DOI: 10.48305/jrrs.2024.42323.1076 Published by Vesnu Publications

تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی– عضلانی در محیط آب بر فعالیت الکتریکی عضلات زانو در زنان میانسال مبتلا به استئوآرتریت زانو با شدت دو و سه: کارآزمایی بالینی تصادفی

سحر خواجه[۱]، عبدالحمید دانشجو[۲]، منصور صاحب‌الزمانی[۳]، فاطمه کریمی افشار[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: استئوآرتریت زانو (Knee osteoarthritis یا KOA) یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها در زنان سالمند می‌باشد. با توجه به اثرات مثبت تمرینات عصبی- عضلانی، پژوهش حاضر با هدف تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی- عضلانی در محیط آب بر قدرت عضلات زنان مبتلا به KOA با درجه‌های دو و سه در مقیاس Kellgren-Lawrence انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۲۴ زن مبتلا به KOA در دو گروه درجه دو و سه که در هر گروه تمرینات عصبی- عضلانی در آب اجرا شد، شرکت کردند. تمامی آزمودنی‌ها تست الکترومایوگرافی حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (Maximum voluntary isometric contraction یا MVIC) فعالیت الکتریکی عضلات بایسپس فموریس، واستوس لترالیس، گلوتئوس مدیوس و اداکتور لانگوس را تکمیل کردند. تمامی آزمون‌ها در مرحله پس‌آزمون تکرار گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون Repeated measures ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: اثر تعاملی گروه در زمان، تغییرات قابل توجهی در عضلات بایسپس فموریس، واستوس لترالیس، اداکتور لانگوس و گلوتئوس مدیوس نداشت ($P > ۰/۰۵۰$). علاوه بر این، مقایسه‌های زوجی تفاوت معنی‌داری را پیش و پس از تمرین درمانی در عضلات بایسپس فموریس و واستوس لترالیس هر دو گروه ($P = ۰/۰۰۱$) و گلوتئوس مدیوس در گروه درجه دو نشان داد ($P = ۰/۰۳۰$). اما در عضله اداکتور لانگوس در گروه درجه دو و سه و گلوتئوس مدیوس در گروه درجه سه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای پروتکل تمرینات عصبی- عضلانی در آب، باعث پیشرفت معنی‌داری در قدرت عضلات بایسپس فموریس، واستوس لترالیس، گلوتئوس مدیوس و اداکتور لانگوس در زنان مبتلا به KOA درجه دو و سه شد. پیشنهاد می‌گردد جهت تأثیرگذاری بیشتر، تمرینات در مدت زمان بیشتر و با سطوح سختی بیشتر بر روی سالمندان زن مبتلا به KOA انجام شود.

کلید واژه‌ها: استئوآرتریت؛ زانو؛ هیدروتراپی؛ الکترومایوگرافی؛ میانسال

ارجاع: خواجه سحر، دانشجو عبدالحمید، صاحب‌الزمانی منصور، کریمی افشار فاطمه. **تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی- عضلانی در محیط آب بر فعالیت الکتریکی عضلات زانو در زنان میانسال مبتلا به استئوآرتریت زانو با شدت دو و سه: کارآزمایی بالینی تصادفی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۲؛ ۱۹.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۵ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۱/۱۵

مقدمه

استئوآرتریت (Osteoarthritis یا OA) یک بیماری مزمن تخریب‌شونده است که اغلب باعث ناتوانی و درد به ویژه در افراد بالای ۵۰ سال می‌شود (۲، ۱). OA به عنوان یک بیماری پیش‌رونده مفصلی شناخته می‌شود که اغلب مفاصل بزرگ تحمل‌کننده وزن مانند لگن و زانو را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). شیوع استئوآرتریت زانو (Knee osteoarthritis یا KOA) در مقایسه با سایر انواع OA

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- دانشیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۳- استاد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۴- استادیار، گروه طب ورزشی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
نویسنده مسؤول: سحر خواجه؛ دانشجوی دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
Email: saharkhaje@sport.uk.ac.ir

بیشتر است و زنان دارای اضافه وزن و چاق جمعیت آسیب‌پذیر این بیماری می‌باشند (۴-۲). گزارش‌ها حاکی از آن است که شیوع استئوآرتریت در ایرانیان، ۱۱/۸ درصد می‌باشد که در این میان، ۶۹/۴ درصد به KOA مبتلا هستند (۵). تخریب یا دژنراسیون غضروف مفصلی و استخوان تحت غضروفی و همچنین، سینوویت، تغییرات پاتولوژیک اصلی مرتبط با KOA به شمار می‌رود (۱). استرس‌های مکانیکی در ترکیب با عوامل بیوشیمیایی، به ایجاد علایم بیماری کمک می‌کند (۶). اضافه بار مکانیکی، التهاب، عوامل متابولیک، تغییرات هورمونی، جهش ژنتیکی، آسیب‌ها، چاقی و افزایش سن از جمله مهم‌ترین عوامل خطر مرتبط با KOA هستند و نقش حیاتی در پیشرفت شدت KOA دارند (۷، ۱). KOA توانایی فرد را برای انجام فعالیت‌های روزمره زندگی و کار کاهش می‌دهد و از این‌رو، موجب تحمیل بار اقتصادی شدیدی بر جامعه می‌شود (۸).

