نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۹، شماره ۱۷، بهار و تابستان ۱۴۰۰
۹۳ - ۱۰۲

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر شش هفته تمـرین در آب همراه با ناتروپاتی بر میزان و زمان فعالیت منتخبی از عضلات افراد با کمردرد مزمن غیراختصاصی

هادی میری[1*]، حسین شاهرخی[2]، فریبا بهرامی ایوانکی[3]

۱. استادیار، گروه تربیت‌بدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۳. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه رجا، قزوین، ایران.

دریافت ۲۸ فروردین ۱۴۰۰؛ پذیرش ۳ دی ۱۴۰۰

مقاله پژوهشی

واژگان کلیدی

آب درمانی

ناتروپاتی

الکترومیوگرافی

کمر درد

چکیده

زمینه و هدف: هدف از تحقیق حاضر، بررسی ۶ هفته تمرین در آب همراه با ناتروپاتی بر میـزان و زمان فعالیت عضلات منتخب در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

روش بررسی: نمونه آماری تحقیق شامل ۲۴ نفر زن با دامنه سنی ۲۵ تا ۴۰ سال است که به دو گروه ۱۲ نفری آزمون و کنترل تقسیم شدند. متغیرهای تحقیق شامل میزان فعالیت عضـلات و زمان فعالیت عضلات گلوتئوس ماکسیموس، گلوتئوس مدیوس و فیدوس بود که بوسیله دستگاه الکترومیوگرافی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. برنامه تمرین در آب طـی ۶ هفتـه اجرا شد. برای بررسی اثر تمرینات از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون‌های t مستقل و وابسته در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت.

یافته‌ها: تفاوت معناداری بـین دو گـروه در میـزان فعالیـت الکتریکـی و زمـان شـروع فعالیـت الکتریکی عضلات بعد از تمرین گزارش شد. انجام تمرینات در آب منجر به افزایش معناداری در فعالیت عضلانی عضلات گلوتئوس ماکسیموس، گلوتئوس مدیوس و مولتی فیدوس و منجـر بـه کاهش معناداری در زمان تأخیر شروع فعالیت عضـلانی عضـلات مـولتی فیـدوس ($p \leq ۰.۰۰۱$)، گلوتئوس ماکسیموس ($p \leq ۰.۰۰۱$) و مدیوس ($p \leq ۰.۰۰۱$) در گروه آزمون شد.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های پژوهش، تمرینـات در آب مـی‌توانـد عـاملی در بهبـود فعالیـت عضلانی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی شود. بـه ایـن ترتیـب، مـی‌تـوان از ایـن تمرینات برای این بیماران استفاده کرد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۶۱۶۹۴۶۸
پست الکترونیکی: hd.miri@atu.ac.ir
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2022.24069.1568

