The Effect of Eight Weeks of Motor Control Exercises and Myofascial Release on Muscular Endurance of the Central Part of Body in People with Non-Specific Chronic Low Back Pain

Jamali Brayjani S[1], Alizadeh MH[2], Rahnama N[3]

1- PhD, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Kish International Campus, Iran
2- Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports and Health Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 2024.09.05 Accepted: 2024.10.21

Abstract

Purpose: low Back pain is a major health problem around the world that today's society is involved in, which worsens functional status, quality of life, and social life. The purpose of the present study is the effect of eight weeks of motor control exercises and myofascial release on Muscular Endurance of the Central Part of Body in people with non-specific chronic low back pain

Methods: The current study is of quasi-experimental type. In this study, 16 men with non-specific chronic low back pain diagnosed by a neurosurgeon were selected in a purposeful and accessible way and were randomly and equally divided into two experimental groups (age 30.2±6.1years, body mass index 23.7±3.7 kg/m2) and control (age 26.2±4.8 years, body mass index 25.6±5.4 kg/m2) the experimental group performed motor control exercises and myofascial release three times a week for a period of eight weeks, and the control group performed motor control exercises similar to the experimental group during the same period of time. The endurance of trunk flexion muscles (McGill Test) and trunk extension muscles (Biering Sorensen Test) of participants was evaluated before and after eight weeks of training. Data analysis was done using repeated measures analysis of variance and Bonferroni's post hoc test at a five percent error level and using SPSS software version 26.

Results: Movement control exercises with and without myofascial release have caused a significant increase in the amount of muscle endurance (McGill and Biering Sorensen test), after training compared to before training ($p<0.001$). Muscular endurance (McGill and Biering Sorensen test) was not significantly different between the control and experimental groups ($p>0.05$). Also, there was no significant difference between the control and experimental groups in muscle endurance changes before and after training ($p>0.05$).

Conclusion: According to the findings of the present study, it can be concluded that motor control exercises with and without myofascial release can improve the muscular endurance of the central region of the body in people with non-specific chronic low back pain, although the effect of motor control exercises and myofascial release on the muscular endurance of the central region The body was more than motor control exercises alone, but the amount of this effect was not significant. Therefore, it is possible that both protocols can be suggested as a useful method for the rehabilitation of people with non-specific chronic low back pain.

Keywords: Chronic Low Back Pain, Motor Control, Myofascial Release, Muscular Endurance

Corresponding Author: Mohammad Hossein Alizadeh
Email: mhalizadeh47@yahoo.com
ORCID: 0000-0003-1507-6502

Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

► **Please cite this article as:** Jamali Brayjani S, Alizadeh MH, Rahnama N. The Effect of Eight Weeks of Motor Control Exercises and Myofascial Release on Muscular Endurance of the Central Part Of Body in People with Non-Specific Chronic Low Back Pain. **JPSR** 2024; 13(3): 7-21. **DOI:** 10.22038/JPSR.2024.82342.2652.

تاثیر هشت هفته تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی

سعید جمالی برایجانی[۱]، محمدحسین علیزاده[۲]، نادر رهنما[۳]

هدف: کمردرد یک مشکل بهداشتی عمده در سراسر جهان است که جامعه امروز درگیر آن می باشد که باعث بدتر شدن وضعیت عملکردی، کیفیت زندگی و زندگی اجتماعی می شود. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

روش بررسی: مطالعه حاضر از نوع شبه تجربی می باشد در این مطالعه تعداد ۱۶ مرد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی با تشخیص پزشک جراح مغز و اعصاب، به روش هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی به طور مساوی در دو گروه مداخله (سن ۶/۱±۳۰/۲ سال، شاخص توده بدنی ۳/۷±۲۳/۷ کیلوگرم بر متر مربع) و کنترل (سن ۴/۸±۲۶/۲ سال، شاخص توده بدنی ۵/۴±۲۵/۶ کیلوگرم بر متر مربع) قرار گرفتند. نمونه های گروه مداخله به مدت زمان هشت هفته، هفته ای ۳ جلسه به انجام تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال و گروه کنترل در همین مدت زمان به انجام تمرینات کنترل حرکتی مشابه گروه مداخله پرداختند. استقامت عضلات فلکشن تنه (آزمون مک گیل) و عضلات اکستنشن تنه (بیرینگ سورنسن) (Biering-Sorensen Test) آزمودنی ها قبل و بعد از هشت هفته تمرین مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس با اندازه های تکراری در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ی ۲۶ نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته ها: تمرینات کنترل حرکتی با و بدون رهاسازی میوفاشیال باعث ایجاد افزایش معنادار در مقدار استقامت عضلانی (آزمون مک گیل و بیرینگ سورنسن)، بعد از تمرین نسبت به قبل تمرین بوده است ($p<۰/۰۰۱$). استقامت عضلانی (آزمون مک گیل و بیرینگ سورنسن) بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنادار نداشت ($p>۰/۰۵$). همچنین تغییرات استقامت عضلانی در قبل و بعد تمرین بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$).

نتیجه گیری: با توجه به یافته های پژوهش حاضر، می توان نتیجه گرفت تمرینات کنترل حرکتی با و بدون رهاسازی میوفاشیال می تواند موجب بهبود استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی گردد هرچند تاثیر تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن بیشتر از تمرینات کنترل حرکتی به تنهایی بود ولی میزان این تاثیر معنادار نبود. بنابراین، به نظر می رسد که هر دو پروتکل تمرینی بتوانند به عنوان یک روش مفید برای توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی استفاده شوند.

کلمات کلیدی: کمردرد مزمن، کنترل حرکتی، رهاسازی میوفاشیال، استقامت عضلانی

نویسنده مسئول: محمدحسین علیزاده، mhalizadeh47@yahoo.com، ORCID: 0000-0003-1507-6502

آدرس: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- دکترای تخصصی آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، پردیس بین المللی کیش، ایران.

۲- استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

کمردرد (Low Back Pain; LBP) یک مشکل بهداشتی عمده در سراسر جهان است که جامعه امروز درگیر آن می باشد که باعث بدتر شدن وضعیت عملکردی، کیفیت زندگی و زندگی اجتماعی می شود همچنین اثرات اجتماعی و اقتصادی مانند کاهش نیروی کار و افزایش بار مالی دارد (۱). کمردرد یک شکایت رایج با شیوع ۷۰ تا ۸۵ درصد مادام العمر و میانگین شیوع

نقطه ای ۳۰ درصد است (۳، ۲). تعداد سال‌های ناتوانی ناشی از کمردرد از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ به میزان ۵۴ درصد در سطح جهان افزایش یافته است، بنابراین به علت اصلی ناتوانی جهانی تبدیل شده است (۴). عود کمردرد بسیار شایع است و بر اساس گزارش‌ها، احتمال بازگشت آن ۵۰ درصد در عرض یک سال، ۶۰ درصد در عرض دو سال و ۷۰ درصد در عرض پنج سال است (۵). تقریباً ۱۰ تا ۴۰ درصد از افرادی که دچار کمردرد می‌شوند، دوره‌های عودکننده را تجربه می‌کنند و در نهایت به کمردرد مزمن (Chronic Low Back Pain; CLBP) مبتلا می‌شوند (۶). ۹۰ درصد بیماران کمردرد دارای برچسب کمردرد مزمن غیراختصاصی (Non-Specific Chronic Low Back Pain; NSCLBP) هستند که به عنوان کمردردی تعریف شده است که به یک آسیب شناسی خاص شناخته شده و قابل تشخیص نسبت داده نمی شود (۷). شواهد علمی کمی در مورد شیوع کمردرد مزمن غیراختصاصی وجود دارد: بهترین تخمین ها نشان می دهد که شیوع تقریباً ۲۳٪ است، که ۱۱ تا ۱۲ درصد جمعیت به دلیل کمردرد از کار افتاده اند (۸).

