نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۱۰، شماره ۱۹، بهار و تابستان ۱۴۰۱

WWW.RSR.BASU.AC.IR

اثربخشی تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا و آب درمانی بر شاخص تقارن فشار کف پایی و نوسانات پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی

بهنوش نجفی قاقلستانی[۱]،فرزانه گندمی [۲*]، شیرین عصار [۳]

۱- کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- استادیار گروه آسیب‌های ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- مرکز توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان امام رضا، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۱۸ اردیبهشت ۱۴۰۱؛ پذیرش ۲۰ تیر ۱۴۰۱

واژگان کلیدی

کمردرد مزمن غیراختصاصی

نوسانات پاسچر

تمرینات پایداری عصبی عضلانی پویا

آب درمانی

چکیده

زمینه و هدف: کمردرد شایع‌ترین اختلال اسکلتی-عضلانی بوده که سبب ناتوانی و غیبت از کار می-شود. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر شش هفته تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا (DNS) و آبدرمانی رایج بر نوسانات پاسچر و شاخص تقارن فشار کف‌پا در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر یک کارآزمایی بالینی کنترل شده تصادفی یک‌سویه کور از نوع آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون و گروه کنترل می‌باشد. ۳۶ بیمار مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی به‌طور تصادفی در سه گروه DNS (۱۲ نفر)، تمرینات آبدرمانی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. داده‌های توزیع فشار کف‌پایی با استفاده از دستگاه پی-تی اسکن جمع‌آوری شدند. گروه‌های تمرینی به‌مدت ۶ هفته (سه‌بار در هفته) در مداخلات تمرینی شرکت کردند و گروه کنترل در این مدت هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد بین گروه‌ها در شاخص تقارن و نوسانات پاسچر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ اما براساس مقایسه درون‌گروهی شاخص تقارن، طول جابه‌جایی مرکز فشار و محدوده نوسانات از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین، تنها در گروه آبدرمانی در مرحله پس‌آزمون نوسانات داخلی-خارجی کاهش یافته بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، تمرینات آبدرمانی و DNS بر تقارن فشار کف‌پایی و نوسانات پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی اثر بخش می‌باشد. بنابراین، در برنامه‌های توانبخشی، استفاده از تمرینات DNS با فعال‌سازی عضلات تثبیت‌کننده ستون فقرات مشابه تمرینات معمول آبی برای بهبود شاخص تقارن فشار کف‌پایی و نوسانات پاسچرال توصیه می-شود.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۸۳-۳۴۲۸۳۲۷۰
پست الکترونیکی: gandomi777@gmail.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/rsr.2022.26237.1640

مقدمه

کمردرد از جمله اختلالات اسکلتی عضلانی است که شایع ترین علت مراجعه به درمانگاه‌های فیزیوتراپی می-باشد(مالیو[1] و همکاران،۲۰۰۶، ۱۶). بر اساس مطالعات صورت گرفته شیوع درد اسکلتی عضلانی در افراد بین ۶۵ تا ۸۵ درصد است که ۳۶ تا ۷۰ درصد از آن‌ها از کمردرد رنج می‌برند. در حال حاضر کمردرد علت اصلی ناتوانی و غیبت از کار است و تأثیر عمده ای بر کیفیت زندگی دارد(مالیو[1] و همکاران،۲۰۰۶، ۱۶). اکثر اختلالات حاد کمردرد در طی یک دوره ۴ هفته‌ای برطرف می‌شود و تعداد کمی از این اختلالات(۴۰-۱۰ درصد) مزمن می-شود(ایورا[2] و همکاران،۲۰۱۸، ۲۷). کمردردهای دارای سابقه بیش از سه ماه، بدون وجود هرگونه شواهد پاتولوژیک و اینکه علت خاصی برای کمردردشان یافت نشده باشد، کمردرد مزمن غیراختصاصی(CNLBP و ns-LBP)[3] نامیده می‌شوند(منچیکانتی[4] و همکاران،۲۰۱۴، ۱۷). علی‌رغم تعدادکمی از پاتولوژی‌های شناختی که باعث ایجاد کمردرد می‌شود در اکثر موارد (۸۵ درصد) آن‌ها کمردرد مزمن غیر اختصاصی طبقه بندی می‌شود، زیرا تشخصیص قطعی با روش‌های رادیولوژی فعلی امکان پذیر نیست(منچیکانتی[4] و همکاران،۲۰۱۴، ۱۷). بسیاری از بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی بدون وجود پاتولوژی خاصی در تصاویر رادیوگرافی خود، سال‌ها به‌دنبال درمان درد و ناتوانی خود هستند به‌طوری‌که این بیماران، غالباً از علایمی مانند درد،کاهش قدرت و استقامت عضلات تنه، تغییرات بیومکانیکی، تغییر شکل ستون فقرات و اختلال در کنترل حرکت رنج می‌برند(نقوی و همکاران، ۲۰۱۷، ۳۹۰). بعلاوه گزارش شده است که این شکل از بیماران دچارکنترل پاسچری نامناسب، اختلال در ثبات پاسچر، تغییر کنترل حرکتی تنه هنگام ایستادن، نشستن و راه رفتن می‌باشند؛ به‌طوری‌که، وجود درد در ناحیه ای از بدن، می تواند سبب تغییر عملکرد، اختلال در الگوی بکارگیری عضلات و در نهایت کاهش کارایی عصبی- عضلانی شود که می‌تواند راه رفتن و توزیع فشار کف پایی را تحت تاثیر خود قرار دهد(وون[5] و همکاران، ۲۰۱۹، ۴۹). همچنین مشاهده شده است؛ سرعت راه رفتن، طول گام، تعداد گام برداری، زمان حمایت یک پا و همچنین حس حرکت در افراد مبتلا به کمردرد مزمن کاهش می-یابد، و در نهایت این اختلالات ممکن است الگوی راه رفتن نامتقارنی را در افراد مبتلا به کمردرد ایجاد کنند(تایلور[6] و همکاران، ۲۰۰۱، ۶). نکته حائز اهمیت دیگر این است که هرگونه تغییر در الگوی توزیع فشار کف پایی می‌تواند احتمال آسیب بافت-ها و ایجاد درد را افزایش دهد(سیلفیس[7] و همکاران، ۲۰۰۵، ۲۰) به‌طوری که برخی مطالعات نشان داده‌اند که افراد مبتلا به کمردرد، هنگام گام‌برداری پرونیشن اضافی اتخاذ می‌نمایند و این پرونیشن اضافی پا هنگام راه رفتن، ممکن است توزیع فشار کف پایی را در مناطق مختلف پا تغییر دهد(نوژیسکی[8] و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۹). به طوری‌که با تغییر در الگوی توزیع فشار کف پایی اختلال در عملکرد عضلات ثبات دهنده‌ی موضعی کمر در طی زنجیره حرکتی ایجاد شده و این پروسه می‌تواند افزایش نوسانات پاسچر و کاهش کنترل تعادل را بوجود آورد(رادبل[9] و همکاران،۲۰۰۱، ۲۶). علی‌رغم اینکه بیش-ترین بیماران مراجعه کننده به درمانگاه فیزیوتراپی بیماران مبتلا به کمردرد هستند ولی هنوز تشخیص و به خصوص ارائه نوع درمان کمردرد به‌عنوان یک چالش (CNLBP و ns-LBP)[10] مطرح است؛ دستورالعمل های

1. Malliou
2. Oliveira
3. Non-specific Low Back Pain, Chronic Non-specific Low Back Pain (CNLBP)
4. Manchikanti
5. Van
6. Taylor
7. Silfies
8. Nawoczensk
9. Radebold

اروپایی برای مدیریت NSLBP مزمن، تمرین درمانی توصیه می‌کند، لذا تمرین درمانی یکی از پرکاربردترین روش ها در کنترل و درمان کمردرد مزمن گزارش شده است(مک دو[1] و همکاران، ۲۰۰۹، ۸۹). یکی از رویکرد-های محققین در خصوص ارائه پروتکل تمرینی به منظور بهبود درد و ناتوانی و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به کمردرد، حرکت درمانی در محیط آب است که یکی از روش‌های فعال کمردرد عنوان می‌شود و این مزیت را داراست که فرد با کاهش وزن و فشار ناشی از آن می‌تواند به فعالیت بپردازد(السون[2] و همکاران،۲۰۱۳، ۷)، آب دارای خواص منحصر به فردی است از جمله آن می‌توان به شناوری، کشش سطحی آب، کنترل نیروی جاذبه و کاهش نیروهای وارده بر ستون فقرات اشاره نمود(تومی و همکاران[3]، ۲۰۰۹، ۲۲۴). آب درمانی به دلیل کشش سیستم عضلانی عمل کننده بر ستون فقرات می‌تواند در مهار دردهای مزمن ناشی از تایتس[4] عضلانی، طول تنشن عضلانی، آرتروکینماتیک مفاصل و رهاسازی چسپندگی مفاصل اثر بگذارد؛ از خواص دیگر آب درمانی این است که، سبب تحریک ستون فقرات کمری و کاهش درد در بیماران با کمردرد مزمن بدون وجود علایم واضح بی‌ثباتی ستون مهره‌ای می‌شود(پارکر و همکاران[5]،۲۰۰۳، ۱۲). در راستای مطالب ارائه شده؛ در مطالعات مروری شی و همکاران[6](۲۰۱۸، ۹۷)، والتر و همکاران [7] (۲۰۰۹، ۲۳) نیز این نکته تأیید شده است که تمرینات آبی می‌تواند به طور معناداری سبب کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن شود. همچنین نتایج پژوهش یلفانی و همکاران نشان داد اجرای پروتکل تمرینی در آب در افراد مبتلا به کمردرد مزمن با بهبود فشار کف پایی، مسیر پیشروی مرکز فشار را کاهش داده و الگوی راه تحت نظارت را به‌عنوان درمان خط اول رفتن متقارنی را به همراه دارد(یلفانی و همکاران، ۲۰۱۹، ۱۷).