علایم اصلی KOA شامل درد، سفتی مفاصل، کاهش دامنه حرکتی (ROM یا Range of motion)، از دست دادن قدرت عضلانی اندام تحتانی، کریپتاسیون در حین فعالیت، التهاب و تورم است که منجر به کاهش کیفیت عملکرد و محدودیت حرکت در اندام تحتانی می‌شود (۱۰، ۹). عضلات زانو، تاندون‌ها، رباط‌ها و کپسول‌های مفصلی در افراد مبتلا به KOA دچار ضعف می‌شوند و آسیب می‌بینند (۱۱). همچنین، عنوان شده است که در افراد مبتلا به KOA، قدرت ایزومتریک عضلات مفصل ران و زانو به دلیل آتروفی عضلات، افزایش سطح چربی درون عضلانی، کاهش واحدهای حرکتی و ضعف، دچار نقص می‌شود (۱۲). نیروی عضلانی اطراف مفصل زانو، نقش مهمی در حفظ ثبات این مفصل دارد و به نظر می‌رسد می‌تواند از وقوع یا توسعه بیشتر KOA جلوگیری کند (۱۰). احتمالاً ضعف عضلات اندام تحتانی به ویژه لگن، عامل تشدیدکننده‌ای برای پیشرفت بیماری‌های اندام تحتانی از جمله KOA می‌باشد و با بی‌ثباتی مفصل زانو ارتباط دارد (۱۵-۱۳، ۱۱). در این راستا، نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که KOA با کاهش قدرت عضلات اکستنسور و فلکسور زانو (۱۶) و عضلات ابداکتور و اداکتور ران (۱۷) به عنوان ثبات دهنده‌های زانو، همراه است. در KOA، ضعف عضلانی شاید به دلیل مهار عصبی- عضلانی ناشی از درد زانو و به دنبال آن، آتروفی عضلانی با اجتناب از فعالیت‌های روزانه ایجاد می‌شود (۱۸).

سالمندان مبتلا به KOA، علاوه بر ضعف عضلانی ناشی از افزایش سن، دچار نقص‌های پاتوفیزیولوژیک زانو به صورت ضعف و آتروفی عضلات اطراف زانو، فعالسازی عضلانی، بی‌ثباتی مفصلی و کاهش دامنه حرکتی می‌باشند (۵). نیروهای بیومکانیکی مربوط به تغییر فعالسازی عضلانی، در پیشرفت این بیماری دخیل است. افزایش زمان کلی فعالسازی و انقباض عضلات اطراف زانو در مقایسه با افراد سالم، در مبتلایان به KOA گزارش شده است و چنین تصور می‌شود که این افزایش زمان نتیجه تلاشی است که برای تثبیت مفصل در حال تخریب در حین تحمل وزن اعمال می‌شود (۱۹). نتایج برخی از مطالعات بیانگر توجه عمیق و رو به رشد عوامل عصبی- عضلانی به منظور تأمین و حفظ ثبات عملکردی مفاصل می‌باشد. در دیدگاه جدید، توانایی تولید نیرو در عضلات دیگر به عنوان یکی از عوامل مهم در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه میزان سرعت، آمادگی سیستم عصبی- عضلانی و نوع الگو و همکاری عضلات در جهت ایجاد ثبات و حفظ و کنترل موقعیت و وضعیت مفصل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۰). در همین راستا، تحقیقاتی به منظور شناسایی این سیستم در بدن به ویژه در اندام تحتانی انجام شده است که در آن‌ها از الکترومایوگرافی کنزیولوژیک به عنوان روش و ابزار معتبر، جایگاه ویژه‌ای دارد. در این روش، سنجش سطح فعالیت الکتریکی عضلات جهت شناسایی رفتارها و الگوهای به کارگیری آن‌ها در حرکت مورد توجه قرار گرفته است (۲۰).

برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که قدرت و فعالسازی عضله چهار سر، نه تنها بر شروع و پیشرفت بیماری تأثیر می‌گذارد، بلکه ضعف یا مهار این عضله، منجر به محدودیت فعالیت در KOA اولیه نیز می‌شود (۱۶). از طرف دیگر، کاهش قدرت عضلات همسترینگ، باعث ناهماهنگی صفحه فرونتال در مفصل زانو در افراد مبتلا به KOA می‌گردد. این ناهماهنگی سبب می‌شود توانایی کنترل سطح فرونتال مفصل زانو کاهش و بار روی رباط صلیبی قدامی (ACL یا Anterior cruciate ligament) و خطر آسیب‌های زانو افزایش یابد (۱۰). یک بررسی سیستماتیک، شواهدی با کیفیت متوسط را شناسایی کرد که نشان دهنده ضعف قابل توجهی در عضلات ابداکتور و اداکتور ران در افراد مبتلا به KOA بود (۱۷). در حین راه رفتن، ضعف ابداکتورهای ران در اندام استانس، موجب پایین افتادن لگن در سمت اندام در حال سوییگ (Swing) و ایجاد زاویه واروس در زانوی استانس می‌شود و در نتیجه، خط گرانش (Line of gravity یا LOG) را از زانوی ساکن (Stance) دور می‌کند. این تغییر باعث افزایش لحظه‌ای گشتاور اداکشن زانو (Knee adduction moment) و افزایش نیروهای فشاری در بخش داخلی مفصل و در نتیجه، تسهیل دژنراسیون پیش‌رونده مفصل می‌شود (۱۴). علاوه بر این، عضلات اداکتور ران به صورت اکسنتریک (Eccentric) با زاویه واروس زانو مقابله می‌کنند و می‌توانند بارهای اضافی وارد آمده بر مفصل تیبیوفمورال داخلی را جبران کنند (۱۴). همچنین، نشان داده شده است که افراد مبتلا به KOA، آهسته‌تر و با انقباض عضلانی بیشتری راه می‌روند (۲۱). در مطالعه‌ای که بر روی زنان مبتلا به KOA یک‌طرفه انجام شد، مشخص گردید که آن‌ها هنگام برخاستن از روی صندلی، انقباض بیشتری در عضلات زانو و کاهش دامنه حرکتی لگن و زانو دارند. اگرچه افزایش انقباض عضلانی زانو، ثبات مفصل را افزایش می‌دهد، اما این امر با افزایش بار بر روی مفصل زانو، آسیب ساختاری و غضروفی را تسریع می‌بخشد (۲۲).

عملکرد مبتلایان به KOA، به دلیل درد و ضعف عضلات علاوه بر راه رفتن در سایر فعالیت‌های روزمره مانند برخواستن از صندلی یا گام برداشتن به پهلو (که برای تعادل ضروری است) دچار مشکل می‌شود. بنابراین، سؤال اصلی تحقیق حاضر پیرامون عملکرد فرد در برخاستن از روی صندلی و یک گام به پهلو تعریف گردید. به عبارت دیگر، فعالیت عضلات در دو صفحه فرونتال و ساجیتال بررسی شد. در برخاستن از صندلی، عضلات بایسپس فموریس و واستوس لترالیس و در گام به پهلو، عضلات گلوتئوس مدیوس و اداکتور لانگوس به عنوان عضلات آگونیست و آنتاگونیست می‌باشند (۲۸-۲۳) و علت انتخاب عضلات فوق برای بررسی در پژوهش حاضر، نقش آن‌ها در دو عملکرد هدف است.

یکی از پروتکل‌های درمانی برای افراد مبتلا به KOA، تمرین درمانی مبتنی بر آب است. خواص آب مانند فشار هیدرواستاتیک و دمای آب می‌تواند گردش خون را تسهیل کند (۲۹). همچنین، مقاومت آب که در جهت مخالف حرکت بدن عمل می‌کند، می‌تواند قدرت عضلانی را افزایش دهد (۲۹). در این زمینه، متخصصان علاوه بر تسهیل جریان خون و تقویت قدرت عضلات، به کاهش وزن بر اثر نیروی شناوری و کاهش درد به دلیل مهار گیرنده‌های درد و کاهش فشار وارد آمده بر ساختارهای مفصلی اشاره کرده‌اند (۲۹). از سوی دیگر، برخی مطالعات تمرینات عصبی- عضلانی را جهت تأمین و حفظ ثبات

http://jrrs.mui.ac.ir

عملکردی مفصل زانو توصیه نموده‌اند (۳۳-۳۰). تمرینات عصبی- عضلانی، عملکرد حرکتی و قدرت عضلانی را بهبود می‌بخشد و با بهبود موقعیت زانو در رابطه با مفصل ران و مچ پا که قادر به مقابله با افزایش گشتاور اداکشن زانو هستند، فعال شدن گروه‌های عضلانی خاصی را افزایش می‌دهد (۳۰). به نظر می‌رسد تاکنون تأثیر تمرینات عصبی- عضلانی در آب بر زنان مبتلا به KOA بررسی نشده است. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی- عضلانی در آب بر فعالیت الکتریکی عضلات زانو در زنان مبتلا به KOA با شدت دو و سه انجام شد.