کمردرد نتیجه تعاملات پیچیده ای است که عوامل بیولوژیکی، روانی و اجتماعی را در بر می گیرد (۹). عوامل خطر مرتبط با پیشرفت کمردرد حاد به مزمن شامل، عوامل ژنتیکی، جنس مونث، سبک زندگی (به عنوان مثال، سبک زندگی کم تحرک، چاقی، و سیگار کشیدن)، عوامل روانی اجتماعی (حمایت اجتماعی ضعیف، اضطراب، افسردگی، و فاجعه سازی)، مکانیسم های مقابله ای ضعیف (مثلاً رفتار ترس-اجتنابی)، صدمات تروماتیک، خطرات شغلی (به عنوان مثال، کار ساختمانی و انواع دیگر کار دستی، رضایت شغلی ضعیف و محیط کار خصمانه)، افزایش ثانویه، شدت بیماری بیشتر (به عنوان مثال، درد پایه بالاتر، ناتوانی بیشتر، و مصرف مواد افیونی) می باشد (۱۰). کمردرد مزمن با تغییرات ریخت شناسی بافتی (Histomorphologic) و ساختاری در عضلات ستون فقرات (Paraspinal Muscles) همراه است این عضلات پشت کوچکتر و حاوی چربی هستند و درجه ای از تغییرات آتروفی را در رشته های عضلانی منتخب نشان می دهند (۱۲، ۱۱). بنابراین، عضلات ناحیه ستون فقرات کمری ضعیف همراه با خستگی مفرط هستند (۱۳). مطالعات متعدد تغییراتی را در الگوهای فعالیت عضلات پشت در بیماران مبتلا به کمردرد عودکننده و مزمن گزارش کرده اند افزایش فعالیت عضلات سطحی پشت در افراد مبتلا به کمردرد مزمن (CLBP) در مقایسه با افراد سالم به عنوان یک استراتژی جبرانی برای افزایش ثبات ستون فقرات، که منجر به خستگی عضلات ستون فقرات می شود، گزارش شده است (۱۴-۱۸). آتروفی عضلات مولتی فیدوس (Multifidus Muscles) و افزایش خستگی پذیری نیز ممکن است نشان دهنده سازش های اضافی برای ثبات کمر در بیماران مبتلا به کمردرد باشد (۲۰، ۱۹). در موارد کمردرد، کاهش تحرک بخش ستون فقرات، کاهش فعالیت و استقامت عضلات عمقی تنه و کاهش سطح مقطع عضله مولتی فیدوس شناسایی شده است (۲۲، ۲۱).

با توجه به میزان بروز و عود بالای کمردرد مزمن، بار اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی بر بیمار، خانواده و جامعه وارد کرده است بنابراین، یافتن یک درمان موثر برای کمردرد مزمن ضروری است. درمان کمردرد مزمن بسیار چالش برانگیز است راه های زیادی برای درمان این بیماری در محیط بالینی مانند جراحی، دارو درمانی، مداخلات غیرپزشکی، فیزیوتراپی و ورزش وجود دارد (۲۴، ۲۳). مصرف طولانی مدت داروها می‌تواند عوارض جانبی متعددی مانند مشکلات گوارشی و اختلالات قلبی عروقی ایجاد کند (۲۶، ۲۵) همچنین، درمان جراحی معمولاً با پیامدهایی مانند کمردرد مزمن پس از جراحی و شکست در نتیجه جراحی همراه است (۲۸، ۲۷)، به همین دلیل، معمولا بسیاری از افراد ترجیح می‌دهند از انجام درمان های جراحی خودداری کنند. بسیاری از پزشکان و بیماران اغلب به دنبال راه های موثرتری برای درمان کمردرد مزمن هستند.

کالج پزشکان آمریکا (American College of Physicians; ACP) دستورالعمل هایی را همراه با توصیه هایی برای مدیریت غیرتهاجمی کمردرد رادیکولار یا غیر رادیکولار منتشر کرده است ورزش یک رویکرد درمانی رایج برای کمردرد مزمن است که توسط دستورالعمل‌های بالینی به عنوان اولین خط مراقبت توصیه شده است (۳۱-۲۹). ورزش می تواند قدرت اکستنشن ستون فقرات، تحرک، استقامت و ناتوانی عملکردی را بهبود بخشد (۳۳، ۳۲). ورزش های متنوع برای کاهش کمردرد مزمن

پیشنهاد شده است. این تمرینات بر روی تثبیت کمر و تقویت ناحیه مرکزی بدن تمرکز دارند (۳۴). با این حال، شواهد محدودی در مورد: الف) کدام ورزش بهترین است و ب) اثرات طولانی مدت درمان های مختلف مبتنی بر ورزش، وجود دارد (۳۵-۳۷).

تمرینات کنترل حرکتی (Motor Control Exercises; MCE) را می توان به عنوان روشی تعریف کرد که در آن سیستم عصبی، وضعیت و حرکت را برای انجام یک کار حرکتی خاص کنترل می کند و شامل در نظر گرفتن تمام فرآیندهای حرکتی، حسی و یکپارچه مرتبط است که هدف آن تغییر روشی است که فرد بدن خود را کنترل می‌کند (شامل وضعیت بدنی / هم ترازی، حرکت، فعال‌سازی عضلات) تا بارگذاری ستون فقرات و ساختارهای مجاور را تغییر دهد (۳۸). اثربخشی تمرین کنترل حرکتی موضوع چندین بررسی سیستماتیک بوده است که مقایسه های مختلفی را انجام داده اند (۳۹-۴۱).

به رسمیت شناختن بافت نرم به عنوان یک مولد درد در کمردرد مزمن مفهوم جدیدی نیست و اخیراً تغییر الگو در ارزیابی و درمان کمردرد به سمت تمرکز بیشتر بر علل درد بافت نرم مورد توجه قرار گرفته است (۴۲). بافت میوفاشیال ممکن است منبع درد کمردرد مزمن باشد (۴۳). به دلیل تغییرات در ساختار فاشیا، اختلال در عملکرد عضلات عمقی پشت و تنه در کمردرد مزمن شایع است (۴۵، ۴۴). عضله های عمیق پشت و تنه از طریق فاشیای سینه ای-کمری (Thoracolumbar Fascia; TF) به خط سطحی پشتی (Superficial Back Line; SBL) متصل می شوند (۴۶). با سفت شدن بافت فاشیال، کلاژن متراکم و لیفی می شود و بافت الاستین (Elastic) انعطاف پذیری خود را از دست می دهد با گذشت زمان این می تواند به بیومکانیک عضلانی ضعیف، تراز ساختاری تغییر یافته، و کاهش قدرت، استقامت و هماهنگی حرکتی منجر شود متعاقباً بیمار دچار درد می شود و ظرفیت عملکردی از بین می رود (۴۷).