یکی دیگر از شیوه های تمرینی که اخیراً توجه محققین خبره در حوزه‌ی مهار دردهای مزمن را جلب نموده است، تمرینات عصبی-عضلانی پویا(DNS)[8]، می‌باشد؛ در رویکرد ثبات سازی عصبی-عضلانی پویا ، هدف اصلی بازیابی الگوهای حرکتی فیزیولوژیکی است که توسط کینزیولوژی رشد تعریف شده است، همچنین در این تمرینات ثبات مطلوب تنه برای فعال‌سازی عضلات مرکزی(core) بسیار مهم است و امکان تولید حداکثر قدرت را حین فعالیت عملکردی فراهم می‌کندکه کیفیت این هماهنگی برای عملکرد مفصل ضروری بوده و پارامترهای موضعی‌آناتومیک و بیومکانیکی لوکال و گلوبال را در زنجیره‌ی کینماتیکی را تحت تأثیر قرار می-دهد(داویدک و همکاران، ۲۰۱۸، ۶۱). در همین خصوص قوی پنجه و همکاران(۲۰۲۲، ۲۴) تأثیر شش هفته تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا بر روی زنان چاق مبتلا به کمردرد بررسی و گزارش شد ۶ هفته تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا بر میزان شدت درد و ناتوانی اثر بخش می‌باشد. همچنین بوکاریوس و همکاران به بررسی اثربخشی بلندمدت تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا در درمان دردهای مزمن اسکلتی عضلانی پرداختند که یافته آنان حاکی از آن بود؛ تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا مستقل از سن و جنس توانسته میزان دردهای مزمن اسکلتی عضلانی کاهش دهد و این بیماران زمان بهبودی سریع‌تر و پاسخ بهتر نسبت به درمان داشتند(بوکاریس[9] و همکاران، ۲۰۰۸، ۱۸).

بنابر مطالعات صورت پذیرفته در این حوزه و اینکه اثرگذاری تمرینات نوینی چون ثبات سازی عصبی-عضلانی پویا بر شاخص‌های توزیع فشار کف پایی و

1. Macedo
2 .Olson
3. Twomey
4.Tits
5. Parker
6. Shi et al
7. Waller et al

8 .Dynamic neuromuscular stabilization
9. Bokarius

نوسانات پاسچر تاکنون بررسی نگردیده است؛ بنابراین هدف از این پژوهش تعیین اثربخشی اثر آب درمانی و ثبات سازی عصبی-عضلانی پویا بر شاخص تقارن فشار کف پایی و نوسانات پاسچر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی می باشد.

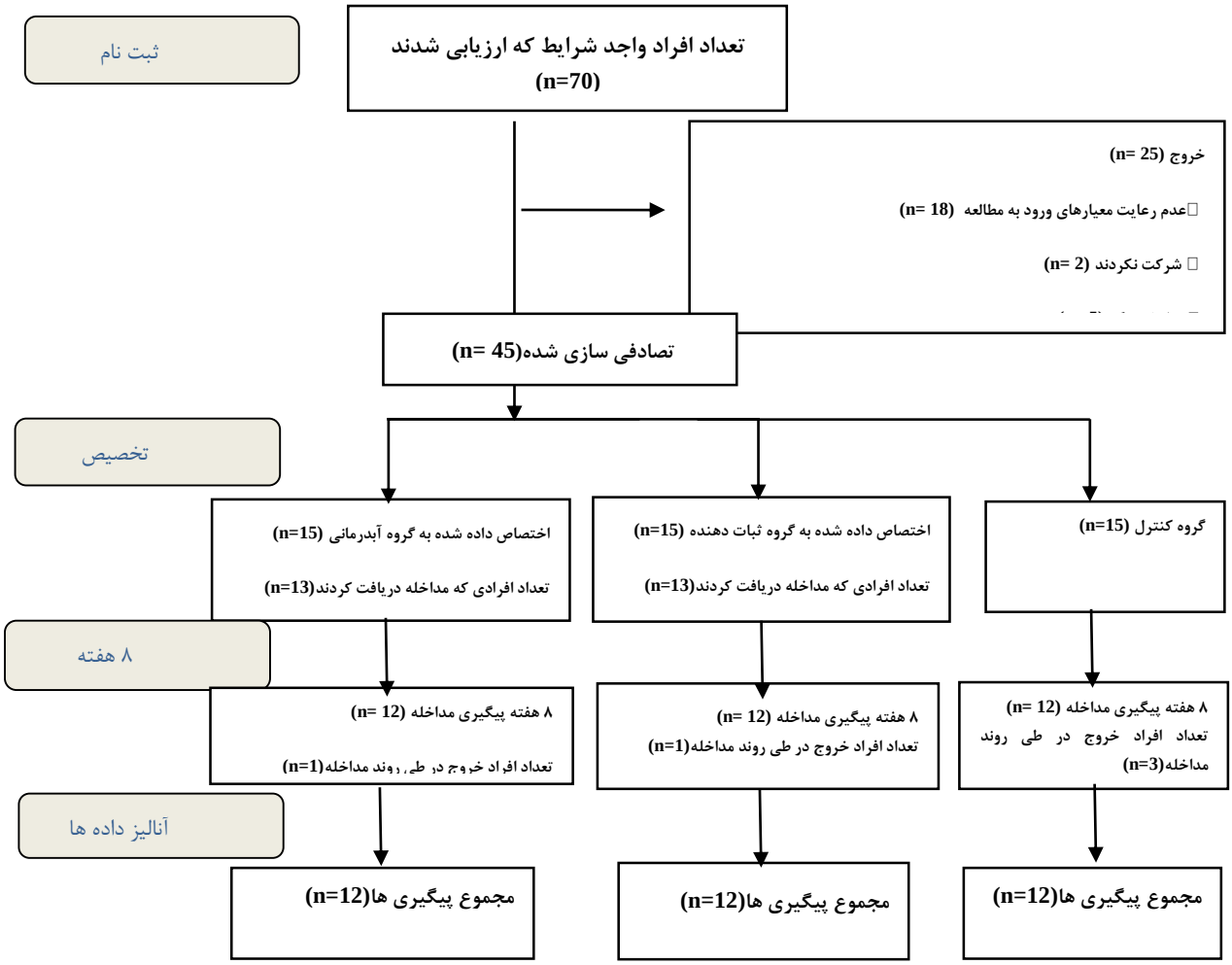
مواد و روش‌ها:

آزمودنی‌های مطالعه: این کارآزمایی بالینی کنترل شده تصادفی یک سویه کور از نوع آزمایشی با طرح پیش آزمون – پس آزمون و گروه کنترل می-باشد. در این پژوهش باتوجه به معیارهای ورود و خروج و براساس مطالعه لی و همکارن[1](۲۰۰۹، ۱۶) تعداد ۴۵ آزمودنی با دامنه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال (میانگین سنی ۳/۲۹±۳۶/۸۱ سال، وزن ۱۳/۳۷±۷۰/۶۰ کیلوگرم، قد ۷/۲۳±۱۶۳/۹۴ سانتی‌متر و شاخص توده بدن ۲۳/۴±۲۶/۱۹ کیلوگرم بر متر مربع) از شهر کرمانشاه که توسط پزشک متخصص معرفی به‌عنوان نمونه آماری شرکت نمودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: سن ۳۰ تا ۵۰ سال دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی برای سه ماه یا بیشتر و نداشتن مداخله درمانی حداقل ۳ ماه قبل از انجام پژوهش و یا همزمان با پژوهش بودند. افراد دارای شکستگی استخوان، تنگی مجرا، شکستگی مهره‌ها، سابقه جراحی کمر، بیماری‌های مفصلی التهابی، بارداری یا کمتر از۶ ماه پس از زایمان و همچنین وجود هر گونه پاتولوژی و ناهنجاری پا و کف پایی در حین ارزیابی از تحقیق کنار گذاشته شدند.