مواد و روش‌ها

نوع و ماهیت این مطالعه با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای و انتخاب آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و هدفمند، تجربی و کاربردی با طرح دو مرحله‌ای پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق را تمام زنان ۵۰ تا ۶۵ ساله مبتلا به KOA با شدت دو و سه در مقیاس Kellgren-Lawrence شهرستان کرمان تشکیل داد. پس از اخذ کد اخلاق از دانشگاه علوم پزشکی شهید باهنر کرمان، تراکت‌های دعوت به همکاری در طرح در سطح شهر پخش شد و بدین ترتیب، یک لیست اطلاعات اولیه از افرادی که اعلام آمادگی کرده بودند، جمع‌آوری و به پزشک متخصص معرفی شدند. متخصص پزشکی- ورزشی پس از انجام رادیوگرافی و معاینات بالینی، افراد مبتلا به KOA با شدت دو و سه در مقیاس Kellgren-Lawrence (کاهش فضای مفصلی، تشکیل استئوفیت و اسکلروز استخوان زیر غضروف) (۳۴) را به محققان معرفی نمود. در مرحله آغازین KOA (شدت یک) از یک سو تشخیص ابتلای فرد قطعی نیست و احتمال خطا در تشخیص وجود دارد و از سوی دیگر، علایم حرکتی و بالینی خفیف می‌باشد؛ به نحوی که در بسیاری از موارد ممکن است فرد حتی به پزشک مراجعه نکند و بنابراین، مشکل او تشخیص داده نشود. از جهت دیگر، مبتلایان به شدت چهار، اغلب درگیر عوارض و علایم مختلفی می‌باشند که در راه رفتن و فعالیت روزانه آن‌ها اختلال ایجاد می‌کند و از آن‌جا که این افراد کاندید تعویض مفصل هستند، ممکن است به دلیل شدت علایم، امکان به تأخیر انداختن عمل جهت همکاری در طرح‌های تحقیقاتی دارای مداخله طولانی مدت را نداشته باشند. بنابراین، مانند اغلب پژوهش‌هایی که در مبتلایان به KOA انجام می‌شود، مطالعه حاضر نیز روی شدت دو و سه در مقیاس Kellgren-Lawrence تعریف شد.

جهت تعیین حجم نمونه، از نرم‌افزار G*Power (G*Power freeware, University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) استفاده شد. حجم نمونه با توجه به آزمون Repeated measures ANOVA و اندازه اثر متوسط، توان آماری ۰/۹۵ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵، در هر گروه ۱۲ نفر برآورد گردید که با توجه به تشخیص پزشک متخصص و ۱۰ درصد ریزش احتمالی، ۱۳ نفر با شدت دو و سه KOA به صورت تصادفی و هدفمند وارد تحقیق شدند (۲۹).

معیارهای ورود به مطالعه شامل توانایی در انجام تست دو دقیقه راه رفتن بدون استفاده از وسایل کمکی (۳۵)، عدم ابتلا به بیماری‌های سرطان، بیماری‌های التهابی و عفونی، وجود زخم و عدم وجود اختلالات عصبی و ترس از آب بود. همچنین، افرادی که طی شش ماه گذشته دارای علایم پاتولوژیک، شکستگی، تزریق، تعویض مفصل و جراحی در اندام تحتانی یا تعویض مفصل بودند و یا طی دو ماه گذشته سابقه شرکت در جلسات فیزیوتراپی یا پروتکل ورزشی خاصی را داشتند و همچنین، افرادی که ۴۸ ساعت قبل از تست گرفتن از داروهای آرام‌بخش و ضد درد استفاده کرده بودند یا در تمرینات و تست‌گیری فرد با استفاده از مقیاس آنالوگ دیداری درد (Visual analogue scale یا VAS) نمره شدید (۸ تا ۱۰) را گزارش کردند (۲۹) و یا در روند انجام تحقیق مشارکت لازم را نداشتند، حذف شدند. در نهایت، ۲۶ نفر از زنان میانسال با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۵ سال دارای KOA درجه دو (۱۳ نفر) و استئوآرتریت درجه سه (۱۳ نفر)، در دو گروه همگن در پژوهش شرکت نمودند. تقسیم افراد در دو گروه به صورت هدفمند و بر اساس شدت KOA آن‌ها صورت گرفت. پس از یک جلسه آشنایی با روند انجام مطالعه و روش اندازه‌گیری، از آزمودنی‌ها درخواست شد تا فرم رضایت‌نامه کتبی و فرم اطلاعات فردی (به همراه پرسش‌نامه‌های سلامت عمومی و آمادگی فعالیت بدنی) را تکمیل نمایند و طبق زمان‌بندی محقق جهت انجام تست‌گیری‌ها به آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان مراجعه کنند.