رهاسازی میوفاشیال (Myofascial Release; MR) به عنوان یک اصطلاح کلی برای تکنیک های مختلف درمان دستی توصیف می شود که بر عضلات و میوفاشیال فشار وارد می‌کنند، که هدف آن تسکین درد با بازگرداندن عملکرد بافت های نرم آسیب دیده است (۴۸، ۴۷). در درمان رهاسازی میوفاشیال از کشش محدود میوفاشیال استفاده می شود تا طول و عملکرد غشای میوفاشیال به حالت عادی بازگردد (۴۹، ۴۷). رهاسازی میوفاشیال همراه با سایر درمان ها می تواند به طور موثر درد و ناتوانی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن را کاهش دهد (۵۱، ۵۰). تا به امروز درک علت خاص کمردرد مزمن غیراختصاصی مبهم باقی مانده است، زیرا ناشی از عوامل مختلفی است که می توانند با یکدیگر تعامل داشته باشند بنابراین مدیریت مناسب کمردرد مزمن یک موضوع پیچیده است و به عوامل متعددی بستگی دارد که پزشکان، سیاست گذاران مراقبت های بهداشتی و بیماران را درگیر می کند (۵۲).

بنابراین باتوجه به ماهیت، عوامل دخیل در کمردرد مزمن غیراختصاصی که باید در برنامه های ورزشی و تمرینی لحاظ شوند، مطالعات بیشتری برای یافتن روش های موثرتر برای توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی و پیشگیری از کمردرد در جامعه مورد نیاز می باشد به نظر می رسد به کارگیری روش ترکیبی تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال برای توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مفید و به عنوان یک نوآوری در توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی باشد لذا هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر شبه تجربی سه سو کور، با طرح پیش آزمون و پس آزمون بر روی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی که به دلیل کمردرد به پزشک متخصص جراحی مغز و اعصاب ستون فقرات مراجعه کرده بودند، انجام شد. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماری G*Power مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد (α=۰/۰۵)، با توان آزمون ۸۰ درصد (β=۰/۲)، و اندازه اثر بزرگ (d=۰/۴) و تعداد تکرار ۲، ۸ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد که به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و به روش تصادفی به طور مساوی در دو گروه مداخله و کنترل قرار گرفتند.

معیارهای ورود به تحقیق شامل افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی (۸)، محدوده سنی ۲۰ تا ۴۰ سال

(۵۴، ۵۳)، عدم جراحی ستون فقرات کمری (۵۵)، دارای نمره بیشتر و مساوی ۴ در پرسشنامه کمردرد و ناتوانی رولند موریس (Roland-Morris Low Back Pain and Disability Questionnaire; RMDQ)، بیمارانی که در ۳ ماه گذشته در دوره های مربوط به تمرینات ثبات مرکزی شرکت نکرده اند (۵۵)، تایید ابتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی و نداشتن هیچ گونه منع تمرینی توسط پزشک متخصص جراح مغز و اعصاب ستون فقرات و تمایل به شرکت در تحقیق با تایید رضایت نامه کتبی بود. افراد مبتلا به کمردرد مزمن اختصاصی (۸)، بیماری های منع پزشکی جهت فعالیت بدنی و ورزش، انجام مداخلات درمانی دیگر (۵۵)، داشتن غیبت بیش از سه جلسه متوالی و عدم تمایل به ادامه همکاری در پژوهش از معیارهای خروج از مطالعه در نظر گرفته شد.

در ابتدا از آزمودنی های هر دو گروه پیش آزمون به عمل آمد و سپس آزمودنی های گروه مداخله و کنترل به مدت هشت هفته در جلسات توانبخشی شرکت نمودند. پس از برگزاری جلسات توانبخشی، همه آزمودنی ها در پس آزمون شرکت کردند و شاخص های مورد نظر اندازه گیری شد. برای پایایی و اطمینان از نتایج ارزیابی آزمودنی ها قبل و بعد از هشت هفته، آزمون های پژوهش توسط یک آزمونگر و در یک زمان مشابه از روز انجام شد. همچنین، آزمونگر به قرارگیری آزمودنی در کدام گروه بی اطلاع بود.

در این پژوهش برای ارزیابی استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن از آزمون های استقامت عضلات فلکشن تنه (آزمون مک گیل) (Trunk Flexor Endurance Test at 60 Degree Angle (McGill Test)) و استقامت عضلات اکستنشن تنه (بیرینگ سورنسن) (Biering-Sorensen Test) استفاده شد.

برای انجام آزمون استقامت عضلات فلکشن تنه، آزمودنی در حالت دراز و نشست قرار گرفته، تنه در زاویه ۶۰ درجه از سطح زمین و ران و زانو هر دو در زاویه ۹۰ درجه است. بازوها روی سینه جمع شده و دست ها روی شانه مخالف قرار می گیرند، پاها به وسیله نوارهای ثابت کننده ثابت می شود یک گوه با زاویه ۶۰ درجه در پشت تنه فرد روی سطح زمینی برای حمایت زاویه ۶۰ درجه گذاشته می شود. به آزمودنی ها آموزش داده می شود که وضعیت بدن خود را حفظ کنند در حالی که گوه نگهدارنده ۱۰ سانتی متر به عقب کشیده شد آزمایش شروع می شود. فرد این وضعیت را تا حد امکان نگه داشته کل زمانی که فرد قادر به نگهداری این وضعیت باشد، به عنوان رکورد آزمودنی با استفاده از کورنومتر ثبت می شود آزمایش زمانی پایان می یابد که قسمت بالایی بدن به زیر زاویه ۶۰ درجه برود. ضریب همبستگی درون گروهی و بین ارزیاب این آزمون بیش از ۰/۹۷ (ICC≥۰/۹۷) می باشد (۵۷، ۵۶).

برای انجام آزمون استقامت عضلات اکستنشن تنه (بیرینگ سورنسن)، فرد به حالت دمر بر روی تخت دراز کشیده در حالی که تنه از تخت بیرون است، دست ها به صورت ضربدری جلوی سینه به نحوی که اندام های فوقانی روی قفسه سینه نگه داشته می شود و دست ها روی شانه های مخالف قرار دارد و پاها توسط تسمه به تخت ثابت شده اند. سپس از فرد خواسته می شود که تنه را موازی با سطح زمین نگه دارد. مدت زمانی که فرد بتواند این حالت را حفظ کند به عنوان امتیاز وی ثبت می گردد (۵۸، ۵۶). ضریب همبستگی درون گروهی و بین ارزیاب این آزمون بیش از ۰/۹۷ (ICC≥۰/۹۷) می باشد (۵۷، ۵۶).

پروتکل تمرینی

آزمودنی های هر دو گروه تمرینات را به مدت ۸ هفته، هفته ای ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه انجام دادند (۵۹). گروه مداخله تمرینات کنترل حرکتی با رها سازی میوفاشیال و گروه کنترل فقط تمرینات کنترل حرکتی مشابه گروه مداخله را زیر نظر محقق انجام دادند. برنامه تمرینی هر جلسه در سه بخش: گرم کردن، تمرینات اصلی و سرد کردن انجام شد. تمرینات از سطح پایین شروع و به تدریج پیشرفت می کردند.