آزمودنی‌ها با استفاده از نرم افزار Random number generator به طور تصادفی در سه گروه: تمرینات ثبات-بخشی عصبی-عضلانی پویا(DNS) (n=۱۵)، آبدرمانی(n=۱۵) و کنترل(n=۱۵) قرار گرفتند (شکل ۱). تخصیص آزمودنی‌ها با استفاده از روش SNOSE[2] سازی شد، به این صورت که برگه‌ی تخصیص در اختیار یک فرد غیردرگیر در پژوهش قرار گرفت، شماره‌های تصادفی شده در داخل پاکت‌های مات گذاشته شدند و روی هر کدام از پاکتها به ترتیب شماره‌گذاری شد. پس از ارزیابی‌های پیش‌آزمون، هر آزمودنی یکی از پاکت‌ها را برمی‌داشت و ارزیاب و خود بیمار از گروه تخصیص‌یافته آگاه می‌شدند. داده‌های توزیع فشار کف‌پایی، نوسانات پاسچر با استفاده از دستگاه توزیع فشار کف‌پایی پی-تی اسکن[3](پایا-فناوران فناوران مشهد-ساخت کشور ایران) در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارزیابی شد. آزمودنی ها به مدت ۶ هفته در مداخلات تمرینی مشارکت داده شدند. تمرینات آبدرمانی توسط یک فرد متخصص، آبدرمان دارای مدرک آبدرمانی اجرا شد و تمرینات ثبات‌سازی عصبی-عضلانی پویا(DNS)، توسط یک متخصص حرکات اصلاحی اجرا شدند، گروه کنترل در این مدت هیچ مداخله‌ای دریافت نکرده و زندگی معمول خود را داشتند.

تمام ارزیابی ها در آزمایشگاه دانشکده علوم ورزشی دانشگاه رازی در بازه زمانی شهریور ماه ۱۳۹۹ تا بهمن ماه ۱۳۹۹ به انجام رسید. آزمودنی‌ها با توجه به معیار های ورود و خروج، اطلاع از روند پژوهش و پس از دریافت کد اخلاق به‌طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت نمودند. طرح تحقیق مطالعه حاضر در کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیستی دانشگاه رازی (IR.RAZI.REC.1399.005) و مرکز کارآزمایی بالینی ایران (IRCT20200704048002N1) بررسی و مورد تأیید قرار گرفت نمودند و پروتکل اجرای کار هیچ تداخلی با بیانیه اخلاق در پژوهش هلسینکی ندارد.

1. Liu
2. Sequentially Numbered Opaque Sealed Envelopes
3. PT-Scan



فلوچارت تخصیص آزمودنی‌های پژوهش

ارزیابی توزیع فشار کف پایی: جمع آوری داده‌های توزیع فشار کف‌پایی و نوسانات پاسچر از دستگاه توزیع فشار کف‌پایی پی تی اسکن[1](پایا-فناوران مشهد-ساخت کشور ایران) استفاده شد این دستگاه دارای گواهینامه تکرارپذیری ۰/۸۵ نسبت به دستگاه توزیع فشار زبریس[2] ساخت کشور آلمان توسط دانشگاه شهید بهشتی) می-باشد(فدائی ده چشمه و همکاران، ۲۰۲۱). بدین منظور از آزمودنی‌ها در این پژوهش خواسته شد در موقعیت استاتیک با پای برهنه، با هر دو پا که به اندازه عرض شانه باز می‌باشد، به مدت ۲۰ ثانیه بر روی صفحه‌ی توزیع فشار قرار بگیرند.. برای جلوگیری از نوسانات مرکز ثقل، یک نقطه بر روی برگه یA4 علامت گذاری و در فاصله‌ی تا ۳ متری، روی دیوار نصب شد و از آزمودنی خواسته شد در حین آزمون نقطه را نگاه کند. در این تست متغیر-های، درصدفشار[3]، توزیع فشار جلو پا[4]، توزیع فشار عقب پا[5] میانگین فشار وارده بر هر پا[6]، میانگین فشار وارده بر جلو پا[7]، میانگین فشار وارده بر عقب پا[8]، نوع پا[9] ارزیابی

1. PT-Scan
2. Zebris

3. pressure
4. Fore Foot
5. rear Foot
6. Total avgas
7. Fore Foot avgas
8. rear Foot avgas
9. Foot type

شد. هر آزمون به‌مدت ۲۰ ثانیه، ۳ تکرار و با ۲ دقیقه استراحت بین هر تکرار اجرا گردید و در نهایت میانگین این سه تکرار به عنوان داده نهایی جهت تجزیه و تحلیل آماری تعیین شد. در مدت انجام تست هیچ بازخورد کلامی به فرد داده نشد. همچنین لازم به ذکر است که قبل از ارزیابی متغیرهای توزیع فشار دستگاه توسط مسئول آزمایشگاه کالیبره می‌شد. جهت اندازه‌گیری شاخص تقارن[1] کف‌پایی بین دو پا، از معادله (۱) و شاخص تقارن بین قسمت جلو و عقب پا از معادله (۲) استفاده شد و در نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۶ محاسبه گردید(فدائی ده چشمهه و همکاران، ۲۰۲۱).

همچنین برای بدست آوردن نوسانات مرکز فشار (COP) از آزمودنی‌ها خواسته شد بدون استفاده از کفش به مدت ۲۰ ثانیه بدون حرکت روی دستگاه پی-تی اسکن قرار بگیرند، محدوده نوسانات، طول جابه جایی مرکز فشار، نوسانات مرکز فشار در جهت های قدامی-خلقی و داخلی-خارجی به میلی متر ثبت شد. آزمون سه مرتبه انجام و میانگین ها در آنالیز عددی مورد استفاده قرار گرفت.که درنهایت هرچه این بازوها کمتر گزارش شد نوسانات پاسچر فرد کمتر و گردش نوسانات مرکز فشار کمتر بود(گندمی و همکاران، ۲۰۲۱، ۲۰).

$$SI=\frac{\text{فشار پای راست}}{\text{فشار پای راست+فشار پای چپ}} \times ۱۰۰ \quad \text{:(معادله ۱)}$$

$$SI=\frac{\text{فشار جلوی پا}}{\text{فشار جلوی پا+فشار عقب پا}} \times ۱۰۰ \quad \text{:(معادله۲)}$$

تجریه و تحلیل داده‌های پژوهش

ثبت اطلاعات مربوط به توزیع فشار و تغییرات مرکز فشار(COP)[2] با استفاده از نرم افزار نصب شده روی سیستم متصل به دستگاه در موقعیت استاتیک انجام شد. از شاخص‌های مربوط به سنجش مرکز فشار و بیضی اطمینان ۹۵درصد، برای تعیین میزان تفاوت در تغییرات مرکز فشار استفاده شد. جهت محاسبه شاخص تقارن توزیع فشار بین دو پای راست و چپ، چنان‌چه مقدار محاسبه شده مساوی با ۰/۵بود، نشان دهنده شاخص تقارن کامل بین پاها می‌باشد. اگر مقدار به دست آمده کمتر از ۰/۵ بود، بیانگر درصد بیش‌تر نیرو در پای برتر و اگر مقدار به‌دست آمده بیش‌تر از ۰/۵ بود، بیانگر درصد بیش‌تر نیرو در پای غیر برتر است که از معادله(۱) محاسبه شد. نسبت ایده‌آل تناسب نیروها در قسمت عقب و جلوی پا ۶۶ به ۳۳ (۶۶/۳۳) است. اگر مقدار محاسبه شده مساوی با ۰/۳۳نشان دهنده وضعیت مطلوب توزیع نیرو بین قسمت جلو و عقب پا و اگر کمتر از ۰/۳۳بود بیان‌گر افزایش نیرو در قسمت پاشنه و عقب پا است و اگر بیش‌تر از ۰/۳۳ بیانگر افزایش نیرو در قسمت جلو پا و پنجه است که از فرمول ۲ محاسبه شد (گندمی و همکاران، ۲۰۲۱، ۲۰؛ فدائی ده چشمه و همکاران، ۲۰۲۱).

با توجه به تعداد کم آزمودنی‌های پژوهش به منظور بررسی کردن توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید. همچنین برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی-زوجی و برای مقایسه بین گروهی چنانچه گروه ها در پیش آزمون تفاوت معناداری داشتند با قرار دادن پیش آزمون به عنوان کووریت، از آزمون آماری تحلیل کوواریانس یک متغیره (ANCOVA)استفاده گردید. همچنین در صورت معنادار بودن از آزمون تعقیبی بونفرنی جهت یافتن محل تفاوت‌ها استفاده شد. لازم به ذکر است تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام پذیرفت.

1. Symmetry Index
2. Center of pressure

مداخلات پژوهش:
آب درمانی به مدت هشت هفته، سه بار در هفته و ۵۰ دقیقه برای هر جلسه اجرا شد. آب درمانی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۵ دقیقه برنامه تمرینی اصلی و ۵ دقیقه خنک کردن بود. آب درمانی در استخر سرپوشیده (عمق =۱/۵۰-۱/۲۵ متر، میانگین دمای آب = ۲۸ درجه سانتی‌گراد) و تحت نظارت متخصص آب درمان انجام شد(انصاری و همکاران، ۲۰۲۱، ۳۶).
در جدول ۱ تمرینات رایج آبدرمانی ارائه شده است(بالایی و همکاران، ۲۰۲۱، ۸).