پس از اندازه‌گیری‌های دموگرافیک، آزمودنی‌ها جهت آمادگی برای اجرای تست‌گیری با نظارت آزمونگر با اجرای ۱۰ دقیقه حرکات نرمشی (Limber up) و کششی عمومی (Stretching) مارش (Marching)، کشش عضلات بایسپس براکیالیس و تریسپس براکیالیس، عضلات کوادراتوس لومبار، کواردیسپس، همسترینگ و اداکتورها گرم کردند. علاوه بر این، در تمامی مراحل تست‌گیری سعی گردید تا شرایط برای همه آزمودنی‌ها یکسان باشد تا تنها تأثیر تمرینات عصبی- عضلانی در آب بر فعالیت الکتریکی عضلات اطراف مفصل زانو اندازه‌گیری شود. بدین منظور، تمام تست‌ها با ترتیب تصادفی اجرا شد و در تمام مراحل تست‌گیری، تمامی آزمودنی‌ها به صورت کلامی جهت اجرای نهایت تلاش در تست‌گیری، تشویق کلامی می‌شدند. لازم به ذکر است که تمامی تست‌ها صبح (۱۱-۸ صبح) و توسط فرد مجربی انجام گردید که از روند تمرینات و گروه‌بندی آزمودنی‌ها بی‌اطلاع بود.

فعالیت الکتریکی عضلات: در ابتدا و انتهای دوره تمرینات عصبی- عضلانی در آب، جهت ثبت فعالیت عضلانی از دستگاه الکترومایوگرافی (شرکت OT Bioelettronica، ایتالیا) با ۶۴ کانال (که ۳۲ عدد فعال بود) و تست حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (Maximum voluntary isometric contraction یا MVIC) عضلات استفاده گردید. در پژوهش حاضر جهت کاهش مقاومت پوست و افزایش کیفیت دریافت بیوسیگنال هالی عضلانی، سطح پوست تراشیده و با سمباده نرم و الکل ۷۰ درصد تمیز و سپس با پنبه کاملاً خشک گردید. سپس جهت ثبت فعالیت الکتریکی عضلات، از جفت الکترودهای دو قطبی از الکترودهای سطحی یک‌بار مصرف (Ag/AgC1، Skin Tact، استرالیا) استفاده و به فاصله مرکز به مرکز دو سانتی‌متر روی پوست چسبانده شد. همچنین، جهت تعیین محل دقیق اتصال الکترودها، طبق دستورالعمل SENIAM، در جهت فیبرهای عضلانی و با لمس لندمارک‌های استخوانی صورت گرفت (۳۶، ۲۲). بدین ترتیب، الکترودها در عضله گلوتئوس مدیوس به ۱/۲ میانی خط بین ایلیاک کرست و تروکانتر بزرگ، در عضله اداکتور لانگوس به ۱/۲ میانی خط بین استخوان پیوبیس و لینا آسپرا در عضله واستوس لترالیس به دو سوم خط بین Anterior superior iliac spine (ASIS) و قسمت خارجی کشکک و بایسپس فموریس به ۱/۲ میانی خط برجستگی ایسکیال و اپی‌کندیل خارجی تیبیا متصل گردید. لازم به ذکر است که الکترود زمین نیز پس از مرطوب شدن به مچ پای فرد بسته شد. سپس با استفاده از انقباض ایزومتریک ایزوله عضلات، از صحت جاگذاری الکترودها اطمینان حاصل گردید (۲۲).

http://jrrs.mui.ac.ir

جهت پردازش سیگنال‌های الکترومایوگرافی و مقایسه بین عضلات مختلف و آزمودنی‌ها، فعالیت عضله باید با یک مقدار مرجع نرمال شود. پیش از شروع اندازه‌گیری و به منظور نرمال‌سازی داده‌های الکترومیوگرافی، از روش MVIC در وضعیت نشسته و خوابیده استفاده گردید. به همین منظور، مقادیر به دست آمده از سیگنال خام الکترومایوگرافی به وسیله الگوریتم Root mean square (RMS) حین انجام تست عملکردی، به مقادیر به دست آمده از حداکثر انقباض ارادی هر عضله تقسیم شد و میزان فعالیت عضلات به صورت درصدی از MVIC در نظر گرفته شد. بدین ترتیب، از هر یک از عضلات مورد بررسی سه بار آزمون MVIC با یک دقیقه استراحت بین هر تکرار گرفته شد. داده‌های به دست آمده از ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰۰ هرتز در ثانیه (۳۷) و پهنای باند ۱۰ تا ۵۰۰ هرتز (۲۲) فیلتر و جمع‌آوری گردید.

در نهایت جهت نرمال‌سازی داده‌های الکترومایوگرافی مربوط به MVIC، از روش Murley و Bird (۳۹، ۳۸) استفاده شد. علاوه بر این، جهت تحلیل سیگنال‌های خام الکترومایوگرافی از نرم‌افزارهای Biometrics DataLITE (Biometric Ltd, for windows. UK) و MATLAB (a, for windows, Works®R۲۰۱۶Natick, USA) استفاده گردید. سپس داده‌های خام حاصل از نرم‌افزار مذکور به نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ وارد و سازماندهی گردید.