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین مشکلاتی است که سالانه، بسیاری از مردم سراسر جهان به آن مبتلا هستند. همچنین کمردرد عمده‌ترین علت ناتوانی در انجام کارها در سراسر جهان است. کمر درد باعث کاهش فعالیت عضلات و همچنین تأخیر در زمان شروع فعالیت عضلات می‌شود. یکی از راههای مؤثر در درمان آن تمرین در آب است (حدادنژاد و همکاران، ۱۳۹۲). محققین در پی آن بودند که از تمرینات در آب به‌عنوان یکی از روش‌های کم هزینه نسبت به روش‌های پزشکی نظیر جراحی و دارو درمانی استفاده نمایند. تمرینات در آب باعث توسعه و کنترل حسی حرکتی عضلات تنه و عضلات مرکزی می‌شوند. بنابراین با توسعه ثبات تنه، نیروهای اضافی آسیب‌رسان به ستون فقرات کاهش می‌یابد که در نهایت باعث کاهش درد می‌گردند (هو و همکاران، ۲۰۱۰). آب به دلیل خاصیت ویسکوزیته بیشتر نسبت به هوا مقاومت بیشتری دارد، از این‌رو بازخورد حسی را افزایش داده و باعث بالا رفتن بیشتر حس آگاهی می‌شود (هودگ و همکاران، ۲۰۱۳). در افراد مبتلا به کمردرد نقش برنامه‌های درمانی و توانبخشی در افزایش قدرت، تحریک و ظرفیت عملکردی عضلات گلوتئوس ماکسیموس، گلوتئوس مدیوس و مولتی فیدوس بسیار مهم می‌باشد. تمرینات در آب با افزایش ثبات در ناحیه تنه، بهبود در کنترل عصبی عضلانی و کاهش شدت درد و ناتوانی می‌تواند منجر به بهبود در الگوی کنترل حرکتی ناحیه‌ی کمری لگنی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن شود (اثباتی و همکاران، ۱۳۸۸). در حقیقت با توجه به این‌که، نیروهای مفاصل ستون فقرات به جای این‌که توسط لیگامنت‌های موضعی عضلات موضعی کنترل شوند، بیشتر توسط الگوهای فعالسازی عضلانی از قبل تعیین شده[1] و گشتاورهای فعل و انفعالی که در عضلات مرکزی ایجاد می‌شوند کنترل می‌شوند، تمرینات در آب منجر به ایجاد یک الگوی دقیق فعال[2] شده که در نهایت می‌تواند باعث کنترل دقیق‌تر عملکرد ورزشی این بیماران شوند (کیسنر و همکاران، ۲۰۱۸). کیسنر براین اعتقاد است که تمریناتی که در آنها وزن بدن تحمل نمی‌شود گزینه خوبی برای کاهش کمردرد هستند و فرد در صورتی می‌تواند وزن خود را در کنترل خود قرار دهد که در داخل آب قرار بگیرد (کیسنر و همکاران، ۲۰۱۸). طبق تئوری جاندا، عدم تعادل عضلانی عضلات گلوتئوس ماکسیموس و گلوتئوس مدیوس می‌تواند منجر به اختلالات اسکلتی - عضلانی مانند کمردرد شود (جاندا، ۲۰۱۳). تحقیقاتی که قبلاً در این زمینه صورت گرفته است، استقامت، ضعف و تأخیر در شروع فعالیت عضلات اکستنسور ران (گلوتئوس ماکسیموس) و ابداکتور ران (گلوتئوس مدیوس) را در افراد مبتلا به کمردرد گزارش کرده‌اند (هودگ و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین نشان داده شده که بیماران کمردرد مزمن دچار تحلیل عضلات مولتی فیدوس می‌شوند. از آنجایی‌که اطلاعات حسی این عضله نقش مهمی در سیستم کنترل تعادل به عهده دارند (اوسیلیوان و همکاران، ۲۰۱۰) تحلیل این عضله می‌تواند موجب مشکلاتی برای ناحیه کمری شده که خود می‌تواند با به تأخیر انداختن التیام، عامل مزمن شدن کمردرد این بیماران شود. ناکارایی عملکردی عضلات نام برده ممکن است منجر به تغییرات بیومکانیک کمربند کمری- لگنی- رانی شده و این عامل اندام تحتانی را در معرض آسیب قرار می‌دهد (آکودو و همکاران، ۲۰۱۴). ناتروپاتی[3] (طبیعی درمانی) شامل تغییر در شیوه زندگی (مانند ورزش، کاهش استرس) و تغییر در عادات غذایی، همراه با استفاده از مکمل‌های غذایی و گیاهان می‌باشد (پیرس و همکاران، ۲۰۱۵). التهاب که با تولید سیتوکین‌های التهابی ایجاد می‌شود به طیف وسیعی از بیماری‌های مزمن و حاد کمک می‌کند. امگا ۳ اشباع نشده اسید چرب که در روغن ماهی پیدا می‌شود، تولید این نشانگرها را کاهش و از درد و سفتی عضلات می‌کاهد. رژیم‌های غذایی پر از فلانوییدهای گیاهی کاهنده درد می‌باشند (اسزورکو و همکاران، ۲۰۰۹). برنامه درمانی نیاز به مشارکت بیمار در به‌دست آوردن سلامتی دارد، برخلاف طب پزشکی، که در آن تنها از تجویز دارو یا گاهی جراحی برای درمان استفاده می‌شود، همان‌طور که گفته شد هدف درمان طبیعی ترویج سلامتی برای عمر طولانی و تندرستی و گسترش سبک زندگی سالم و مناسب با تغذیه غذایی سالم و کاهش استرس است (اسزورکو و همکاران، ۲۰۰۷). در مطالعات پیشین به تأثیر تمرین در آب به تنهایی بر افراد دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی پرداخته شده بود ولی در مطالعه حاضر به تأثیر همزمان

1. Muscle active exectpattern
2. Active exact pattern
3. Naturopathy

ناتروپاتی و تمرین در آب با هم بر افراد دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی پرداخته شده است. بنابراین با توجه به مطالب گفته شده، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین در آب همراه با ناتروپاتی بر میزان زمان شروع به فعالیت منتخبی از عضلات افراد با کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده می‌باشد که در سال ۱۳۹۸ انجام شد؛ همچنین این تحقیق دارای تأییده کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی و ثبت شده در مرکز کارآزمایی بالینی ایران است. جامعه آماری تحقیق، شامل زنان ۲۵ تا ۴۰ سال شهر قزوین با کمردرد مزمن غیراختصاصی بودند که با استفاده از نرم‌افزار تعین حجم نمونه G*Power با تعیین سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۰۸ تعداد ۲۴ نفر به‌صورت تصادفی به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و از روش تصادفی سازی ساده برای تخصیص افراد به دو گروه ۱۲ نفری آزمون و کنترل استفاده شد که واحد تصادفی سازی فرد بود و در این روش برای ایجاد توالی تصادفی از نرم‌افزار Random allocation software استفاده شد. در ادامه برای این‌که قبل از تخصیص افراد به دو گروه، مشخص نباشد افراد به کدام گروه تخصیص خواهند یافت یا به عبارتی پنهان سازی تخصیص تصادفی[1] از روش تصادفی سازی مرکزی استفاده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل مبتلا بودن بیمار به کمردرد مزمن غیراختصاصی و داشتن حداقل ۳ ماه سابقه کمردرد که توسط پزشک متخصص تأیید و معرفی می‌شدند، عدم سابقه دریافت مداخلات درمانی مانند بریس، جراحی و فیزیوتراپی، عدم وجود اختلالات عصبی - عضلانی، نداشتن سابقه شکستگی، نداشتن فتق دیسک، سلامت کامل اندام تحتانی از حیث آسیب‌های برخوردی و غیربرخوردی و قرار گرفتن در دامنه سنی ۴۰- ۲۵ سال بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل غیبت ۳ جلسه‌ای از تمرینات بود. سپس از افرادی که شرایط اولیه جهت شرکت در تحقیق را داشتند خواسته شد تا در صورت تمایل برای انجام بررسی‌های اولیه در ساعات مشخص شده به آزمایشگاه مراجعه کنند. بعد از مراجعه افراد، پس از اطمینان از رعایت اصول اخلاق در پژوهش و اخذ فرم رضایت‌نامه کتبی برای اندازه‌گیری‌های اولیه و تکمیل فرم جمع‌آوری اطلاعات، ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی انجام شد. قبل از انجام آزمون‌ها، کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1398.094 و شماره ثبت کارآزمایی IRCT20200318046806N1 اخذ شد.