جدول۱.پروتکل تمرین در آب

تمرین	شرح	مدت زمان
گرم کردن	۱. راه رفتن به جلو و عقب ۲. تمرینات کششی: کشش تمام گروه های عضلانی اصلی(دوقلو، چهار سر ران، همسترینگ،آداکتورها، عضلات اندام فوقانی)	(۱۰ دقیقه)
تمرینات اصلی	۱. انجام حرکت پا دوچرخه به طرف قسمت عمیق استخر ۲. حرکت فلکشن و اکستنشن ران با زانو باز شده ۳. حرکت آبداکشن و آداکشن ران با زانو باز شده ۴. وضعیت شناور روی آب به حالت افقی داشته سپس ران و زانوها را (هرکدام را)یک به یک به حالت فلکشن واکستنشن در بیاورید ۵. وضعیت شناور روی آب به حالت افقی داشته سپس ران را با زانو باز شده به حالت فلکشن و اکستنشن در بیاورید(لگد زدن به پشت) ۶. در قسمت کم عمق استخر پا دوچرخه رفتن	(۳۵ دقیقه)
سرد کردن	۱. به آرامی در انتها کم عمق استخر قدم زدن ۲. حرکات کششی ۳. تکنیک تنفس عمیق	(۵ دقیقه)

تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا(DNS)
پروتکل تمرین DNS به مدت ۶ هفته (هر هفته ۳ جلسه، هر جلسه ۵۰ دقیقه) اجرا شد. پروتکل گروه DNS شامل ۵ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه حرکات DNS همراه با تمرینات تنفسی و ۵ دقیقه سردکردن بود. طبق رویکرد DNS (مهدیه و همکاران، ۲۰۲۰، ۷۰) ، تمرینات شامل تنفس دیافراگمی ، Baby Rock (۹۰-۹۰ در حالت خوابیده به پشت) ، Prone، Rolling، Side Lying، Oblique Sit، Tripod، Kneeling، Squat و Czech می‌باشد و در تمام مراحل زیر تمرینات دیافراگمی و حفظ فشار داخل شکمی رعایت شد(مهدیه و همکاران، ۲۰۲۰، ۷۰).

A: سطح تمرینات تنفس دیافراگمی

سطوح تنفس	تمرینات تنفس
A۱	آموزش و تمرین تنفس دیافراگمی در حالت استراحت(نشسته،ایستاده،خوابیده)
A۲	تمرین و حفظ تنفس دیافراگمی در طول حفظ حرکات پایه استاتیک تمرین تثبیت عصبی-عضلانی
A۳	A۲ + حرکات مختلف تک دست و تک پا
A۴	A۲ + ترکیب حرکات تک دست و تک پا(دست وپای مخالف یا یکسان)در یک صفحه از حرکات
۵A	A۲ + ترکیب حرکات تک دست و تک پا (دست وپای مخالف یا یکسان)در دو صفحه مختلف از حرکات
۶A	تمرین تنفس دیافراگمی در طول انجام حرکات پایه تثبیت عصبی- عضلانی پویا

B: سطح تمرینات Baby Rock (طاقباز۹۰-۹۰)

سطوح تمرین	Baby Rock(طاقباز۹۰-۹۰)
۱B	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی
۲B	خم کردن/ باز کردن تک دست
۳B	خم کردن و باز کردن همزمان مفصل آرنج و شانه و یا ترکیبی از هر دو
۴B	حرکت دادن هر دو آرنج و شانه در صفحات مختلف با و بدون دمبل
۵B	خم کردن و باز کردن یک دست و یک پا به طور همزمان (دست و پای مخالف یا یکسان)
۶B	بدون دمبل۴B
۷B	با دمبل۴B
۸B	۵B
۹B	حرکت دادن یک دست و یک پا به طور همزمان (دست و پای مخالف یا یکسان) در دو صفحه مختلف
۱۰B	فشار دادن توپ پیلاتس بین دو ران و خم و باز کردن هیپ
۱۱B	فشار دادن توپ پیلاتس بین دو ران حرکات تک / جفت دست در صفحات + مختلف حرکتی
۱۲B	B۱۱ + خم کردن / باز کردن زانو
۱۳B	B۱۲ + دمبل/ تراباند
۱۴B	B۱۱ + خم و باز کردن زانو/ هیپ
۱۵B	B۱۱ + استفاده از تراباند به جای توپ پیلاتس
۱۶B	B۱۱ + بازکردن هیپ
۱۷B	B۱۵ + دمبل
۱۸B	B۱۵ + کش پیلاتس دور ران + دمبل
۱۹B	B۱۸ + باز کردن هیپ
۲۰B	ترکیب Baby Rock و Rolling
۲۱B	B۲۰ + دمبل

سطوح تمرین	تمرین
C۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگی
C۲	فشار دادن جلوی دست‌ها بر روی زمین
C۳	C۲+ انتقال وزن به پای تکیه گاه
C۴	C۳ + بلند کردن تنه
C۵	C۱ + خم کردن افقی شانه‌ها
C۶	C۵ + باز کردن بیشتر هیپ برای زانوی باز شده
C۷	C۵ + دمبل
C۸	C۶ + قرار دادن پشت زانوی خم
C۹	فشار دادن دو دست بر روی زمین زمانی‌که تنه و ران را به طور همزمان از زمین بلند کرده تا وزن بدن بر روی زانوها و کف دست نگه داشته شود.
سطوح تمرین	تمرین
C۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگی

C: سطح مختلف تمرینات دمر

C۲	فشار دادن جلوی دست‌ها بر روی زمین
C۳	**C۲**+ انتقال وزن به پای تکیه گاه
C۴	**C۳** + بلند کردن تنه
C۵	**C۱** + خم کردن افقی شانه‌ها
C۶	**C۵** + باز کردن بیشتر هیپ برای زانوی باز شده
C۷	**C۵** + دمبل
C۸	**C۶** + قرار دادن پشت زانوی خم
C۹	فشار دادن دو دست بر روی زمین زمانی‌که تنه و ران را به طور همزمان از زمین بلند کرده تا وزن بدن بر روی زانوها و کف دست نگه داشته شود.

D: سطح تمرینات Rolling

سطوح تمرین	تمرین
D۱	چرخش کوتاه به چپ و راست
D۲	نگه داشتن چرخش در به کنار دامنه کوتاهی (سه تنفس دیافراگمی)
D۳	**D۲** (برای پنج تنفس دیافراگمی)
D۴	**D۲** + خم کردن/باز کردن شانه
D۵	**D۲** + حرکات یک دست و پاهمزمان در صفحات مختلف(دست و پای مخالف یا یکسان)
D۶	**D۲** + دمبل
D۷	**D۵** + دمبل(دست/ پشت زانو)
D۸	**D۱** + دمبل(دست/ پشت زانو)
D۹	**D۱** + فشار ایستا بر روی توپ پیلاتس بین دو دست برای ۱۰ ثانیه +کشش کش پیلاتس اطراف ران
D۱۰	**D۱** + فشار دینامیک بر روی توپ پیلاتس بین دو دست برای ۱۰ ثانیه +کشش کش پیلاتس اطراف ران
D۱۱	**D۱** + فشار دینامیک بر روی توپ پیلاتس بین دو دست برای ۱۰ ثانیه+به طور مشابه برای ران

D۱۲	**$D_{۱}$(دامنه بزرگتر)**
D۱۳	**$D_{۳}$(دامنه بزرگتر)**
D۱۴	**$D_{۱۳}$ + حرکت یک دست و پا(دست و پای مخالف یا مشابه)**
D۱۵	**$D_{۱۲}$ + دمبل(دست/ پشت زانو)**
D۱۶	**$D_{۱۲}$ + فشار توپ پیلاتس بین دو دست + کشش تراباند اطراف /پاها**
D۱۷	**$D_{۱۳}$ + ضربات ملایم به توپ پیلاتس بین دو دست + کشش تراباند اطراف ران**
D۱۸	**$D_{۱۳}$ + ضربات ملایم به توپ پیلاتس بین دو دست + باز کردن ران**
D۱۹	**ترکیب Rolling و Side Lying**
D۲۰	**$D_{۱۹}$ + دمبل**

سطوح تمرین	تمرین
E۱	**حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی**

E. سطح تمرینات Side Lying

E۲	حرکات دست در صفحات مختلف حرکتی
E۳	حرکات پا در صفحات مختلف حرکتی
E۴	حرکت دست/ پا در صفحات مختلف حرکتی
E۵	**E۲** + دمبل
E۶	**E۴** + تراباند
E۷	بلند کردن نیم تنه از زمین به وسیله هل دادن دست‌ها بر روی زمین
E۸	**E۷** + دمبل
E۹	**E۸** + حرکت دست/پا در صفحات مختلف حرکتی
E۱۰	ترکیب **Side Lying** و **Oblique Sit**
E۱۱	**E۱۰** + دمبل