پروتکل گروه مداخله (تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال):

برنامه تمرینی گروه مداخله در هر جلسه شامل سه بخش: ۱- گرم کردن ۲- رهاسازی بافت موفاشیال توسط خود فرد با فوم غلتان (۶۰) (جدول ۱) و در ادامه انجام تمرینات کنترل حرکتی (جدول ۲) (۶۲، ۶۱) ۳- سرد کردن انجام شد.

پروتکل گروه کنترل (تمرینات کنترل حرکتی مشابه گروه مداخله): برنامه تمرینی گروه کنترل در هر جلسه

جدول ۱: رهاسازی بافت موفاشیال توسط خود فرد با فوم غلتان

بخش های میوفاشیال خط پشتی سطحی	هفته اول تا چهارم فوم رول نرم	هفته پنجم تا هشتم فوم رول سخت
فاسیای اپی کرانیال(قاعده جمجمه)	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱تکرار
ارکتور اسپاینا	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱ تکرار
فاسیای ساکرولومبار	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱ تکرار
همسترینگ	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱ تکرار
گاستروکنمیوس	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱ تکرار
فاسیای کف پا	۹۰ ثانیه*۱ تکرار	۳۰ ثانیه*۱ تکرار

جدول ۲: تمرینات کنترل حرکتی

مرحله	تمرین	شدت
مرحله اول (هفته ۱ و ۲)	۱- مانور کشیدن شکم به داخل در حالت خوابیدن به پشت ۲- وضعیت چهار دست و پا همراه با مانور کشیدن شکم به داخل ۳- مانور کشیدن شکم به داخل در حالت نشسته ۴- مانور کشیدن شکم به داخل در حالت ایستاده ۵- پل زدن همراه با مانور کشیدن شکم به داخل ۶- در حالت خوابیدن به پشت و بلند کردن پا(به صورت تکی یا هر پا) همراه با مانور کشیدن شکم به داخل(۳ ست، ۱۰ تکرار)	۳ ست: ۱۰ تکرار ۷ ثانیه‌ای
مرحله دوم (هفته ۳ تا ۶)	۱- وضعیت چهار دست و پا، با بالا آوردن بازو(خم کردن بازو) و مانور کشیدن شکم به داخل ۲- وضعیت چهار دست و پا، با باز کردن پاها و مانور کشیدن شکم به داخل ۳- درازنشست ۴- پل زدن تک پا همراه با مانور کشیدن شکم به داخل ۵- پلانک زدن به پهلو همراه با مانور کشیدن شکم به داخل (۳ ست، ۱۰ تکرار) ۶- پلانک زدن به شکم همراه با مانور کشیدن شکم به داخل(۳ تکرار در حد توان)	۳ ست: ۱۰ تکرار ۷ ثانیه‌ای
مرحله سوم (هفته ۷ و ۸)	۱- بلند کردن دست و پای مخالف در وضعیت چهار دست و پا همراه با مانور کشیدن شکم به داخل ۲- چرخش تنه همراه با مانور کشیدن شکم به داخل(۳ ست، ۱۰ تکرار) ۳- نشستن و برخاستن همراه با مانور کشیدن شکم به داخل(۳ ست، ۱۰ تکرار) ۴- اسکات به دیوار همراه با مانور کشیدن شکم به داخل(۱۰ تکرار ۵ ثانیه ای) ۵- راه رفتن با مانور کشیدن شکم به داخل(۱۰ دقیقه)	۳ ست: ۱۰ تکرار ۷ ثانیه‌ای

شامل سه بخش: ۱- گرم کردن ۲- تمرینات کنترل حرکتی مشابه گروه مداخله (جدول ۲) (۶۲، ۶۱) ۳- سرد کردن انجام شد.

با توجه به طرح پژوهش، تجزیه و تحلیل در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از شاخص های میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در سطح استنباطی با توجه به طرح پژوهش از مدل آنالیز واریانس با اندازه های تکراری ۲×۲ استفاده شد. آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور انجام مقایسه های دوتایی مورد استفاده قرار گرفت. پذیره های زیربنایی مدل از قبیل نرمال بودن توزیع خطا، همگنی واریانس خطا و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس به ترتیب بوسیله ی آزمون های شاپیروویلک (Shapiro–Wilk Test)، لوین (Levene’s Test) و باکس (Box’s Test) مورد

بررسی و تایید قرار گرفت. برای مقایسه ی ویژگی های فردی آزمودنی های دو گروه و با توجه به برقراری فرض نرمال بودن داده ها در هر گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. آزمون ها در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ی ۲۶ نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته ها

شانزده مرد مبتلا به کمردرد غیراختصاصی مزمن در قالب دو گروه هشت نفری کنترل (تمرینات کنترل حرکتی) و تجربی(تمرینات کنترل حرکتی با رهاسازی میوفاشیال) مورد مطالعه قرار گرفتند. ویژگی های فردی نمونه‌ها سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۳ گزارش شده است. پس از بررسی و تایید نرمال بودن توزیع داده های مربوط به ویژگی های فردی، در هر یک از دو گروه، برای مقایسه‌ی میانگین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتیجه ی آزمون تی مستقل تفاوت معناداری بین دو گروه در میانگین سن (p=۰/۱۶۹)، قد (p=۰/۴۹۰)، وزن (p=۰/۲۷۵) و شاخص توده‌ی بدنی (p=۰/۴۲۹) نشان نداد.

نتایج حاصل از اندازه گیری استقامت عضلانی آزمودنی ها با دو آزمون مک گیل و بیرینگ سورنسن در دو گروه کنترل و تجربی در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به طرح مطالعه برای تحلیل داده ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکرای ۲*۲ استفاده شد.

پذیره‌های زیربنایی این مدل بررسی و نتایج بصورت زیر بدست آمد. بر اساس نتایج آزمون شاپیروویلک برای امتیاز آزمون مک گیل در مراحل پیش آزمون (p=۰/۶۲۸)، پس‌آزمون (p=۰/۰۹۴) و امتیاز آزمون بیرینگ سورنسن در مراحل پیش آزمون (p=۰/۰۸۹)، پس‌آزمون (p=۰/۳۷۶) فرض نرمال بودن توزیع خطا رد نشد. بر اساس نتایج آزمون لوین، فرض همگنی واریانس خطا بین دو گروه برای امتیاز آزمون مک گیل در مراحل پیش آزمون (p=۰/۶۱۳) و پس‌آزمون (p=۰/۰۹۱) و امتیاز آزمون بیرینگ سورنسن در مراحل پیش آزمون (p=۰/۹۹۷) و پس‌آزمون (p=۰/۶۰۳) رد نشد. فرض همگنی ماتریس واریانس کواریانس نیز در متغیرهای امتیاز آزمون مک گیل (p=۰/۱۹۶)، امتیاز آزمون بیرینگ سورنسن (p=۰/۶۵۸) به وسیله آزمون باکس تایید شد.