جهت بررسی میزان فعالیت الکتریکی عضلات و تشخیص زمان آغاز فعالیت این عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی ۱۶ کاناله مدل ME6000 ساخت شرکت Megawin کشور فنلاند استفاده گردید. برای ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی از الکترودهای سطحی یک‌بار مصرف ساخت شرکت Skintact کشور آلمان استفاده شد. قبل از قراردادن الکترودها، ابتدا قسمت بالک عضله در محل چسباندن الکترودها، به‌وسیله تیغ‌های یک‌بار مصرف هنگامی‌که پوست خشک است، تراشیده و با استفاده از الکل ۷۰ درصد و پنبه تمیز شد. پنبه و الکل تا حدی بر روی پوست کشیده می‌شد تا در پوست رنگ قرمز کمرنگ ایجاد کند. پس از آن پوست با پنبه‌ی آغشته به آب شسته و سپس خشک می‌شد. پس از خشک شدن پوست، محل اتصال الکترودها علامت زده می‌شد. محل نصب الکترودها بر اساس پروتکل سنیام[2] مشخص گردید (مرلیت و همکاران[3]، ۲۰۱۶). برای عضله گلوتئوس ماکزیموس، الکترودها در وسط خط واصل ساکروم و تروکانتر بزرگ مطابق با بزرگترین برجستگی میان باسن، دقیقاً بالای برجستگی قابل مشاهده‌ی تروکانتر بزرگ قرار داده شد. برای عضله مولتی فیدوس کمری، الکترودها در راستای خطی که از لبه تحتانی خار خاصره خلفی فوقانی تا فضای بین مهرهای مهره اول و دوم کمری قرار دارد، در سطح زائده خاری مهره پنجم کمری (یعنی حدود بیست تا سی میلی‌متر از خط میانی) قرار داده شد. محل الکترودهای گلوتئوس مدیوس ۲/۵ سانتی‌متر دیستال به نقطه میانی ستیغ خاصرهای (قسمت میانی) بود (پیرس و همکاران، ۲۰۱۵).

نحوه‌ی انجام آزمون به این صورت بود که از آزمودنی خواسته می‌شد در مسیر مشخص راه برود و فعالیت عضلات در حین راه رفتن اندازه‌گیری می‌شد. حداکثر انقباض ارادی بیشینه برای گلوتئوس ماکسیموس به این صورت بود که

1. Allocation concealment

2. Surface EMG for A Non Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)

3. Merletti

آزمودنی‌ها به حالت دمر دراز کشیدند و تنه آزمودنی کاملاً ثابت شد، سپس آزمودنی‌ها اکستنشن ران را در حالی‌که زانو در زاویه ۹۰ درجه فلکشن بود، انجام دادند. حداکثر انقباض ارادی بیشینه برای گلوتئوس مدیوس به این صورت بود که آزمودنی‌ها به پهلوی سمت مقابلی که در حال تست شدن بود، دراز کشیدند؛ به‌گونه‌ای که بخش خلفی لگن و پشت کتف در مجاورت با دیوار بود. افراد حداکثر نیروی ابداکشن را بر استرپ دور انتهای خارجی پا در وضعیت ۳۰ درجه ابداکشن ران اعمال کردند، به‌طوری‌که ران و زانو در اکستنشن کامل بود. حداکثر انقباض ارادی بیشینه برای عضله مولتی فیدوس به این صورت بود که آزمودنی‌ها به شکم خوابیدند، در حالی‌که هیپ ثابت شده بود، افراد در مقابل مقاومت و با بیشترین نیرو انقباض ایزومتریک ناحیه کمر را انجام دادند. هر وضعیت حداکثر انقباض ارادی دو بار و به مدت سه ثانیه و با ۵ دقیقه استراحت بین این دو تکرار انجام شد (فربود و همکاران، ۱۳۹۶).

برای محاسبه میزان فعالیت عضلات گلوتئوس ماکسیموس، گلوتئوس مدیوس و مولتی فیدوس سیگنال‌های ثبت شده در برنامه Megawin و MATLAB پردازش شدند. ابتدا سیگنال خام الکترومیوگرافی از فیلتر میانگذر ۱۰-۵۰۰ هرتز عبور داده می‌شود (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۶). سپس به‌وسیله الگوریتم RMS[1] با پنجره زمانی ۵۰ میلی‌ثانیه آنالیز سیگنال‌ها صورت گرفت. برای امکان مقایسه فعالیت عضله بین آزمودنی‌ها و نرمال کردن داده‌ها، نتایج هر عضله با استفاده از حداکثر انقباض ارادی (MVC) نرمال شدند و میزان فعالیت عضلات به‌صورت درصدی از حداکثر انقباض ارادی گزارش شد. فرایند پردازش سیگنال حداکثر انقباض ارادی مشابه سیگنال تکلیف بود. در نهایت سیگنال تکلیف با استفاده از رابطه زیر برحسب درصدی از حداکثر انقباض ارادی نرمال شد (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۶؛ حدادنژاد و همکاران، ۱۳۹۲):

$$EMG\% = \frac{EMG}{MVC} \times 100$$

برای محاسبه زمان شروع فعالیت عضلات، پس از این‌که اطلاعات از فیلتر میان‌گذر عبور داده شده و یک‌سویه شدند، لحظه رسیدن سیگنال فعالیت عضله به اندازه سه برابر انحراف استاندارد میزان فعالیت الکتریکی عضله در خط پایه (حالت ریلکس عضله) و افت نکردن از این میزان در مدت ۲۵ میلی‌ثانیه به‌عنوان آستانه آغاز فعالیت شناخته شد (مؤمنی و همکاران، ۱۳۹۶؛ حدادنژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

بعد از اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون، گروه آزمون در برنامه تمرینی شامل شش هفته تمرین در آب که هر هفته سه جلسه (روزهای زوج) انجام می‌شد شرکت می‌کردند.