سطوح تمرین	تمرین
E۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی
E۲	حرکات دست در صفحات مختلف حرکتی
E۳	حرکات پا در صفحات مختلف حرکتی
E۴	حرکت دست/ پا در صفحات مختلف حرکتی
۵E	**E۲** + دمبل
۶E	**E۴** + تراباند
۷E	بلند کردن نیم تنه از زمین به وسیله هل دادن دست‌ها بر روی زمین
۸E	**E۷** + دمبل
۹E	**E۸** + حرکت دست/پا در صفحات مختلف حرکتی
۱۰E	ترکیب **Side Lying** و **Oblique Sit**
۱۱E	**E۱۰** + دمبل

F. سطح تمرینات Oblique sit

سطوح تمرین	تمرین
F۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی
F۲	حرکات دست در صفحات مختلف حرکتی
F۳	حرکات پا در صفحات مختلف حرکتی + خم کردن و باز کردن زانو/هیپ
F۴	حرکت همزمان دست و پا در صفحات مختلف حرکتی
F۵	**F۲** + دمبل / تراباند
F۶	**F۴** + دمبل/ تراباند
F۷	**F۱** + بلند کردن هیپ به اندازه ۲اینچ بالاتر از زمین و نگه داشتن آن
F۸	**F۷** + حرکت همزمان دست و پا در صفحات مختلف حرکتی
F۹	**F۸** + دمبل/ تراباند
F۱۰	ترکیب **Oblique Sit** و **Kneeling**
F۱۱	**F۱۰** + دمبل

G. سطح تمرینات Tripod

سطوح تمرین	تمرین
G۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی
G۲	حرکات دست در صفحات مختلف حرکتی(به همراه خم شدن زانو)
G۳	حرکات پا(مفصل زانو و هیپ) در صفحات مختلف حرکتی به همراه خم شدن زانو
G۴	حرکت دست و پا مختلف در صفحات مختلف حرکتی(به همراه خم شدن زانو)
G۵	**G۲** (زانوی باز شده)
G۶	**G۳** (زانوی باز شده)
G۷	**G۴** (زانوی باز شده)
G۸	حفظ وضعیت **Tripod** (دو تنفس دیافراگمی)
G۹	**G۵** + کشش کش تراباند اطراف ران
G۱۰	**G۹** + دمبل(دست)
G۱۱	**G۶** + کشش کش تراباند اطراف ران
G۱۲	**G۷** + کشش کش تراباند اطراف ران
G۱۳	ثابت نگه داشتن وضعیت **Tripod**(۵ تنفس دیافراگمی)

H.سطح تمرینات Kneeling

سطوح تمرین	تمرین
H۱	حفظ حرکات استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی
H۲	حرکات دست در صفحات مختلف حرکتی
H۳	**H۲** + دمبل
H۴	**H۲** + تراباند

H۵	باز کردن زانو(دامنه کوتاه)
H۶	**H۵** + حرکت دست در صفحه ساجیتال
H۷	**H۵** + حرکت دست در صفحات مختلف حرکتی
H۸	**H۷** + دمبل
H۹	باز شدن زانو(تمام دامنه)+ حرکت دست در صفحه ساجیتال
H۱۰	ترکیب حرکت Kneelingو Squat
H۱۱	**H۱۰** + دمبل

K. سطح تمرینات Squat

سطوح تمرین	تمرین
K۱	انجام حرکت اسکوات در دامنه کوتاه و تمرکز بر تنفس دیافراگمی(دست‌های موازی در صفحه افقی)
K۲	حفظ حرکت استاتیک و تمرکز بر تنفس دیافراگمی(دست‌های موازی در صفحه افقی)
K۳	**K۱** (دست ها به صورت موازی در کنار گوش)
K۴	**K۳** (دمنه بزگتر) + دمبل
K۵	**K۲** (دامنه بزرگتر) + حرکت دست در صفحات مختلف حرکتی
K۶	**K۵**+ دمبل/تراباند
K۷	**K۵** + باز کردن مچ پا
K۸	**K۱**(دامنه بزرگتر) + حرکت دست در صفحات مختلف حرکتی(دمبل/تراباند)
K۹	**K۸** + کشش تراباند در اطراف ران

نتایج

در این مطالعه اثر تمرینات DNS در مقایسه با آبدرمانی رایج بر شاخص تقارن فشار کف پایی و نوسانات پاسچر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بررسی گردید. ۴۵بیمار دارای شرایط حضور در مطالعه شرکت نمودند. با این وجود در گروه آبدرمانی ۲ نفر به دلایل خانوادگی در مداخله شرکت نکردند و یک نفر هم پس آزمون را از دست داد. در گروه DNS هم سه نفر از شرکت در مطالعه منصرف شدند. سه نفر از گروه کنترل هم در پس آزمون شرکت نکردند. در نهایت مجموع پیگیری‌ها برای گروه DNS (۱۲ نفر)، تمرینات آبی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) انجام شد.

در بخش اول ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها پژوهش(هر سه گروه: کنترل، تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا(DNS) و آب درمانی) از جمله قد، وزن، شاخص توده بدنی مورد سنجش قرار گرفت که میانگین و انحراف استاندارد این شاخص‌ها در جدول گزارش شده است(جدول۳).

جدول ۳. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های مطالعه(n= ۳۶)

گروه	سن (سال) میانگین±انحراف استاندارد	قد (سانتی متر) میانگین±انحراف استاندارد	وزن (کیلوگرم) میانگین±انحراف استاندارد	BMI (kg/m^2) میانگین±انحراف استاندارد
کنترل(۱۲ نفر)	۳۵/۳۳±۱۲/۹۱	۱۶۳/۵۸±۶/۵۴	۷۵/۶۶±۱۹/۷۲	۲۸/۲۸±۷/۱۰
آب درمانی (۱۲ نفر)	۳۶/۹۱±۱۰/۹۶	۱۵۹/۷۵±۴/۱۸	۷۱/۰۱±۱۰/۸۳	۲۵/۷۵±۳/۴۶

DNS(۱۲ نفر)	۳۸/۱۹±۸/۵۴	۱۶۸/۲۳±۵/۵۸	۶۵/۱۵±۵۲/۱۸	۲۴/۵۶±۷/۳۳
P-value★	۰/۶۴	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۷۳

در بخش دوم به بررسی تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه درون گروهی و بین گروهی پرداخته شد که در ابتدا؛ نتایج آزمون آماری تی- زوجی جهت مقایسه درون گروهی نشان داد، تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا(DNS) و آب درمانی موجب کاهش معنادار محدوده نوسانات، طول جابه جایی مرکز فشار و شاخص تقارن توزیع فشار آزمودنی‌های دو گروه شده است($P<۰/۰۵$)؛ با این حال در متغیر نوسانات داخلی خارجی بر اساس مقایسه درون گروهی تنها گروه آب درمانی معنادار بود ($P<۰/۰۵$) (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج تی-زوجی برای مقایسه درون گروهی شاخص تقارن توزیع نیرو و فشار آزمودنی‌ها(n=۳۶)

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین±انحراف استاندارد	پس آزمون میانگین±انحراف استاندارد	P-value	آمارهt
محدوده نوسانات	DNS	۸۷۳/۴۷±۵۳۵/۵۸	۳۳۸/۵۵±۳۲۳/۱۴	★۰/۰۱۷	-۲/۸۶۲
	آب درمانی	۱۰۳۹/۰۰±۶۴۲/۳۶	۴۸۹/۴۶±۳۶۴/۹۴	★۰/۰۵	-۲/۱۸۱
	کنترل	۳۶۵/۱۳±۲۵۰/۴۲	۶۳۷/۶۹±۵۶۸/۰۱	۰/۱۸۶	۱/۴۱۱
طول مسیر جابه جایی فشار	DNS	۱۰۱۴/۳۷±۶۸۸/۸۴	۴۲۲/۴۲±۳۷۹/۴۲	★۰/۰۵	-۲/۲۰۷
	آب درمانی	۸۴۵/۴۶±۳۷۰/۴۲	۴۲۳/۴۹±۳۹۳/۴۲	★۰/۰۱۳	-۲/۲۶۹
	کنترل	۳۱۶/۱۳±۱۴۸/۹۶	/۸۹±۱۶۴/۹۶ ۲۷۸	۰/۵۴۹	-۰/۶۱۹
نوسانات داخلی-خارجی	DNS	۱۳/۰۷±۱۲/۶۶	۸/۰۰±۴/۶۰	۰/۲۳۷	-۱/۲۷۴
	آب درمانی	۱۲/۲۳±۶/۶۶	۳/۸۹±۱/۹۲	★۰/۰۰۳	-۳/۷۷۱
	کنترل	۳/۷۶±۲/۳۲	۶/۱۴±۲/۳۲	۰/۱۶۱	۱/۵۰۳
نوسانات قدامی خلفی	DNS	۹/۴۳±۵/۱۰	۸/۰۸±۱۲/۶۰	۰/۷۸۳	-۰/۲۸۲
	آب درمانی	۶/۵۸±۶/۱۰	۵/۰۸±۲/۱۰	۰/۴۲۲	-۰/۸۲۹
	کنترل	۶/۰۱±۲/۵۱	۶/۷۸±۴/۱۳	۰/۵۸۶	۰/۵۶۲
شاخص تقارن توزیع نیرو و فشار	DNS	۰/۶۱±۰/۰۱	۰/۴۶±۰/۰۵	★۰/۰۰۰۱	-۸/۱۲۸
	آب درمانی	۰/۵۹±۰/۰۵	۰/۴۶±۰/۰۷	★۰/۰۰۱	-۴/۰۶۷
	کنترل	۰/۵۳±۰/۰۸	۰/۵۰±۰/۰۸	۰/۳۸۳	-۰/۹۰۹

★ سطح معناداری $P<۰/۰۵$.