تمرینات عصبی- عضلانی در آب: پروتکل تمرینات عصبی- عضلانی در آب به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه تمرینات اصلی و ۵ دقیقه سرد کردن در استخر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گردید. تأثیر این پروتکل پیش از این در خارج آب بررسی شده بود (۴۰). پروتکل اصلی تمرینات عصبی- عضلانی شامل تمرینات لانج (Lunge)، بلند کردن لگن (Pelvic lift) روی سطح ناپایدار با استفاده از نودل در زیر ساق پا، اسکات (Squat)، لانج ساید یک طرفه (Lunge side)، گام‌برداری روی استپ (Step-up)، ایستادن تک پا، پریدن تک پا به جلو و عقب (Limping cross)، دامنه دسترسی پا در جهات مختلف با جابه‌جایی پارچه (Cloth under foot)، اسکات با نوسان Kettlebell (Kettlebell swing)، پلانک پهلو (Side-lying jumping jack)، حرکت اکستنشن ران با کش لوپ، اصلاح تکنیک راه رفتن به جلو و پهلو و عقب بود. در نهایت، با تجویز پزشک متخصص، حرکت ترکشن در قسمت عمیق استخر نیز به مدت ۵ دقیقه اجرا گردید. لازم به ذکر است که سطح تمرینات در سه سطح با تغییر تعداد، جهت و سرعت حرکات و یا تغییر سطح حمایت ارتقا پیدا می‌کرد. علاوه بر این، در تمامی جلسات با نظارت پزشک متخصص پزشکی- ورزشی، سطح پیشرفت تمرینات در هر یک از آزمودنی‌ها جهت تکمیل پروتکل تمرینی ارزیابی شد.

جهت ارزیابی پیش‌فرض‌های آماری همچون نرمال‌سازی و همگنی واریانس‌ها و همگنی کواریانس‌ها به ترتیب از آزمون‌های Shapiro-Wilk، Levene و Box's M استفاده گردید. به منظور مقایسه داده‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و مقایسه بین‌گروهی، از آزمون Repeated measures ANOVA در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. از آزمون تعقیبی Bonferroni جهت قیاس دو جفت گروه‌ها استفاده گردید و اندازه اثر توسط آماره پارشال Eta Squared (اندازه اثر کم = ۰/۱، اثر متوسط = ۰/۶ و اثر زیاد = ۰/۱۴) بررسی شد (۴۱). در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در هر گروه ۱۲ نفر شرکت کردند و تنها ۲ نفر (از هر گروه ۱ نفر) به علت غیبت بیش از دو جلسه از مطالعه خارج شدند. از آن‌جا که تعداد ریزش در هر گروه کمتر از ۱۰ درصد بود، تحلیل Intention-to-treat (ITT) انجام نشد. جدول ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی گروه‌ها و نتایج آزمون Independent t را نشان می‌دهد. میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) گروه‌ها و همچنین، تفاوت بین گروه‌ها در مراحل پیش‌آزمون نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن است که تفاوت معنی‌داری در مشخصات جمعیت‌شناختی بین گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون وجود نداشت ($P \geq ۰/۰۵۰$) (جدول ۱).

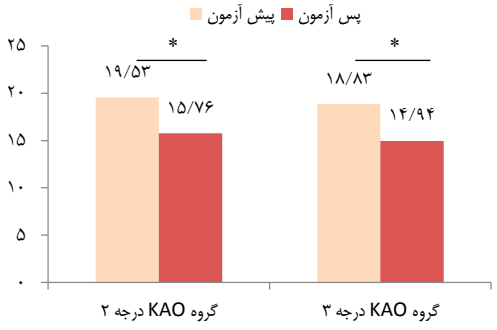
جدول ۱. داده‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

متغیر	گروه		آماره t	مقدار P
	KOA درجه دو	KOA درجه سه		
سن (سال)	۵۶/۱۷ ± ۵/۵۴	۶۰/۴۲ ± ۴/۷۴	-۲/۰۲۳	۰/۰۵۵
وزن (کیلوگرم)	± ۴/۵۸ ۱۵۸/۷۵	۱۵۸/۸۳ ± ۵/۴۹	-۰/۰۴۰	۰/۹۶۸
قد (سانتی‌متر)	± ۱۰/۷۸ ۷۴/۴۹	۷۴/۲۳ ± ۱۰/۶۰	۰/۰۵۸	۰/۹۵۴
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۹/۴۷ ± ۳/۴۱	۲۹/۵۸ ± ۵/۳۰	-۰/۰۵۹	۰/۹۵۳