پروتکل تمرینی تحقیق حاضر برگرفته از تحقیق بیتس و هانسون بود که شامل شش هفته و هر هفته ۳ جلسه و بود (بیتس و هانسون و همکاران، ۱۹۹۶). این پروتکل در فصل تابستان انجام شد. مدت زمان هر جلسه تقریباً ۶۰ دقیقه بود که شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ تا ۱۵ دقیقه) تمرینات اصلی (۳۰ تا ۳۵ دقیقه) و سرد کردن (۵ تا ۱۰ دقیقه) شد. تمرینات اصلی در ۴ وضعیت: ایستاده شامل راه رفتن به جلو، راه رفتن به عقب، راه رفتن به طرفین، قدم‌های بلند نیم‌خیز شدن شامل دوچرخه زدن، فلکشن و اکستنشن زانو، الگوی تحریک عصبی، الگوی تسهیل‌کننده دو طرفه اندام تحتانی طاق باز سوپین شامل حرکات پای شنا به پشت، در این وضعیت بالاتنه ثابت است. تمرینات تقویتی تنه در آب عمیق شامل راه رفتن در آب، اضافه کردن وزنه در طول راه رفتن، حرکات چرخشی تنه در آب عمیق.

آزمودنی‌ها تمامی تمرینات را تا آستانه درد انجام می‌دادند و تکرار کردن تمرینات یا افزایش مدت زمان با توجه به اصل اضافه بار تمرینی بوده و بستگی به میزان توانایی هر فرد داشت. اصل اضافه بار بدین شکل بوده که به تدریج در هفته‌های تمرینی از زمان استراحت بین تکرارها کم شده و تمرینات به تدریج با شدت بیشتر و تعداد تکرارهای بیشتر انجام شده است. در ابتدای هر مرحله، تمرین‌ها از شش تکرار شروع شد و به مرور در هر جلسه، ۲۰ درصد افزایش تکرار و شدت تمرین برای هر فرد در نظر گرفته شد. پس از این‌که افراد موفق شدند سه نوبت با دوازده تکرار را انجام دهند مرحله بعدی تمرین‌ها شروع می‌شد (خداویسی و همکاران، ۱۳۹۷).

1. Root mean square

جدول ۱: پروتکل تمرینی

دو هفته اول (مرحله اول)	دو هفته دوم (مرحله دوم)	دو هفته سوم (مرحله سوم)
گام برداشتن به سمت جلو	گام برداشتن به سمت عقب	لانچ به به سمت عقب
گام برداشتن به پهلو	گام برداشتن متقاطع به سمت عقب	فلکشن ران به همراه انقباض شکم
گام برداشتن متقاطع به روبه رو	کشش همسترینگ	فلکشن و اکستنش زانو در حالی‌که ران ۹۰ درجه خم شده باشد
بالا بردن پا از روبه رو با زانوی کشیده	لانچ در جهت روبه‌رو	حرکت مشابه رکاب زدن دوچرخه (یک پا ثابت و پای دیگر متحرک)
بالا بردن پا از پهلو با زانوی کشیده	لانچ در جهت جانبی	شناور شدن به سینه و پا زدن کرال
بالا بردن قایقی دست‌ها	خم شدن جانبی از دو سمت	شناور شدن به پشت و جمع کردن زانو در شکم
چرخش سر، دست‌ها (در حالت کشیده) لگن به طرفین	راه رفتن در آب	قدم‌های بلند برداشتن
بالا آوردن زانو در شکم		
شناور شدن		

همچنین برای گروه تجربی، از روش درمان طبیعی (ناتروپاتی) نیز استفاده شد که شامل هفته‌ای یک بار به مدت ۳۰ دقیقه مشاوره خاص رژیم غذایی، با تأکید برعدم استفاده از دخانیات و الکل، اصلاح رژیم غذایی و افزایش مصرف ماهی و سویا و گیلاس، انواع توت‌ها و میوه‌ها و سبزیجات، آجیل و کل دانه‌ها بود (اسزورکو و همکاران، ۲۰۰۹). اندازه‌گیری‌های پس‌آزمون از هر دو گروه کنترل و تجربی پس از شش هفته مجدداً صورت گرفت. گروه کنترل در این فاصله تنها به فعالیت‌های روزمره قبلی خود ادامه می‌داد.