در ادامه؛ بر اساس مقایسه درون گروهی میانگین‌ها و با توجه به تفاوت معنادار تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا و آب درمانی بر محدوده نوسانات و طول مسیر جابه جایی مر کز فشار و شاخص تقارن توزیع فشار

کف پایی آزمودنی‌های دو گروه تمرینی؛ به منظور مقایسه میزان اثربخشی این تمرینات و تفاوت‌های بین گروهی از آزمون آنوای یک راهه استفاده شد. در ادامه به دلیل اینکه میانگین نمرات پیش آزمون فاکتورهای نوسانات پاسچر و شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی بین گروه ها در آزمون آنوا یک راهه (one way-AVOVA) تفاوت معناداری داشت؛ پس برای مقایسه از آزمون کوواریانس استفاده شد.

پس از برقراری پیش فرض‌های آزمون تحلیل کوواریانس یک طرفه: نرمال بودن توزیع داده‌ها($p=۰/۴۳$)، همگنی واریانس‌ها($p=۰/۴۸۲$)، همگنی شیب رگرسیون، از این آزمون برای مقایسه اثربخشی دو مداخله تمرینات DNS و آب درمانی برای نوسانات پاسچر بیماران دارای کمر درد مزمن غیر اختصاصی استفاده شد. متغیر وابسته نوسانات پاسچر و شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی و متغیر مستقل نوع مداخله بود و نمره‌های پیش آزمون نوسانات پاسچر و شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی در این مطالعه به‌عنوان همپراش(کووریت) در نظر گرفته شد.

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس یک طرفه برای مقایسه اثر مداخلات بر شاخص تقارن توزیع فشار نوسانات پاسچر(n=۳۶)

متغیر	گروه	*میانگین درد پس آزمون	F	P-value	r^2
محدوده نوسانات	DNS	۳۳۸/۵۵±۳۲۳/۱۴	۰/۷۳۵	۰/۴۸۸	۰/۰۴۵
	آب درمانی	۴۸۹/۴۶±۳۶۴/۹۴			
	کنترل	۶۳۷/۶۹±۵۶۸/۰۱			
طول مسیر جا به جایی مرکز فشار	DNS	۴۲۲/۴۲±۳۷۹/۴۲	۰/۹۷۰	۰/۳۹۰	۰/۵۹
	آب درمانی	۴۲۳/۴۹±۳۹۳/۴۲			
	کنترل	۲۷۸/۸۹±۱۶۴/۹۶			
نوسانات داخلی-خارجی	DNS	۸/۰۰±۴/۶۰	۰/۹۰۷	۰/۱۶۵	۰/۱۱۰
	آب درمانی	۳/۸۹±۱/۹۲			
	کنترل	۶/۱۴±۲/۳۲			
نوسانات قدامی خلفی	DNS	۸/۰۸±۱۲/۶۰	۰/۸۶۵	۰/۴۳۱	۰/۰۵۳
	آب درمانی	۵/۰۸±۲/۱۰			
	کنترل	۶/۷۸±۴/۱۳			
شاخص تقارن توزیع نیرو و فشار	DNS	۰/۴۶±۰/۰۵	۰/۸۰۴	۰/۴۵۷	۰/۰۴۹
	آب درمانی	۰/۴۶±۰/۰۷			
	کنترل	۰/۵۰±۰/۰۸			

* تعدیل شده بر اساس مقادیر پیش آزمون (کووریت).

نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد؛ پس از اصلاح نمره‌های پیش آزمون، از نظر نمره‌های نوسانات پاسچر(محدوده نوسانات($r^2=۰/۰۴۵$، $p=۰/۴۸۸$، $F(۲،۳۲)=۰/۷۳۵$)، نوسانات داخلی خارجی($r^2=۰/۱۱۰$، $p=۰/۱۶۵$، $F(۲،۳۲)=۰/۹۰۷$)، نوسانات قدامی خلفی($r^2=۰/۰۵۳$، $p=۰/۴۳۱$، $F(۲،۳۲)=۰/۸۶۵$)، طول جا به جایی مر کز فشار($r^2=۰/۵۹$، $p=۰/۳۹۰$، $F(۲،۳۲)=۰/۹۷۰$)) و نمره‌های شاخص تقارن توزیع نیرو و فشار ($r^2=۰/۰۴۹$، $p=۰/۴۵۷$، $F(۲،۳۲)=۰/۸۰۴$) بین گروه ها تفاوت معناداری مشاهده نشد.به منظور بررسی جزییات این تغییرات از آزمون تعقیبی بونفرنی استفاده شد(جدول۵).

جدول۶. نتایج آزمون بونفرنی برای مقایسه‌های زوجی گروه ها در فاکتور نوسانات پاسچر (n=۳۶)

متغیر	گروه	سطح اطمینان ۹۵ درصد		P-value
		کران پایین	**کران بالا**	
محدوده نوسانات	آب درمانی-کنترل	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۷۰۰
	DNS-کنترل	-۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۹۸۵
	آب درمانی-DNS	-۰/۰۸	۰/۰۷	۱/۰۰۰
طول جابه جایی مرکز فشار	آب درمانی-کنترل	-۱۹۲/۴۳	۵۷۴/۴۶	۰/۶۵۰
	DNS-کنترل	-۲۱۳/۲۱۰	۶۲۲/۷۶	۰/۶۷۳
	آب درمانی-DNS	-۳۶۷/۶۷۱	۳۴۰/۱۴۲	۱/۰۰۰
نوسانات داخلی خارجی	آب درمانی-کنترل	-۷/۴۷	۸/۴۸	۱/۰۰۰
	DNS-کنترل	-۳/۲۸	۱۳/۴۳	۰/۴۰۴
	آب درمانی-DNS	-۱۱/۱۱	۱/۹۷	۰/۲۶۲
نوسانات قدامی خلفی	آب درمانی-کنترل	-۹/۱۴	۶/۱۲	۱/۰۰۰
	DNS-کنترل	-۵/۴۶	۱۰/۸۹	۱/۰۰۰
	آب درمانی-DNS	-۱۲/۲۵	۳/۹۰	۰/۶۰۱
شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی	آب درمانی-کنترل	-۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۷۰۰
	DNS-کنترل	-۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۹۸۵
	آب درمانی-DNS	-۰/۰۸	۰/۰۷	۱/۰۰۰

با توجه به نتایج آزمون تعقیبی بونفرنی به نظر می‌رسد هر دو نوع تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا(DNS) و آب درمانی نسبت به گروه کنترل موجب بهبود معناداری در شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی، محدوده نوسانات، طول جابه جایی مرکز فشار، نوسانات قدامی خلفی و نوسانات داخلی خارجی نشده است؛ همچنین بین گروه‌های مداخله(آب درمانی-DNS) از نظر اثربخشی بر شاخص تقارن توزیع فشار کف پایی، محدوده نوسانات، طول جابه جایی مرکز فشار، نوسانات قدامی خلفی و نوسانات داخلی خارجی تفاوت معناداری مشاهده نشد (P<۰/۰۵)(جدول ۶).

بحث

با توجه به پیشینه پژوهش و اهمیت و ضرورت شاخص تقارن فشار کف پایی و نوسانات پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی محققین در این پژوهش درصدد ارائه پروتکل تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا و تمرینات رایج آبدرمانی به‌عنوان راه‌کار درمانی جهت بهبود الگوهای تورزیع فشار کف پایی در این بیماران بودند که نتایج یافته پژوهش نشان داد بین این دو نوع تمرینات تفاوت معناداری برای شاخص تقارن فشارکف پایی و متغیرهای نوسانات پاسچر (محدوده نوسانات، طول جابه جایی مرکز فشار، نوسانات قدامی خلفی و نوسانات داخلی خارجی) وجود ندارد؛ اما پس از هشت هفته مداخله آبدرمانی وتمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا تأثیر مثبت و معناداری بین دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون برای دو گروه تمرینی برای شاخص تقارن فشار کف پا، محدوده نوسانات، طول جابه جایی مسیر مرکز فشار وجود داشت. همچنین با توجه به جدول ۴ گزارش شد؛ تنها گروه آب درمانی کاهش

معناداری در نمرات پس آزمون نوسانات داخلی خارجی داشته است.