KOA: Knee osteoarthritis; BMI: Body mass index

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

نتایج آزمون Repeated measures ANOVA به منظور تعامل گروه در زمان، بین و درون‌گروهی برای اندازه‌گیری‌های اولیه و نهایی این متغیرها در جدول ۲ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده تعامل گروه در زمان، تغییرات قابل توجهی در عضلات بایسپس فموریس ($P = ۰/۰۴۶$، $F_{۱,۲۲} = ۰/۰۴۶$)، واستوس لترالیس (۰/۱۲۶ = P، $F_{۱,۲۲} = ۲/۵۳۴$)، اداکتور لانگوس و گلوتئوس مدیوس ($P = ۰/۱۵۰$، $F_{۱,۲۲} = ۲/۲۲۹$) مشاهده نشد، اما مقایسه‌های زوجی تفاوت معنی‌داری را بین پیش و پس از تمرین درمانی برای عضلات بایسپس فموریس، واستوس لترالیس، گلوتئوس مدیوس و اداکتور لانگوس نشان داد (شکل‌های ۴-۱).



شکل ۱. میزان تغییرات فعالیت الکتریکی عضله بایسپس فموریس از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه‌های درجه ۲ و ۳

*تفاوت معنی‌دار در سطح $P < ۰/۰۵۰$

http://jrrs.mui.ac.ir

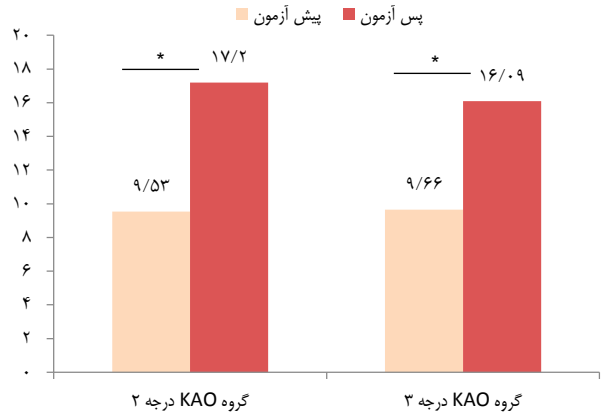
جدول ۲. نتایج آزمون Repeated measures ANOVA برای مقایسه درون‌گروهی، بین‌گروهی و تعامل گروه در زمان

عضله	گروه KOA درجه دو				گروه KOA درجه سه				مقدار P (اندازه اثر)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	درصد تغییرات	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	درصد تغییرات	زمان	گروه	زمان × گروه
بایسپس فموریس	۱۵/۷۶ ± ۲/۴۲	۱۹/۵۳ ± ۱/۴۶	۱۶/۵۲–۱۸/۷۷	↑۲۳/۹۲	۱۴/۹۴ ± ۲/۰۲	۱۸/۸۳ ± ۱/۹۶	۱۵/۷۶–۱۸/۰۱	↑۲۶/۰۳	گروه درجه دو ۰/۰۰۱* گروه درجه سه ۰/۰۰۱*	۰/۳۳۶	۰/۸۳۱
واستوس لترالیس	۹/۵۲ ± ۱/۷۹	۱۷/۲۰ ± ۱/۲۷	۱۲/۵۲–۱۴/۴۰	↑۸۰/۶۷	۹/۶۶ ± ۱/۸۲	۱۶/۰۹ ± ۱/۸۵	۱۲/۰۳–۱۳/۷۱	↑۶۶/۵۶	گروه درجه دو ۰/۰۰۱* گروه درجه سه ۰/۰۰۱*	۰/۱۱۹	۰/۱۲۶
اداکتور لانگوس	۱۵/۱۶ ± ۲/۴۰	۲۰/۰۷ ± ۲/۱۲	۱۶/۴۶–۱۸/۷۷	↑۳۲/۳۸	۱۴/۴۲ ± ۲/۰۴	۱۹/۶۱ ± ۱/۴۲	۱۵/۸۶–۱۸/۱۷	↑۳۵/۹۹	گروه درجه دو ۰/۰۰۱* گروه درجه سه ۰/۰۰۱*	۰/۵۴۲	۰/۵۹۴
گلوتئوس مدیوس	۱۳/۷۵ ± ۱/۹۷	۱۶/۲۴ ± ۲/۲۱	۱۴/۰۱–۱۵/۹۹	↑۱۸/۱۰	۱۴/۳۳ ± ۱/۹۵	۱۸/۱۶ ± ۱/۸۰	۱۵/۲۴–۱۷/۲۴	↑۲۶/۷۲	گروه درجه دو ۰/۰۰۱* گروه درجه سه ۰/۰۰۱*	۰/۰۳۰*	۰/۱۵۰

KOA: Knee osteoarthritis

*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

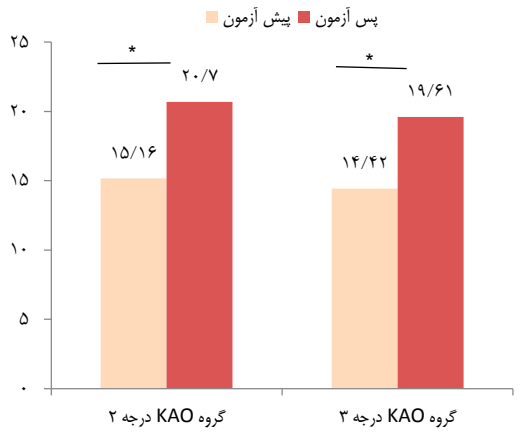
داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.