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در آمار توصیفی از میانگین و انحراف معیار و در آمار استنباطی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری مرکب برای بررسی اثر تعاملی استفاده شد و در صورت معنی‌دار بودن اثر تعاملی برای بررسی اثرات ساده (تغییرات درون گروهی و بین گروهی) و آزمون t مستقل و t همبسته برای بررسی اثرات درون گروهی و بین گروهی استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات جدول ۱ نشان می‌دهد بین ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
تجربی	۱۲	۳۶/۶۶±۲/۳۰	۱۶۱/۵۰±۵/۰۹	۷۰/۸۳±۱۴/۲۸
کنترل	۱۲	۳۴/۵۰±۴/۴۶	۱۵۹/۱۶±۵/۰۴	۷۴/۵۸±۱۲/۹۷
P		۰/۰۶۴	۰/۵۰۸	۰/۲۷۱

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد یافته‌های مربوط به شدت فعالیت و زمان فعالیت عضلات

	میانگین و انحراف استاندارد شدت فعالیت عضلات (میلی‌ثانیه)		میانگین و انحراف استاندارد زمان فعالیت عضلات (میلی‌ولت)		
عضلات	مرحله	تجربی n=۱۲	کنترل n=۱۲	مرحله	تجربی n=۱۲	کنترل n=۱۲
گلوتئوس	پیش‌آزمون	۳/۶۲±۰/۳۳	۳/۶۰±۰/۳۰	پیش‌آزمون	۳/۶۵±۰/۲۴	۳/۷۱±۰/۱۷
ماکسیموس	پس‌آزمون	۱/۶۰±۰۰/۳۲	۳/۷۳±۰/۲۷	پس‌آزمون	۲/۲۵±۰/۲۶	۳/۶۷±۰/۲۰
گلوتئوس مدیوس	پیش‌آزمون	۵/۶۲±۰/۷۷	۵/۳۳±۰/۹۱	پیش‌آزمون	۳/۸۸±۰/۴۰	۴/۰۰±۰/۴۰
	پس آزمون	۲/۶۴±۰/۹۷	۵/۴۵±۰/۹۸	پس‌آزمون	۳/۰۰±۰/۲۸	۴/۱۳±۰/۴۶
مولتی فیدوس	پیش آزمون	۳/۵۲±۰/۹۲	۳/۳۳±۰/۷۹	پیش‌آزمون	۴/۶۲±۰/۸۲	۵/۱۲±۰/۸۷
	پس‌آزمون	۷/۴۹ ± ۱/۵۴	۳/۶۶±۰/۶۳	پس‌آزمون	۳/۳۰±۰/۳۱	۵/۰۹±۱/۰۱

جدول ۳: تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری میزان و زمان فعالیت عضلات

متغیر	تحلیل واریانس با اندازه های تکراری میزان فعالیت عضلات						تحلیل واریانس با اندازه های تکراری زمان فعالیت عضلات					
	اثرات اصلی				اثرات تعامل		اثرات اصلی				اثرات تعامل	
	زمان		گروه		گروه*زمان		زمان		گروه		گروه*زمان	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
گلوتئوس ماکسیموس	۸۴/۹۳	≤۰/۰۰۱	۱۸۹/۴۵	≤۰/۰۰۱	۱۸۹/۴۵	≤۰/۰۰۱	۱۵۸/۶۰	≤۰/۰۰۱	۱۰۳/۳۷	≤۰/۰۰۱	۱۳۸/۸۵	≤۰/۰۰۱
گلوتئوس مدیوس	۲۵/۷۲	≤۰/۰۰۱	۲۵/۸۴	≤۰/۰۰۱	۳۰/۲۲	≤۰/۰۰۱	۹/۳۲	۰/۰۰۶	۳۶/۸۹	≤۰/۰۰۱	۱۶/۶۶	≤۰/۰۰۱
مولتی فیدوس	۳۹/۲۹	≤۰/۰۰۱	۶۶/۷۳	≤۰/۰۰۱	۲۸/۳۰	≤۰/۰۰۱	۵/۹۶	۰/۲۳	۴۲/۱۰	≤۰/۰۰۱	۵/۲۲	۰/۰۲۸

F: آماره آزمون P: سطح معنی‌داری

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر تعاملی گروه و زمان معنی‌دار است، بنابراین برای بررسی اثرات درون گروهی و بین گروهی از آزمون‌های t مستقل و t زوجی استفاده می‌کنیم. جدول ۴ نتیجه آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی نشان می‌دهد.

جدول ۴: آزمون t همبسته جهت بررسی تغییرات درون گروهی

	مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون میزان فعالیت عضلات					مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون زمان فعالیت عضلات				
	گروه	اختلاف میانگین	درجه آزادی	t	p	گروه	اختلاف میانگین	درجه آزادی	t	p
گلوتئوس	تجربی	۲/۰۲	۱۱	۱۴/۳۵	≤۰/۰۰۱	تجربی	۱/۴۱	۱۱	۱۳/۸۷	≤۰/۰۰۱
ماکسیموس	کنترل	۰/۱۳	۱۱	۰/۸۸	۰/۳۹۳	کنترل	۰/۰۴	۱۱	۰/۸۴	۰/۴۱۴
گلوتئوس	تجربی	۲/۹۷	۱۱	۹/۱۴	≤۰/۰۰۱	تجربی	۰/۸۸	۱۱	۵/۵۸	≤۰/۰۰۱
مدیوس	کنترل	۰/۱۲	۱۱	۰/۲۶	۰/۷۹۹	کنترل	۰/۱۲	۱۱	۰/۶۵	۰/۵۲۵
مولتی	تجربی	۳/۹۶	۱۱	۶/۴۶	≤۰/۰۰۱	تجربی	۱/۳۲	۱۱	۴/۳۶	۰/۰۰۱
فیدوس	کنترل	۰/۳۲	۱۱	۱/۰۶	۰/۳۰۹	کنترل	۰/۰۲	۱۱	۰/۰۵	۰/۹۵۸

t: آماره آزمون P: سطح معنی‌داری

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان و زمان فعالیت عضلات گلوتئوس ماکزیموس، گلوتئوس‌مدیوس و مولتی فیدوس در گروه تجربی به‌طور معناداری تفاوت پیدا کرده است. همچنین تفاوت معنی‌داری در متغیرهای مورد نظر در گروه کنترل مشاهده نشد. جدول ۵ آزمون t مستقل جهت مقایسه میزان و زمان فعالیت عضلات گلوتئوس ماکزیموس،گلوتئوس مدیوس و مولتی فیدوس می‌باشد.

