, Rahmani-Rasa A, Farmani F, Amini P, Nikoo MR. Evaluating kyphosis and lordosis in students by using a flexible ruler and their relationship with severity and frequency of thoracic and lumbar pain. Asian Spine J. 2015;9(3):416–22.
21. Bozorgmehr A, Ebrahimi Takamjani I, Akbari M, Salehi R, Mohsenifar H, Rasouli O. Effect of posterior pelvic tilt taping on abdominal muscle thickness and lumbar lordosis in individuals with chronic low back pain and hyperlordosis: a single-group, repeated-measures trial. J Chiropr Med. 2020;19(4):213–21.
22. Lowe TG. Scheuermann's Kyphosis. Neurosurg Clin N Am. 2007;18(2):305–15.
23. Kehinde AA, Akinbo SRA, Odebiyi DO. Effect of stabilization exercise on lumbar multifidus muscle thickness in patients with non-specific chronic low back pain. Iran Rehabil J. 2014;12(20):6–10.
24. Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, Boucaut R. Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders. 2021;22(1): 1-3.
25. Chanthapetch P, Kanlayanaphotporn R, Gaogasigam C, Chiradejnant A. Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. Manual therapy. 2009;14(6):642-6.
26. Yalfani A, Ahmadi M, Asgarpoor A, Ahmadi AH. Effect of foot orthoses on dynamic balance in taekwondo athletes with flexible flatfoot: a randomized controlled trial. The Foot. 2023;56:102042.
27. Wang X, Zheng J, Yu Z, Bi X, Lou S, Liu J, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. Plos one. 2012;7(12):1–7.
28. Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, et al. Impaired static postural control correlates to the contraction ability of trunk muscle in young adults with chronic non-specific low back pain: a cross-sectional study. Gait Posture. 2022;92:44–50.
29. Obayashi H, Urabe Y, Yamanaka Y, Okuma R. Effects of respiratory-muscle exercise on spinal curvature. J Sport Rehabil. 2012;21(1):63–8.

30. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. Sports Health. 2013;5(6):514–22.
31. Lopes S, Correia C, Félix G, Lopes M, Cruz A, Ribeiro F. Immediate effects of Pilates based therapeutic exercise on postural control of young individuals with non-specific low back pain: A randomized controlled trial. Complementary Therapies in Medicine. 2017;34:104-10.
32. Novak J, Jacisko J, Stverakova T, Juehring DD, Sembera M, Kolar P, et al. The significance of intra-abdominal pressure on postural stabilization: a low back pain case report. Slovak J Sport Sci. 2022;7(2): 3–18.
33. Coulombe BJ, Games KE, Neil ER, Eberman LE. Core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. J Athl Train. 2017;52(1):71–2.
34. 34. Zarei H, Norasteh AA. Effects of core stability training program on trunk muscle endurance in deaf children: a preliminary study. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2021;28:6-12.
35. Noormohammadpour P, Kordi M, Mansournia MA, Akbari-Fakhrabadi M, Kordi R. The role of a multi-step core stability exercise program in the treatment of nurses with chronic low back pain: a single-blinded randomized controlled trial. Asian Spine J. 2018;12(23):490–502.
36. Arendt EA. Core strengthening. Instr Course Lect. 2007;56:379–84.
37. Bjerkefors A, Ekblom MM, Josefsson K, Thorstensson A. Deep and superficial abdominal muscle activation during trunk stabilization exercises with and without instruction to hollow. Manual Therapy. 2010;15(5):502-7.
38. Toprak Çelenay Ş, Özer Kaya D. An 8-week thoracic spine stabilization exercise program improves postural back pain, spine alignment, postural sway, and core endurance in university students: A randomized controlled study. Turkish J Med Sci. 2017;47(2):504–13.