در امتیاز آزمون مک گیل طبق نتیجه ی آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری، اثر زمان اندازه‌گیری ($F(1,14)=۵۶/۴۱۴$ ؛ $p<۰/۰۰۱$ ؛ $\eta^2=۰/۸۰۱$) معنادار بود. ولی اثر گروه تجربی ($F(1,14)=۲/۶۱۶$ ؛ $p=۰/۱۲۸$ ؛ $\eta^2=۰/۱۵۷$) و اثر متقابل گروه و زمان اندازه‌گیری ($F(1,14)=۳/۱۴۲$ ؛ $p=۰/۰۹۸$ ؛ $\eta^2=۰/۱۸۳$) در سطح خطای پنج درصد معنادار نبود.

در امتیاز آزمون بیرینگ سورنسن طبق نتیجه‌ی آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری، اثر زمان اندازه‌گیری ($F(1,14)=۴۸/۵۲۲$ ؛ $p<۰/۰۰۱$ ؛ $\eta^2=۰/۷۷۶$) معنادار بود. ولی اثر گروه تجربی ($F(1,14)=۰/۵۸۱$ ؛ $p=۰/۴۵۸$ ؛ $\eta^2=۰/۰۴۰$) و اثر متقابل گروه و زمان اندازه‌گیری ($F(1,14)=۰/۹۸۲$ ؛ $p=۰/۳۳۹$ ؛ $\eta^2=۰/۰۶۶$) در سطح خطای پنج درصد معنادار نبود.

بنابراین استقامت عضلانی افراد اندازه‌گیری شده توسط هر دو آزمون مک‌گیل و بیرینگ سورنسن بعد از انجام تمرینات به طور معناداری بیشتر از قبل تمرین بوده است. و تفاوت معناداری بین میانگین امتیاز آزمودنی‌های دو گروه کنترل و تجربی مشاهده نشد. از طرفی با توجه به عدم معناداری اثر توام زمان و گروه، نتیجه می‌شود که افزایش معنادار امتیاز استقامت عضلانی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در آزمودنی های هر دو گروه کنترل ($p<۰/۰۰۱$) و تجربی ($p<۰/۰۰۱$) وجود داشته است.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. نتایج یافته ها نشان داد تفاوت میانگین امتیاز استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن (آزمون های مک گیل و بیرینگ سورنسن) آزمودنی-ها قبل و بعد از هشت هفته تمرین در گروه های مداخله و کنترل در پس آزمون بطور معناداری بیشتر از پیش آزمون بوده، ولی با وجود اختلاف میانگین از پیش آزمون به پس آزمون (آزمون مک گیل: گروه مداخله ۱۲۷/۶، گروه کنترل ۷۸/۸ و در آزمون بیرینگ سورنسن: گروه مداخله ۴۸/۱، گروه کنترل ۳۶/۱)، میانگین امتیاز بین دو

جدول ۳: ویژگی‌های فردی آزمودنی ها

گروه	گروه کنترل انحراف معیار ±میانگین	گروه تجربی انحراف معیار ±میانگین	p – مقدار
سن (سال)	۲۶/۲۵±۴/۸۳	۳۰/۲۵±۶/۱۴	۰/۱۶۹
قد (سانتی‌متر)	۱۸۱/۷۵±۶/۱۱	۱۷۹/۷۵±۵/۱۲	۰/۴۹۰
وزن (کیلوگرم)	۸۴/۳۶±۱۶/۵۷	۷۶/۴۳±۱۰/۷۵	۰/۲۷۵
شاخص توده‌ی بدنی*(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۶۱±۵/۴۳	۲۳/۷۲±۳/۷۱	۰/۴۲۹

*Body Mass Index; BMI

جدول ۴: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های مکرر جهت بررسی امتیازات استقامت عضلانی در دو گروه مورد مطالعه

متغیر	زمان اندازه‌گیری	کنترل میانگین ± انحراف معیار	تجربی میانگین ± انحراف معیار	زمان	گروه	اثر متقابل
آزمون مک گیل (ثانیه)	پیش‌آزمون	۲۱/۵۴ ±۵/۷۶	۲۲/۹۹ ±۷/۷۵	p<۰/۰۰۱	p=۰/۱۲۸	p=۰/۰۹۸
	پس‌آزمون	۱۰۰/۴۱ ±۳۶/۰۱	۱۵۰/۵۹ ±۷۵/۵۵	(η^2=۰/۸۰۱)	(η^2=۰/۱۵۷)	(η^2=۰/۱۸۳)
آزمون بیرینگ سورنسن (ثانیه)	پیش‌آزمون	۳۸/۸۴ ±۱۷/۳۰	۲۷/۴۰ ±۱۶/۱۵	p<۰/۰۰۱	p=۰/۴۵۸	p=۰/۳۳۹
	پس‌آزمون	۷۴/۹۶ ±۲۲/۲۱	۷۵/۵۰ ±۱۸/۷۲	(η^2=۰/۷۷۶)	(η^2=۰/۰۴۰)	(η^2=۰/۰۶۶)

گروه و همچنین روند تغییر امتیاز افراد از پیش آزمون به پس آزمون در دو گروه اختلاف معنادار نداشته است که علت آن می تواند ناشی از تعداد کم حجم نمونه در هر گروه به علت محدودیت در انتخاب آزمودنی و مدت زمان تمرینات باشد. نتایج این مطالعه با یافته های پژوهشی گذشته همسو بود (۶۳-۷۰، ۳۹)

کمردرد مزمن غیراختصاصی با درد در نوسان و سطوح بالای ناتوانی عملکردی مشخص می‌شود و در نتیجه تأثیر عمده‌ای بر فعالیت های روزمره زندگی، کار و تعاملات اجتماعی دارد (۴). شواهد قوی وجود دارد که نشان می‌دهد کمردرد مزمن غیراختصاصی یک اختلال سلامتی مزمن چند بعدی است که در آن تأثیر متقابل عوامل روان‌شناختی (مانند باورهای منفی، ترس ناشی از درد و پریشانی عاطفی)، اجتماعی (مانند استرس زندگی) و شیوه زندگی (مانند بی‌تحرکی، کم‌خوابی) همراه با عوامل غیر مفید پاسخ های رفتاری به درد (مانند رفتارهای محافظتی و اجتنابی)، منجر به چرخه معیوب درد، پریشانی و ناتوانی می شود (۷۱-۷۳).

استقامت و انعطاف پذیری عضلانی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی ارتباط معناداری با شدت درد آن ها دارد (۷۴). هماهنگی ضعیف عضلانی (از جمله کاهش فعالیت ماهیچه ای وضعیتی عمقی، افزایش فعالیت ماهیچه های سطحی و عدم انعطاف ستون فقرات) و الگوهای ضعیف بکارگیری عضلانی ممکن است ثبات موثر طبیعی ستون فقرات را در بیماران مبتلا به کمردرد تغییر دهد (۷۵-۷۷). ضعف عضلانی تنه یا تاخیر در فعال شدن، نقص مهم واحد کنترل عصبی سیستم تثبیت کننده ستون فقرات، و اختلال در حس عمقی کمری اغلب به عنوان یک عامل تشدید کننده برای کمردرد مداوم گزارش شده است (۷۸-۸۱). تداوم درد به طور قابل توجهی استقامت عضلات مرکزی قدامی و خلفی را در افراد مبتلا به کمردرد غیراختصاصی کاهش می دهد (۸۲). مطالعات گذشته گزارش داده اند که آتروفی قابل توجهی، نفوذ چربی، یا کاهش فعال شدن عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس کمری در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی وجود دارد (۸۳-۸۵).