جدول ۵: آزمون t مستقل مقایسه میزان و زمان فعالیت عضلات

متغیر		آزمون تی مستقل جهت مقایسه میزان فعالیت عضلات در دو گروه						آزمون تی مستقل جهت مقایسه زمان فعالیت عضلات در دو گروه					
		پیش‌آزمون			پس‌آزمون			پیش‌آزمون			پس‌آزمون		
		اختلاف میانگین	t	p	اختلاف میانگین	t	p	اختلاف میانگین	t	p	اختلاف میانگین	t	p
گلوتئوس ماکسیموس	تجربی	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۸۸	۱۷/۱۷	۱/۱۳	≤۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۶۰	۰/۵۴	۱/۴۲	۱۴/۶۸	≤۰/۰۰۱
	کنترل												
گلوتئوس مدیوس	تجربی	۰/۲۹	۰/۸۵	۰/۴۰	۲/۸۰	۶/۹۹	≤۰/۰۰۱	۰/۱۱	۰/۷۱	۰/۴۸	۱/۱۳	۷/۲۴	≤۰/۰۰۱
	کنترل												
مولتی فیدوس	تجربی	۰/۱۸	۰/۵۲	۰/۶۰	۳/۸۲	۷/۹۵	≤۰/۰۰۱	۰/۴۹	۱/۴۳	۰/۱۶	۱/۷۹	۵/۸۴	≤۰/۰۰۱
	کنترل												

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد ولی در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد.

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرین در آب به همراه ناتروپاتی بر میزان فعالیت عضلات و زمان فعالیت منتخبی از عضلات با افراد دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد انجام تمرینات در آب منجر به تفاوت معناداری بین دو گروه در فعالیت الکتریکی عضلات گلوتئوس ماکسیموس و گلوتئوس مدیوس و مولتی فیدوس شد، که با نتایج سیچارکیس و همکاران، رضایی و همکاران، پیرس و همکاران، مهجور و همکاران و خداویسی و همکاران همسو بود (سیچارکیس و همکاران، ۲۰۱۹؛ رضایی و همکاران ۲۰۲۰؛ پیرس و همکاران، ۲۰۱۵؛ مهجور و همکاران، ۲۰۱۷ و خداویسی و همکاران، ۲۰۱۸). اختلال در هر دو سیستم عضلانی لوکال و گلوبال نقش مهمی در ایجاد کمردرد دارد. اما در این میان عضلات عمقی کمر به‌ویژه مولتی فیدوس نقش مهم‌تری ایفا می‌کنند. (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۸). در واقع کاهش فعالیت، ناشی از مهار رفلکسی به علت درد و افزایش فعالیت، مرتبط با اسپاسم عضلانی برای جلوگیری از انجام حرکات دردناک در این بیماران گزارش شده است. عدم تقارن فعالیت عضلات کمر در طول حفظ یک پاسچر یا عملکرد در حرکات تنه در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن گزارش شده است (فاراگر و همکاران، ۲۰۲۱). بومپا و همکاران بیان کردند سیستم ثبات مهره‌ها شامل سه بخش است، ستون مهره‌ها، عضلات ستون مهره‌ها و واحدهای کنترل حرکتی. اغتشاش در هر یک از این مکانیسم‌های تثبیت کننده منجر به حرکت سگمنت‌های مهره‌ها به خارج از دامنه حرکتی نرمال و ایجاد آسیب به بافت و در نهایت منجر به درد می‌شود (بومپا، ۲۰۲۰). دنیلیس و همکاران بیان کردند که الگوهای به‌کارگیری عصبی در افراد با و بدون کمردرد متفاوت است. آنها عنوان کردند که کاهش بکارگیری موتورنورون‌ها در برخی از عضلات ممکن است با افزایش بکارگیری موتورنورون‌ها (افزایش فعالیت) در سایر عضلات جبران شود (دنیلیس و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج الکترومیوگرافی نشان دهنده این است که تغییر در بکارگیری عضله مولتی فیدوس در بیماران مبتلا به کمردرد می‌تواند به دلیل درد باشد و همچنین اختلال کنترل حرکتی و عملکرد عصبی عضلانی در ناحیه کمری لگنی نیز می‌تواند به بی‌ثباتی ستون فقرات کمک کرده و منجر به کمردرد شود (ادگرتون و همکاران، ۲۰۰۳؛ لی و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به این‌که در آب هیچ استراحت ایستایی وجود ندارد، عضلات برای تثبیت وضعیت‌های بدن به‌صورت مداوم فعالند، لذا ممکن است این مسئله (تثبیت وضعیت‌ها) به فرد تحت درمان در آب اجازه کسب قدرت، انعطاف پذیری و از همه مهم‌تر بهبود تعادل را بدهد (تومی و همکاران، ۲۰۰۰).