کمردرد رابطه‌ی مهمی با تعادل و نوسانات پاسچرال دارد چرا که عنوان شده است دردهای موضعی و انتشاری موجب اختلال در انتقال بهینه نیرو می‌شود و الگوی توزیع فشار کف پایی را بر هم می‌زند(گندمی و همکاران، ۲۰۲۱، ۲۰). همچنین گفته شده‌است بیماران مبتلا به کمردرد دارای الگوهای وضعیتی غیرطبیعی، تأخیر در زمان واکنش و اختلال در ثبات هستند (تایلور و همکاران، ۲۰۰۱، ۶). در این بیماران به دلیل دردهای ادراکی، در هنگام راه رفتن تمایل به کاهش سرعت و کاهش طول گام دارند که متعاقب آن، الگوهای نامتقارنی در راه رفتن این بیماران ظاهر می‌شود. همچنین به دلیل رفتارهای اجتنابی از درد، انتقال یک‌طرفه نیرو و نقص در سیستم حسی حرکتی و اختلالِ حس عمقی دچار کنترل پاسچر ضعیفی هستند(پوچار و همکاران، ۱۹۹۸). در همین خصوص فیاض و همکاران در پژوهش خود توزیع فشار کف پایی بیماران مبتلا به کمردرد مکانیکی را با گروه کنترل سالم مورد بررسی قرار دادند و اظهار نمودند؛ بیماران مبتلا به کمردرد وزن بیش‌تری را در سمت سالم به عنوان یک اقدام آرامش‌بخش برای جلوگیری از درد در هنگام ایستادن یا راه رفتن تحمل می‌کنند(فیاض[1] و همکاران، ۲۰۱۲، ۸۰). لی[2] و همکاران(۲۰۱۱، ۲۰) گزارش نمودند الگوی توزیع فشار کف پایی بین افراد عادی و بیماران مبتلا به کمردردهای مزمن در موقعیت پویا متفاوت است. یون و همکاران، شاخص تقارن توزیع فشار را در افراد مبتلا به کمردرد در هنگام ایستادن بررسی کردند و بیان کردند فشار وارده بر قسمت جلو پا بیش‌تر از فشار بر قسمت عقب پا و پاشنه می‌باشد(یوون[3] و همکاران، ۲۰۰۸، ۱۷).

با توجه به یافته پژوهش حاضر به نظر می‌رسد تمرینات آبدرمانی بخوبی توانسته تقارن فشار کف پایی در بیماران مبتلا به کمردردمزمن را بهبود بخشد؛ در حقیقت می‌توان علت این یافته را این‌گونه توصیف نمود که تمرینات آبی با تمرکز بر کاهش درد انتشاری، تقویت عضلات اندام تحتانی و اصلاح الگوهای حرکتی در بیماران از انتقال یکطرفه نیرو و عدم تقارن توزیع بار جلوگیری کرده و تقسیم بار را بین پاها در افراد مبتلا به کمردرد مزمن تسهیل کند(یلفانی و همکاران، ۲۰۱۹، ۱۷). درادامه نتایج برگرفته از پژوهش در گروه آب درمانی متغیرهای نوسانات پاسچر شامل محدوده نوسانات و طول جابه جایی مسیر مرکز فشار بیماران مبتلا به کمردرد کاهش یافته است. عنوان شده است تمرینات آبدرمانی مسیر پیشروی مرکز فشار را طور معناداری کاهش می‌دهد(سگال[4] و همکاران، ۲۰۱۴) و با حفظ مرکز فشار((center of pressure (COP) درون سطح اتکا و برقراری کنترل پاسچر از طریق فعال شدن به موقع عضلات ثبات دهنده ناحیه مرکزی بدن؛ از حرکات کنترل نشده تنه و جا به جایی‌های ناخواسته مرکز ثقل بر روی سطح اتکا جلوگیری کرده و درنهایت کاهش محدوده نوسانات را در بیماران کمردرد مزمن به همراه دارد(سگال و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین در این پژوهش محققین به دنبال یک متد توانبخشی مبتنی بر خشکی بودند تا اثرات مشابهی در چنین بیمارانی داشته باشد. رویکرد ثبات سازی عصبی-عضلانی پویا در جستجوی تنظیم فشار داخل شکمی (IAP)[5] و سیستم ثبات سازی کننده ستون فقرات (ISSS)[6] برای بهینه کردن کارایی حرکت و اجتناب از بارگذاری بیش از حد مفاصل می‌باشد، در واقع از طریق سیستم ثبات سازی کننده ستون فقرات تعادل عضلانی بین فلکسورهای عمقی و اکستنسورهای ستون مهره‌ها، همچنین بین دیافراگم وعضلات کف لگن را ایجاد کرده و ثبات در ستون فقرات کمری فراهم می‌کند، همچنین از طریق افزایش فشار داخل شکمی، ثبات ستون فقرات کمری را ایجاد کرده و فشار وارده بر روی

1. FAYEZ
2. Lee
3. Yoon
4. Segel
5. intra-abdominal pressure regulation
6. integrated spinal stabilizing system

ستون مهره‌ای را محدود می‌کند(قوی پنجه و همکاران، ۲۰۲۲، ۲۴). با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر در خصوص تأثیر تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا بر نوسانات پاسچر و تقارن فشار کف پایی می‌توان اینگونه اذعان نمود که این تمرینات به‌دلیل ماهیت ثبات بخشی ناحیه کمری همراه با افزایش فشار داخل شکمی و تنفس دیافراگمی موجب کاهش نیروهای برشی و کاهش آتروفی عضلانی خواهد شد که در نتیجه باعث بهبود کنترل پاسچرشده و به توانایی عملکردی کمک خواهد کرد(فرانک و همکاران، ۲۰۱۳، ۸). شایان ذکر است در دهه‌های گذشته ارتباط بین ثبات ستون فقرات و کمردرد مورد توجه تحقیقات قرار گرفته است به‌گونه ای که شواهد اخیر نشان می دهد ضعف عضلات ثبات دهنده ستون فقرات مانند عضلات عرضی شکمی مولتی فیدوس، کف لگن و دیافراگم در افراد مبتلا به کمردرد مزمن مشهود اشت (کیبلر[1] و همکاران، ۲۰۰۶، ۳۶). تمرینات DNS با انقباض دیافراگم، فشار داخلی شکمی را تعدیل می‌کند و موجب سفت شدن عضلات ستون فقرات و تنه شده و در نهایت باعث کاهش نوسانات پاسچر در وضعیت استاتیک خواهد شد(۳۵). از آنجایی که پایه تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا(DNS) بکارگیری عضلات ثبات دهنده ستون فقرات می‌باشد؛ این تمرینات تنه، لگن و اندام تحتانی در یک راستا قرار می‌دهد و باعث تسهیل کنترل حس عمقی بین تنه و اندام تحتانی و نهایتا کاهش نوسانات پاسچر را در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بدنبال خواهد داشت.

در خصوص ارائه پروتکل تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا بر روی نوسانات پاسچر و توزیع فشار چندان پژوهشی صورت نگرفته تا بتوان نتایج آن را با یافته برگرفته از پژوهش حاضر مقایسه و بررسی کرد اما می‌توان نتایج پژوهش‌هایی را که در زمینهٔ بررسی اثر تمرینات DNS بر سایر متغیرها انجام شده‌اند، به‌صورت غیرمستقیم با نتایج پژوهش حاضر مقایسه کرد. به عنوان مثال می‌توان به پژوهش سون و همکاران[2](۲۰۱۷، ۴۱) اشاره نمود؛ آنان اثر DNS را بر حرکات دیافراگم، تعادل و راه رفتن بیماران فلج مغزی بررسی و عنوان نمودند، تمرینات DNS یک مداخله اثربخش در تسهیل فعالسازی عضلات عمقی ناحیه مرکزی بدن است و در نتیجه ایستادن، راه رفتن و پرش در بیماران فلج مغزی اسپاستیک دیاپلژ را بهبود بهبود می‌بخشد. در یک مطالعه موردی هم پیچاراکس و همکاران[3](۲۰۰) عنوان نمود که تمرینات ثبات مرکزی که در روش DNS انجام می‌گیرد، می‌تواند نسبت به بستن کمربند روش موثرتر و کاربردی-تری در توانبخشی، کاهش درد ،کنترل پاسچر و تعادل بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی باشد که همه موارد ذکر شده یافته‌ی این مطالعه را تأیید می‌کند. در ادامه تاثیر تمرینات DNS؛ فرانک و همکاران[4] تحقیقی با عنوان تمرینات DNS و توانبخشی ورزشی را انجام دادند و گزارش نمودند که تمرینات DNS می‌تواند وسیله‌ای عملکردی برای ارزیابی و فعالسازی ثبات‌دهنده-های ستون فقرات به منظور بهینه‌سازی سیستم حرکتی برای پیش بازتوانی و بازتوانی آسیب‌های ورزشی و عملکردی باشد(فرانک و همکاران، ۲۰۱۳، ۸). یان و همکاران اثر بخشی تمرینات ثبات سازی عصبی عضلانی پویا بر روی فعالیت عضلانی و ثبات ناحیه کمری-لگنی در بیماران سکته مغزی بررسی کردند و بیان نمودند این تمرینات زمان تأخیر فعالیت عضلات ناحیه مرکزی از جمله عضله عرضی شکمی را کاهش داده و باعث ثبات ناحیه کمری-لگنی شده است و نهایتا بهبود کنترل پاسچر و کاهش نوسانات را به همراه داشته است(یوون و همکاران، ۲۰۲۰، ۷).