استراتژی اصلی تمرین کنترل حرکتی استفاده از رویکرد یادگیری حرکتی برای بازگرداندن کنترل بهینه ستون فقرات برای برآوردن نیازهای عملکردی تنه با بهبود وضعیت بدنی، حرکت و هماهنگی عضلات عمیق تنه است که ستون فقرات را کنترل و حمایت می کنند (۸۶، ۲۹). این فرآیند آموزش مجدد و تقویت عصبی عضلانی منجر به بازیابی عملکرد خودکار کمربند آناتومیک می شود و از درد و آسیب به کمر در هنگام نشستن ثابت، در حین حرکت یا

زمانی که بیمار دچار کمردرد است، جلوگیری می کند هدف، درگیری مناسب عضلات موضعی است که به طور خاص به جای عضلات بزرگتر و سطحی تر، ثبات را ایجاد می کند انجام می شود این کار با آموزش، بکارگیری تحریک و الگودهی مناسب عضلات، سپس تقویت این عضلات و در نهایت هماهنگ کردن آنها برای عملکرد تیمی در طول هر فعالیتی که انجام می شود (۸۷).

تکنیک رهاسازی میوفاشیال یک روش درمانی است که بافت را به وضعیت متعادل، پایدار و راحت می رساند و باعث بهبود دامنه حرکتی و سهولت در حرکت می شود تکنیک رهاسازی میوفاشیال برای ایجاد آرامش قابل توجهی در بافت‌های پر تنش که باعث درد می‌شوند استفاده می‌شود (۸۸). تئوری اثر درمانی رهاسازی میوفاشیال بر اساس نقش ویژه فاشیا است این تئوری معتقد است که میوفاشیال عامل اصلی تعیین کننده عملکرد اسکلتی عضلانی است و نقش حیاتی در ویژگی های پویای بدن انسان ایفا می کند (۴۷). رهاسازی میوفاشیال به طور قابل توجهی درد و عملکرد فیزیکی را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بهبود می‌بخشد (۶۸).

از جمله محدودیت های مطالعه حاضر می توان به حجم نمونه کم به علت محدودیت در انتخاب آزمودنی و نمونه در دسترس، میزان و نوع فعالیت های روزمره آزمودنی ها و شرایط روحی و روانی آزمودنی ها اشاره کرد.

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات کنترل حرکتی با و بدون رهاسازی میوفاشیال می تواند موجب بهبود استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی گردد هرچند تاثیر تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن بیشتر از تمرینات کنترل حرکتی به تنهایی بود ولی میزان این تاثیر معنادار نبود. بنابراین، به نظر می رسد که هر دو پروتکل تمرینی بتوانند به عنوان یک روش مفید برای توانبخشی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی استفاده شوند. لذا باتوجه به ماهیت، علل و عوامل دخیل در کمردرد مزمن غیراختصاصی احتمالا به کارگیری روش ترکیبی تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال که تاثیر بیشتری در بهبود استقامت عضلانی افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی داشت برای توانبخشی این افراد مفید باشد تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال راه حلی ایمن، مقرون به صرفه، ساده و قابل دسترس، غیر تهاجمی و بدون عوارض جانبی است که احتمالا متخصصان آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، مربیان، کار درمان ها، فیزیوتراپیست ها و مسئولان از این روش در برنامه های تمرینی و بازتوانی ویژه افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی و پیشگیری برای افراد سالم بهره مند شوند.

پیشنهادات

انجام مطالعات مشابه با حجم نمونه بیشتر و جامعه آماری دیگر، اطلاعات دقیق تری را در مورد تاثیر تمرینات کنترل حرکتی و رهاسازی میوفاشیال بر استقامت عضلانی ناحیه مرکزی بدن در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی فراهم می نماید.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل رساله دکتری گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی می باشد که در دانشگاه تهران، پردیس بین المللی کیش انجام شد. بدین وسیله نویسندگان این مقاله از تمامی کسانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم. لازم به ذکر است که تمام آزمودنی ها فرم رضایتنامه کتبی شرکت در مطالعه را تکمیل و امضا نمودند و کد اخلاقی با شناسه IR.UT.SPORT.REC.1402.089 ازکارگروه/ کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران توسط پژوهشگر اخذ گردید.

نقش نویسندگان

سعید جمالی برایجانی (نویسنده اول): طراحی و ایده پردازی، جمع آوری و تحلیل داده ها، نگارش اولیه و ویرایش نهایی مقاله.

محمدحسین علیزاده (نویسنده مسئول): استاد راهنمای اول، نظارت بر طراحی و اجرای پژوهش، بازبینی، اصلاح، تایید نهایی و ارائه مقااله به مجله.

نادر رهنما: استاد راهنمای دوم، نظارت بر طراحی و اجرای پژوهش، بازبینی، اصلاح و تایید نهایی مقاله.

منابع مالی

برای انجام این مطالعه از هیچ موسسه یا سازمانی کمک مالی دریافت نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی باشند.

منابع

1. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The epidemiology of low back pain. Best Pract Res Clin Rheumatol 2010; 24(6): 769-781
2. Anderson GB. Epidemiological features of chronic low back pain. Lancet 1999; 354(9178): 381-385.
3. Fujii T, Matsudaira K. Prevalence of low back pain and factors associated with chronic disabling back pain in Japan. Eur Spine J 2013; 22(2):432-438
4. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, et al. What low back pain is and why we need to pay attention. Lancet 2018; 391(10137): 2356-2367.
5. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. Eur Spine J 2003; 12(2): 149-165
6. Alhowimel A, AlOtaibi M, Radford K, Coulson N. Psychosocial factors associated with change in pain and disability outcomes in chronic low back pain patients treated by physiotherapist: A systematic review. SAGE Open Medicine 2018; 6:2050312118757387
7. Koes BW, van Tulder MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. BMJ 2006, 332(7555):1430-1434.
8. Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. Eur Spine J 2006; 2(2): s192-s300.
9. Lall MP, Restrepo E. The biopsychosocial model of low back pain and patient-centered outcomes following lumbar fusion. Orthop Nursing 2017; 36(3): 213-221.
10. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Zundert JV, Cohen SP. Low back pain. Lancet 2021; 398(10294): 78-92.
11. Hultman G, Nordin M, Saraste H, Ohlsen H. Body composition, endurance, strength, cross-sectional area, and density of MM erector spinae in men with and without low back pain. J Spinal Disords 1993; 6(2): 114-123.
12. Parkkola R, Ryto¨koski U, Kormano M. Magnetic resonance imaging of the discs and trunk muscles in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. Spine 1993; 18(7): 830-836.
13. Roy SH, De Luca CJ, Casavant DA. Lumbar muscle fatigue and chronic lower back pain. Spine 1989; 14(9): 992-1001.
14. Ghamkhar L, Kahlaee AH. Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review. PM R 2015; 7(5): 519-526.
15. Van Dieën JH, Selen LPJ, Cholewicki J. Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. J Electromyogr Kinesiol 2003; 13(4): 333-351.
16. Kramer M, Ebert V, Kinzl L, Dehner C, et al. Surface electromyography of the paravertebral muscles in patients with chronic low back pain. Arch Phys Med Rehabi 2005; 86(1): 31-36.
17. Demoulin C, Crielaard JM, Vanderthommen M. Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: a literature review. Joint Bone Spine 2007; 74(1): 9-13.
18. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. J Electromyogr Kinesiol 2003;13(4): 371-379.
19. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. Eur Spine J 2000; 9(4): 266-272.
20. Lariviere C, Bilodeau M, Forget R, Vadeboncoeur R, Mecheri H. Poor back muscle endurance is

related to pain catastrophizing in patients with chronic low back pain. Spine 2010; 35(22): E1178-1186.