یلفانی و همکاران عنوان کردند بیماران مبتلا به کمردرد دچار نقص در اجزای فیزیولوژیک آوران و وابران کنترل کننده تعادل و کاهش تون، قدرت و استقامت عضلات هستند (یلفانی و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین افزایش فعالیت عضلانی موضعی می‌تواند به دلیل عوامل عصبی نیز

باشد، زیرا اعصاب به دلیل اضافه بار در این عضلات تحریک می‌شوند (احمدنژاد و همکاران، ۲۰۲۰). محیط آب با توجه به برخورداری از ویژگی‌های فشار هیدرواستاتیک، چسبندگی و همچنین امکان افزایش بازخوردهای حسی و حس عمقی می‌تواند باعث بهبود تعادل شود و به‌دلیل این که نیروی بایونسی موجب کاهش میزان اعمال فشار روی ستون فقرات می‌شود، در مقایسه با خشکی می‌توان یک پروتکل تمرینی تهاجمی‌تر را در آب شروع کرد. بنابراین به دلیل استفاده از این نوع مداخله درمانی نتایج اثرات معنی‌داری را نشان داده‌اند (یلفانی و همکاران، ۱۳۹۶).

هو و همکاران عنوان کردند که استفاده از کمربند لگنی به دلیل نقش تثبیت‌کنندگی و در نتیجه افزایش ثبات تنه منجر به کاهش فعالیت عضلات شکم شد. بنابراین در مطالعه حاضر نیز تمرینات در آب مانند کمربند در ناحیه کمری لگنی با ایجاد مقاومت در ناحیه لگن و تنه و افزایش ثبات در این ناحیه منجر به کاهش فعالیت عضلات گلوتئوس ماکسیموس و مدیوس شد (هو و همکاران، ۲۰۱۰) که با نتایج پژوهش حاضر همسو بود.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات در آب به همراه ناتروپاتی که شامل رژیم غذایی ضدالتهاب بود باعث بهبود در فعالیت عضلانی عضلات و کاهش زمان تأخیر شروع فعالیت عضلانی شد. بنابراین افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌توانند از تمرین در آب به همراه ناتروپاتی برای بهبود در کارایی عضلات و کاهش عوارض کمردرد و بهبود سریع‌تر استفاده کنند.

همواره پژوهشگران در تحقیقات خود با محدودیت‌هایی مواجه هستند که پژوهش حاضر نیز از این امر مستثنی نیست. یکی از محدویت‌های تحقیق حاضر عدم امکان انجام اندازه‌گیری‌ها به‌وسیله دستگاه EMG سوزنی می‌باشد که می‌تواند در اعتبار نتایج این تحقیق تأثیرگذار باشد؛ لذا می‌توان پیشنهاد کرد برای افزایش اعتبار تحقیق، در صورت امکان از دستگاه EMG سوزنی در مطالعات آینده استفاده کرد. همچنین می‌توان در تحقیقات آینده تمرینات دیگری که در برنامه‌های توانبخشی استفاده می‌شود، را مورد ارزیابی قرار داد.

تشکر و قدردانی

از همکاری کلیه آزمودنی‌ها که در انجام این پژوهش همکاری کردند، کمال تشکر را داریم.

References

AhAhmadnezhad, L., Yalfani, A., & Gholami Borujeni, B. (2020). "Inspiratory Muscle Training in Rehabilitation of Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial". J Sport Rehabil, 29(8), 1151-1158. https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0231

Akodu, A., Akinbo, S., & Odebiyi, D. (2014). "Effect of Stabilization Exercise on Lumbar Multifidus Muscle Thickness in Patients with Non-specific Chronic Low Back Pain". Iranian-Rehabilitation-Journal, 12(2), 6-10. http://irj.uswr.ac.ir/article-1-394-en.html

Bates, A., & Hanson, N. (1996). *Aquatic Exercise Therapy*. Saunders. https://books.google.com/books?id=ZwNtAAAAMAAJ

Bompa, T. O., & Howell, S. (2020). *The Evolution of Periodization: The Tudor Bompa Story*. Meyer & Meyer Sport, Limited. https://books.google.com/books?id=MZ12zQEACAAJ

Danneels, L. A., Coorevits, P. L., Cools, A. M., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., & De, C. H. (2002). "Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain". Eur Spine J, 11(1), 13-19. https://doi.org/10.1007/s005860100314

Ebrahimi atri, A., Khojastehpour, B., & Hashemi Javaheri, S. A. (2019). "Comparison the effect of core stabilization training in water and on land on pain and dynamic postural stability in women with chronic non-specific low back pain". *jap*, *10*(2), 75-90. (In Persian) http://jap.iums.ac.ir/article-1-5304-en.html

Edgerton, V. R., Wolf, S. L., Levendowski, D. J., & Roy, R. R. (1996). "Theoretical basis for patterning EMG amplitudes to assess muscle dysfunction". *Med Sci Sports Exerc*, *28*(6), 744-751. https://doi.org/10.1097/00005768-199606000-00013

Esbati, N., FALAH, M. Z., & SADEGHPOUR, B. (2009). "The effect of aquatic therapy on pain, function and time movement of women with

mechanical low back pain". Journal Of Applied Exercise Physiology, 5(9), 7-17. (In Persian)

Farbod, H., Abbasi, A., & Letafatkar, A. (2018). "Comparison of Electrical Activity Ratio in Gluteus Maximus and Gluteus Medius Reletive to Tensor Fascia Lata in Participants with Non-Specific Chronic Low Back Pain and Healthy Participants during Selected Rehabilitation Exercises". *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, *7*(2), 158-168. (In Persian) https://doi.org/10.22037/jrm.2018.110910.1616