1. Kibler

2. Son et al.
3. Psycharakis
4. Frank et al

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر تمرینات آب درمانی و ثبات سازی عصبی عضلانی پویا تقریباً به نسبت برابری در کاهش نوسانات پاسچر و بهبود تقارن فشار کف پایی بیماران مبتلا به کمر درد مزمن غیر اختصاصی مؤثر بوده است. لذا توصیه می‌شود در کنار کاهش درد ادارکی از روش‌های تمرینی صحیح با بکار گیری تمرینات عصبی عضلانی پویا با هدف فعال نمودن به موقع عضلات ثبات دهنده ستون فقرات و تمرینات رایج آب درمانی به‌عنوان راهکارهای مناسب جهت کاهش میزان شدت درد و متعاقب آن کاهش نوسانات پاسچر و توزیع متقارن فشار کف پایی بیماران استفاده نمایند تا بتوانند از ریسک آسیب‌های بعدی این بیماران جلوگیری کنند.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش، مربیان، متخصین و کارشناسان آزمایشگاه توانبخشی ورزشی دانشگاه رازی که ما را در انجام امور آزمایشگاهی یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

Reference

Malliou, P., Gioftsidou, A., Beneka, A., & Godolias, G. (2006). Measurements and evaluations in low back pain patients. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 16(4), 219-230.

Oliveira, C. B., Maher, C. G., Pinto, R. Z., Traeger, A. C., Lin, C. W. C., Chenot, J. F., ... & Koes, B. W. (2018). Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview. European Spine Journal, 27(11), 2791-2803.

Manchikanti, L., Singh, V., Falco, F. J., Benyamin, R. M., & Hirsch, J. A. (2014). Epidemiology of low back pain in adults. Neuromodulation: Technology at the Neural Interface, 17, 3-10.

Naghavi, M., Abajobir, A. A., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abd-Allah, F., Abera, S. F., & Fischer, F. (2017). Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. The lancet, 390(10100), 1151-1210.

Van Dieën, J. H., Reeves, N. P., Kawchuk, G., Van Dillen, L. R., & Hodges, P. W. (2019). Motor control changes in low back pain: divergence in presentations and mechanisms. journal of orthopaedic & sports physical therapy, 49(6), 370-379.

Taylor, S., Frost, H., Taylor, A., & Barker, K. (2001). Reliability and responsiveness of the shuttle walking test in patients with chronic low back pain. Physiotherapy Research International, 6(3), 170-178.

Silfies, S. P., Squillante, D., Maurer, P.,

Westcott, S., & Karduna, A. R. (2005). Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. Clinical biomechanics, 20(5), 465-473.

Nawoczenski, D. A., Ketz, J., & Baumhauer, J. F. (2008). Dynamic kinematic and plantar pressure changes following cheilectomy for hallux rigidus: a mid-term followup. Foot & ankle international, 29(3), 265-272.

Radebold, A., Cholewicki, J., Polzhofer, G. K., & Greene, H. S. (2001). Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. Spine, 26(7), 724-730.

Macedo, L. G., Maher, C. G., Latimer, J., & McAuley, J. H. (2009). Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: a systematic review. Physical therapy, 89(1), 9-25.

Olson, D. A., Kolber, M. J., Patel, C., Pabian, P., & Hanney, W. J. (2013). Aquatic exercise for treatment of low-back pain: a systematic review of randomized controlled trials. American Journal of Lifestyle Medicine, 7(2), 154-160.

Twomey, L. T., & Taylor, J. R. (1987). Age changes in lumbar vertebrae and intervertebral discs. Clinical orthopaedics and related research, (224), 97-104.

Parker, K. M., & Smith, S. A. (2003). Aquatic-aerobic exercise as a means of stress reduction during pregnancy. The Journal of Perinatal Education, 12(1), 6.

Shi, Z., Zhou, H., Lu, L., Pan, B., Wei, Z., Yao, X., ... & Feng, S. (2018). Aquatic exercises in the treatment of low back pain: a systematic review of the literature and meta-Analysis of eight studies. American journal of physical medicine & rehabilitation, 97(2), 116-122.

Waller, B., Lambeck, J., & Daly, D. (2009). Therapeutic aquatic exercise in the treatment of low back pain: a systematic review. Clinical rehabilitation, 23(1), 3-14.

Yalfani, A., Maleki, B., & Raeisi, Z. (2019). The effect of aquatic exercise therapy on the pain, disability and gait parameters of women with chronic low back pain. Research in Sport Medicine and Technology, 17(18), 57-67. (In Persian)

Davidek, P., Andel, R., & Kobesova, A. (2018). Influence of dynamic neuromuscular stabilization approach on maximum kayak paddling force. Journal of human kinetics, 61(1), 15-27.

Ghavipanje, V., Rahimi, N. M., & Akhlaghi, F. (2022). Six Weeks Effects of Dynamic Neuromuscular Stabilization (DNS) Training in Obese Postpartum Women With Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. Biological research for nursing, 24(1), 106-114.

Bokarius, V. (2008). Long-term efficacy of dynamic neuromuscular stabilization in treatment of chronic

musculoskeletal pain. Age, 18(25), 3.

Gandomi F, Sofivand P, Fadaei Dehcheshmeh P. (2021). Studying the Pattern of Foot Pressure Distribution, Symmetry Index, and Center of Pressure Sways in Women with Back Pain Due to Lumbar Disc Herniation:: A Descriptive Study. J Rafsanjan Univ Med Sci. 20 (5): 487-502. (In Persian)

Dehcheshmeh, P. F., & Gandomi, F. Foot Pressure Distribution Symmetry, Vertical Ground Reaction Force and Postural Sways in Professional Athletes with Proper or Poor Lumbopelvic Control1. (In Persian)

Ansari, S., Elmieh, A., & Alipour, A. (2021). The effect of aquatic exercise on functional disability, flexibility and function of trunk muscles in postmenopausal women with chronic non-specific low back pain: Randomized controlled trial. Science & Sports, 36(3), e103-e110.

Balaiy S, Amiri R, Sedaghati P, Daneshmandi H. (2021). Evaluation of the effectiveness of selected strength training at an unstable level and hydrotherapy on lower limb muscle strength, balance and fear of falling in the elderly. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 8(16).

Mahdieh, L., Zolaktaf, V., & Karimi, M. T. (2020). Effects of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) training on functional movements. Human movement science, 70, 102568.

Alvani, E., Ziya, M., & Sahebozamani, M. (2020). The effect of dynamic neuromuscular stability (DNS) training on dynamic balance and functional disability in athletes with non-specific chronic low back pain. Journal for Research in Sport Rehabilitation, 8(15), 127-138.

Boucher, P., Teasdale, N., Courtemanche, R., Bard, C., & Fleury, M. (1995). Postural stability in diabetic polyneuropathy. Diabetes care, 18(5), 638-645.

Fayez, E. S., & ELSAYED, E. (2012). Foot Pressure Asymmetry in Patients with Mechanical Low Back Pain. Med J Cairo Univ, 80(2), 7-10.

Lee, J. H., Fell, D. W., & Kim, K. (2011). Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. Journal of Physical Therapy Science, 23(6), 923-926.

Yoon, J. S. (2008). The relation study of weight distribution and strength of Lower extremity with and without Low back pain in middle-aged woman. Exercise science: official journal of the Korea Exercise Science Academy, 17, 309-316.

Segel, J. D., & Crawford, S. (2014). Anatomy of the COP gait line and computer-aided gait analysis. In Pm's Tech Forum/Orthotics & Biomechanics (Vol. 33, No. 7, pp. 151-6).

Reaisi Z, Asghari M, Zarali A. (2020). The effect of eight weeks combined exercise in water on pain and postural sway in female with non-specific chronic low back pain. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 8(15). 115-126.

Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. International journal of sports physical therapy, 8(1), 62.

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. Sports medicine, 36(3), 189-198.

Son, M. S., Jung, D. H., You, J. S. H., Yi, C. H., Jeon, H. S., & Cha, Y. J. (2017). Effects of dynamic neuromuscular stabilization on diaphragm movement, postural control, balance and gait performance in cerebral palsy. NeuroRehabilitation, 41(4), 739-746.

Psycharakis, S. G., Coleman, S. G., Linton, L., Kaliarntas, K., & Valentin, S. (2019). Muscle activity during aquatic and land exercises in people with and without low back pain. Physical therapy, 99(3), 297-310.