21. Casser HR, Seddigh S, Rauschmann M. Acute lumbar Back pain. Investigation, differential diagnosis, and treatment. Dtsch Arztebl Int 2016; 113(13): 223-234.

22. Hides J, Gilmore C, Stanton W, Bohlscheid E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. Man Ther 2008; 13(1), 43-49

23. Shen FH, Samartzis D, Andersson GB. Nonsurgical management of acute and chronic low back pain. J Am Acad Orthop Surg 2006; 14(8): 477-487.

24. Middelkoop MV, Rubinstein SM, Kuijpers T, Verhagen AP, et al. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. Eur Spine J 2011; 20(1): 19-39.

25. Kikuchi S, Togo K, Ebata N, Fujii K, et al. Database analysis on the relationships between nonsteroidal anti-inflammatory drug treatment variables and incidence of acute myocardial infarction in Japanese patients with osteoarthritis and chronic low back pain. Adv Ther 2021; 38(3): 1601-1613.

26. Bally M, Dendukuri N, Rich B, Nadeau L, et al. Risk of acute myocardial infarction with NSAIDs in real world use: bayesian meta-analysis of individual patient data. BMJ 2017; 357: j1909.

27. Yijian Z, Hao L, Huilin Y, Bin P. Comparison of posterolateral fusion and posterior lumbar interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis: analysis of spino-pelvic sagittal balance and postoperative chronic low back pain. Clin Neurol Neurosurg 2018; 171:1-5.

28. Schaller B. Failed back surgery syndrome: the role of symptomatic segmental single-level instability after lumbar microdiscectomy. Eur Spine J 2004; 13(3): 193-198.

29. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. Ann Intern Med 2017; 166(7): 514-530.

30. Oliveira C B, Maher CG, Pinto RZ, Traeger AC, et al. Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: An updated overview. Eur Spine J 2018; 27(11): 2791-2803 .

31. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, et al. Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. Ann Intern Med 2007; 147(7): 478-491.

32. Manniche C, Bentzen L, Hesselsøe G, Christensen I, Lundberg E. Clinical trial of intensive muscle training for chronic low back pain. Lancet 1988; 2(8626-862): 1473-1476.

33. Manniche C, Lundberg E, Christensen I, Bentzen L, Hesselsøe G. Intensive dynamic back exercises for chronic low back pain: a clinical trial. Pain 1991; 47(1): 53-63.

34. Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Stewart AS, et al. Some types of exercise are more effective than others in people with chronic low back pain: a network meta-analysis. J Physiother 2021; 67(4): 252-262.

35. Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, et al. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. Best Practic Res Clin Rheumatol 2010; 24(2): 193-204

36. Chou R, Deyo R, Friedly J, Skelly A, et al. Nonpharmacologic therapies for low back pain: a systematic review for an American College of Physicians clinical practice guideline. Ann Int Med 2017; 166(7): 493-505.

37. Andreas Grooten WJ, Boström C, Dedering A, Halvorsen M, et al. Summarizing the effects of different exercise types in chronic low back pain – a systematic review of systematic reviews. BMC Musculoskelet Disord 2022; 23(1): 801.

38. Van Dieën JH, Peter Reeves N, Kawchuk G, Van Dillen LR, Hodges PW. Analysis of Motor Control in Patients With Low Back Pain: A Key to Personalized Care? J Orthop Sports Phys

Ther2019; 49(6): 380-388.

39. Zhang C, Li Y, Zhong Y, Feng C, et al Effectiveness of motor control exercise on non-specific chronic low back pain, disability and core muscle morphological characteristics: a meta-analysis of randomized controlled trials. Eur J Phys Rehabil Med 2021; 57(5): 793-806.

40. Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, Leonardo C, et al. Motor Control Exercise for Nonspecific Low Back Pain A Cochrane Review. Spine 2016; 41(16): 1284-1295.

41. Byström MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJ. Motor Control Exercises Reduces Pain and Disability in Chronic and Recurrent Low Back Pain: A Meta-Analysis. Spine 2013; 38(6): E350-E358.

42. Hansen AE, Marcus NJ. Is It Time to Consider Soft Tissue as a Pain Generator in Nonspecific Low Back Pain? Pain Med 2016; 17(11):1969-1970.

43. Mense S, Hoheisel U. Evidence for the existence of nociceptors in rat thoracolumbar fascia. J Bodyw Mov Ther 2016; 20(3): 623-628

44. Gatton ML, Pearcy MJ, Pettet GJ, Evans JH. A three-dimensional mathematical model of the thoracolumbar fascia and an estimate of its biomechanical effect. J Biomech 2010; 43(14): 2792-2797.

45. Wilke J, Schleip R, Klingler W, Stecco C. The Lumbodorsal Fascia as a Potential Source of Low Back Pain: A Narrative Review. Biomed Res Int 2017; 2017: 5349620

46. Barker PJ, Urquhart DM, Story IH, Fahrer M, Briggs CA. The middle layer of lumbar fascia and attachments to lumbar transverse processes: implications for segmental control and fracture. Eur Spine J 2007; 16(12): 2232-2237.

47. Barnes MF. The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. J Bodyw an Mov Ther 1997; 1(4): 231-238

48. Laimi K, Mäkilä A, Bärlund E, Katajapuu N, et al. Effectiveness of myofascial release in treatment of chronic musculoskeletal pain: a systematic review. Clin Rehabil 2018; 32(4): 440-450.

49. Ajimsha MS, Al-Mudahka NR, Al-Madzhar JA. Effectiveness of myofascial release: Systematic review of randomized controlled trials. J Bodyw an Mov Ther 2015; 19(1): 102-112

50. Licciardone JC, Stoll ST, Fulda KG, Russo DP, et al. Osteopathic Manipulative Treatment for Chronic Low Back Pain. Spine 2003; 28(13): 1355-1362.

51. Ajimsha MS, Daniel B, Chithra S. Effectiveness of Myofascial release in the management of chronic low back pain in nursing professionals. J Bodyw Mov Ther 2014; 18(2): 273-281.

52. Haldeman S, Dagenais S. A supermarket approach to the evidence-informed management of chronic low back pain. The Spine J 2008; 8(1): 1-7.

53. Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, McGill SM. Preliminary Development of a Clinical Prediction Rule for Determining Which Patients with Low Back Pain Will Respond to a Stabilization Exercise Program. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2005; 86(9): 1753-1762.

54. Rabin A, Shashua A, Pizem K, Dickstein R, Dar G. A Clinical Prediction Rule to Identify Patients with Low Back Pain Who Are Likely to Experience Short-Term Success Following Lumbar Stabilization Exercises: A Randomized Controlled Validation Study. J Orthop Sports Phys Ther 2014; 44(1): 6-B13.