Farragher, J., Pranata, A., El-Ansary, D., Parry, S., Williams, G., Royse, C., Royse, A., O'Donohue, M., & Bryant, A. (2021). "Reliability of lumbar multifidus and iliocostalis lumborum thickness and echogenicity measurements using ultrasound imaging". *Australas J Ultrasound Med*, *24*(3), 151-160. https://doi.org/10.1002/ajum.12273

Hadadnezhad, M., Rajabi, R., Ashraf Jamshidi, A., & Shirzad, E. (2014). "The Effect of Plyometric Training on Trunk Muscle Pre-activation in Active Females with Trunk Neuromuscular Control Deficit". *SSU_Journals*, *21*(6), 705-715. (In Persian) http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-2250-en.html

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1999). "Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds". *Arch Phys Med Rehabil*, *80*(9), 1005-1012. https://doi.org/10.1016/s0003-9993(99)90052-7

Hu, H., Meijer, O. G., van Dieen, J. H., Hodges, P. W., Bruijn, S. M., Strijers, R. L., Nanayakkara, P. W., van Royen, B. J., Wu, W., & Xia, C. (2010). "Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on the ASLR and on treadmill walking". *J Biomech*, *43*(3), 532-539. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.09.035

Janda, V. (2013). *Muscle Function Testing*. Elsevier Science. https://books.google.com/books?id=vB_LBAAAQBAJ

Khodaveisi, H., Sazvar, A., & Anbarian, M. (2018). "The Effect of 12-Week Aquatic Exercises on Core Stability of Women With Low Back Pain". *USWR*, *8*(3), 161-168. https://doi.org/10.32598/ptj.8.3.161

Kisner, C., Colby, L. A., & Borstad, J. (2018). *Therapeutic Exercise: Foundations and* Techniques, *7e*. McGraw-Hill Education. fadavispt.mhmedical.com/content.aspx?aid=1163061698

Lee, S. S., de Boef Miara, M., Arnold, A. S., Biewener, A. A., & Wakeling, J. M. (2013). "Recruitment of faster motor units is associated with greater rates of fascicle strain and rapid changes in muscle force during locomotion". *J Exp Biol*, *216*(Pt 2), 198-207. https://doi.org/10.1242/jeb.072637

Mahjur, M., Hashemi Javaheri, S. A. A., Ariamanesh, A. S., & Khoshraftar Yazdi, N. (2017). "Efficacy of aquatic therapy on electromyography indexes and pain intensity in men with non-specific chronic low back pain". *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*, *39*(1), 64-71. (In Persian) https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/17290

Merletti, R., & Farina, D. (2016). *Surface Electromyography: Physiology, Engineering, and Applications*. Wiley. https://books.google.com/books?id=Rl7WCgAAQBAJ

Momeni, S., Barati, A., Letafatkar, A., Jamshidi, A., & Hovanlo, F. (2017). "The Effects of Plyometric Training on Performance and the Feed-forward Activation of Calf Muscles in Active Females with Functional Ankle Instability in Single Leg Drop Landing". *journal of ilam university of medical sciences*, *25*(2), 42-54. (In Persian) https://doi.org/10.29252/sjimu.25.2.42

O'Sullivan, K., Smith, S. M., & Sainsbury, D. (2010). "Electromyographic analysis of the three subdivisions of gluteus medius during weight-bearing exercises". *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*, *2*, 17. https://doi.org/10.1186/1758-2555-2-17

Pires, D., Cruz, E. B., & Caeiro, C. (2015). "Aquatic exercise and pain neurophysiology education versus aquatic exercise alone for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial". *Clin Rehabil*, *29*(6), 538-547. https://doi.org/10.1177/0269215514549033

Psycharakis, S. G., Coleman, S. G. S., 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. https://doi.org/10.1093/ptj/pzy150

Rezai, V., Mahdavi-Nejad, R., & Zolaktaf, V. (2020). "Comparing the Effects of Different Types of Aquatic Walking on Endurance and Electrical Activities of Spine Extensor Muscles in Men with Nonspecific Chronic Back Pain". *International journal of preventive medicine*, *11*, 168-168. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_403_19

Shahrokhi H, Fallah Mohammadi M, Nabizade Z. (2021). "Investigation of the Effects and Persistence of Core Stability Exercises on Disability and Dynamic Balance in Women with Non-Specific Chronic Low Back Pain". *umsha*, 28(3):166-175. (In Persian) https://doi.org/10.52547/ajcm.28.3.166

Szczurko, O., Cooley, K., Busse, J. W., Seely, D., Bernhardt, B., Guyatt, G. H., Zhou, Q., & Mills, E. J. (2007). "Naturopathic care for chronic low back pain: a randomized trial". *PLoS One*, *2*(9), e919. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000919

Szczurko, O., Cooley, K., Mills, E. J., Zhou, Q., Perri, D., & Seely, D. (2009). "Naturopathic treatment of rotator cuff tendinitis among Canadian postal workers: a randomized controlled trial". *Arthritis Rheum*, *61*(8), 1037-1045. https://doi.org/10.1002/art.24675

Twomey, L. T., & Taylor, J. R. (2000). *Physical Therapy of the Low Back*. Churchill Livingstone. https://books.google.com/books?id=80cQAQAAMAAJ

Yalfani, A., Ahmadnezhad, L., Gholami, B., & Mayahi, F. (2018). "The Effect of Six-Weeks Aquatic Exercise Therapy on Static Balance, Function oOf Trunk And Pelvic Girdle Muscles, Pain, And Disability in Woman With Chronic Low Back Pain". *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*, *05*(04), 288-295. (In Persian)
https://doi.org/10.30699/acadpub.ijhehp.5.4.288