55. Fuming Z, Weihu X, Jiajia Y, Shufeng L, et al. Effect of m-health-based core stability exercise combined with self-compassion training for patients with non-specific chronic low back pain: study protocol for a randomized controlled trial. Trials 2022; 23(1): 265.

56. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. Arch Phys Med Rehabil 1999; 80(8): 941-944.

57. Evans K, Refshauge KM, Adams R. Trunk muscle endurance tests: Reliability, and gender differences in athletes. J Sci Med Sport 2007; 10(6): 447-455.

58. Keller A, Hellesnes J, Brox JI. Reliability of the Isokinetic Trunk Extensor Test, Biering-Sørensen Test, and strand Bicycle Test. Assessment of Intraclass Correlation Coefficient and Critical Difference in Patients with Chronic Low Back Pain and Healthy Individuals. Spine 2001; 26(7): 771-777.

59. Rodríguez RF, Bueno CA, Redondo IC, Costoso AT, et al. Best Exercise Options for Reducing Pain and Disability in Adults with Chronic Low Back Pain: Pilates, Strength, Core-Based, and Mind-Body. A Network Meta-analysis. J Orthop Sports Phys Ther 2022; 52(8): 505-521.

60. Hou CR, Tsai LC, Cheng KF, Chung KC, Hong CZ. Immediate effects of various therapeutic modalities on cervical myofascial pain and trigger-point sensitivity. Arch Phys Med Rehabil 2002; 83(10): 1406-1414.

61. Richardson C, Hodges PW, Hides J. Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain. Second edition. Churchill Livingstone; 2004.

62. Ibrahim AA, Akindele MO, Ganiyu SO, Bello B. Effects of motor control exercise and patient education program in the management of chronic low back pain among community-dwelling adults in rural Nigeria: a study protocol for a randomized clinical trial. Integr Med Res 2019; 8(2): 71-81.

63. Ajimsha M S, Daniel B, Chithra S. Effectiveness of myofascial release in the management of chronic low back pain in nursing professionals. J Bodyw Mov Ther; 2014; 18(2): 273-281.

64. Owen PJ, Miller CT, Mundell NL, Verswijveren SJJM, et al. Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. Br J Sports Med 2020; 54(21): 1279-1287

65. Park KN, Kwon OY, Yi CH, Cynn HS, et al. Effects of Motor Control Exercise Vs Muscle Stretching Exercise on Reducing Compensatory Lumbopelvic Motions and Low Back Pain: A Randomized Trial. J Manipulative Physiol Ther 2016; 39(8): 576-585 .

66. Ünal M, Evcik E, Kocatürk M, Algun ZC. Investigating the effects of myofascial induction therapy techniques on pain, function and quality of life in patients with chronic low back pain. J Bodyw Mov Ther 2020; 24(4): 188-195.

67. Arguisuelas MD, Lisón JF, Doménech-Fernández J, Martínez-Hurtado I, et al. Effects of myofascial release in erector spinae myoelectric activity and lumbar spine kinematics in non-specific chronic low back pain: Randomized controlled trial. J Clin Biomech 2019; 63: 27-33.

68. Wu Z, Wang Y, Ye X, Chen Z, et al. Myofascial Release for Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Med 2021; 8: 697986.

69. Halliday MH, Pappas E, Hancock MJ, Clare HA, et al. A randomized clinical trial comparing the McKenzie method and motor control exercises in people with chronic low back pain and a directional preference: 1-year follow-up. J Physiotherapy 2019; 105(4): 442-445.

70. Tamartash H, Bahrpeyma F, Mokhtari Dizaji M. Effect of Remote Myofascial Release on Lumbar Elasticity and Pain in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. J Chiropr Med 2022; 22(1): 52-59.

71. Chen Y, Campbell P, Strauss V Y, Foster N E, Jorda, K P. Dunn K M. Trajectories and predictors of the longterm course of low back pain: Cohort study with 5-year followup. Pain 2018; 159(2): 252-260.

72. Linton S J, Flink I K, Vlaeyen J W S. Understanding the etiology of chronic pain from a psychological perspective. Phys Ther 2018; 98(5): 315-324.

73. O'Sullivan P B, Caneiro J P, O'Keeffe M, Smith A, et al. Cognitive functional therapy: An integrated behavioral approach for the targeted management of disabling low back pain. Phys Ther 2018; 98(5): 408-423.

74. Bozorgmehr A, Zahednejad S, Salehi R, Ansar N.N, et al., Relationships between muscular impairments, pain, and disability in patients with chronic nonspecific low back pain: a cross

sectional study, J Exerc Rehabil 2018; 14(6): 1041-1047.

75. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: a risk factor for chronic trouble? Behav Neurosci 2006; 120(2): 474-476.

76. Jacobs JV, Henry SM, Nagle KJ. People with chronic low back pain exhibit decreased variability in the timing of their anticipatory postural adjustments. Behav Neurosci 2009; 123(2): 455-458.

77. Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. Eur Spine J 2006; 15(5): 668-676.

78. Cho KH, Beom JW, Lee TS, Lim JH, et al. Trunk Muscles Strength as a Risk Factor for Nonspecific Low Back Pain: A Pilot Study. Ann Rehabil Med 2014; 38(2): 234-240.

79. Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired Postural Control of the Lumbar Spine Is Associated with Delayed Muscle Response Times in Patients with Chronic Idiopathic Low Back Pain. J Spine 2001; 26(7): 724-730.

80. Tong MH, Mousavi SJ, Kiers H, Ferreira P, et al. Is There a Relationship Between Lumbar Proprioception and Low Back Pain? A Systematic Review with Meta-Analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2017; 98(1): 120-136.e2.

81. Da Silva RA, Vieira ER, Fernandes KBP, Andraus RA, et al. People with chronic low back pain have poorer balance than controls in challenging tasks. J Disabil Rehabil 2018; 40(11): 1294-1300.

82. Vanti C, Conti C, Faresin F, Ferrari S, Piccarreta R. The Relationship Between Clinical Instability and Endurance Tests, Pain, and Disability in Nonspecific Low Back Pain. J Manipulative Physiol Ther 2016; 39(5): 359-368.

83. Kim KH, Cho SH, Goo BO, Baek IH. Differences in transversus abdominis muscle function between chronic low back pain patients and healthy subjects at maximum expiration: measurement with real-time ultrasonography. J Phys Ther Sci 2013; 25(7): 861-863.

84. Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, et al. Muscle control and non-specific chronic low back pain. Neuromodulation. 2018; 21(1): 1-9.

85. Kalichman L, Carmeli E, Been E. The association between imaging parameters of the paraspinal muscles, spinal degeneration, and low back pain. Biomed Res Int 2017; 2017: 2562957

86. Macedo LG, Maher CG, Hancock MJ, Kamper SJ, et al. Predicting response to motor control exercises and graded activity for patients with low back pain: preplanned secondary analysis of a randomized controlled trial. Phys Ther 2014; 94(11): 1543-1554.

87. Lynders C. The Critical Role of Development of the Transversus Abdominis in the Prevention and Treatment of Low Back Pain. HSS J 2019; 15(3): 214-220

88. Kuruma H, Takei H, Nitta O, Furukawa Y, et al. Effects of Myofascial Release and Stretching Technique on Range of Motion and Reaction Time. J Phys Ther Sci 2013; 25(2): 169-171.