شکل ۱. میزان تغییرات فعالیت الکتریکی عضله واستوس لترالیس از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه‌های درجه ۲ و ۳

*تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵۰

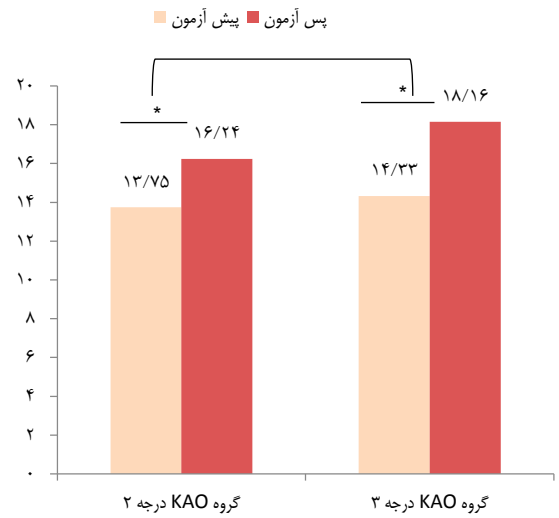
http://jrrs.mui.ac.ir



شکل ۳. میزان تغییرات فعالیت الکتریکی عضله اداکتور لانگوس از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه‌های درجه ۲ و ۳

*تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵۰

تجزیه و تحلیل‌ها تأثیر معنی‌داری را بین گروه‌های مورد بررسی در مرحله پس‌آزمون (بین KOA درجه ۲ و ۳) نشان نداد (P > ۰/۰۵۰) (جدول ۲).



شکل ۴. میزان تغییرات فعالیت الکتریکی عضله گلوتئوس مدیوس از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در گروه‌های درجه ۲ و ۳

*تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵۰

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات عصبی- عضلانی در آب بر فعالیت عضلات گلوتئوس مدیوس، اداکتور طویل، واستوس لترالیس و بایسپس فموریس در زنان دارای KOA درجه دو و سه بود. با توجه به یافته‌های مطالعه، پس از اتمام دوره تمرینات عصبی- عضلانی در آب، فعالیت گروه‌های عضلانی مورد بررسی در هر دو درجه KOA پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشت. علاوه بر این، میزان پیشرفت فعالیت عضلانی در هر دو گروه (درجه دو و سه KOA) همسو و مؤید آن بود که افراد در هر دو درجه استئوآرتریت توانستند از مزایای تمرینات عصبی- عضلانی در آب بهرمند باشند، اما بین دو گروه در هیچ یک از عضلات تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس جستجوهای صورت گرفته، تاکنون تحقیقی که سطح فعالیت عضلات در شدت دو و سه KOA را مورد بررسی قرار داده باشد، یافت نشد. در این صورت، امکان مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعات پیشین فراهم نشد.

تحقیقات گذشته به طور گسترده اثرات KOA در میزان فعالیت گروه‌های عضلانی متفاوت و عملکردهای حرکتی متفاوت را مورد بررسی قرار داده‌اند (۲۲، ۲۱، ۱۸، ۱۷، ۱۲). گزارش پژوهش‌ها حاکی از آن است که KOA با کاهش فعالیت الکتریکی عضلانی (۱۷، ۱۲)، سرعت گام‌برداری آهسته‌تر (۱۸) و اختلال در عملکرد مفصل زانو مرتبط است (۲۲، ۲۱). به طور کلی، افراد مبتلا به KOA، ضعف عضلات اطراف مفاصل زانوی خود را تجربه می‌کنند و این عامل ممکن است منجر به چرخه معیوب افزایش درد و دشواری در انجام فعالیت‌های روزمره شود (۴۲، ۲۲).

افراد مبتلا به KOA با توجه به ضعف عضلات چهار سر، در عملکرد روزانه خود از راهبردهای جبرانی مانند خم شدن زانو و تنه به سمت پای آسیب‌دیده استفاده می‌کنند تا گشتاور خارجی وارد آمده بر عضله واستوس لترالیس را کاهش دهند. بنابراین، توازن فعالیت گروه‌های عضلانی آگونیست و آنتاگونیست مانند عضله بایسپس فموریس و واستوس لترالیس به هم می‌خورد و ثبات مفصل زانو دستخوش تغییر و فرسایش می‌شود (۲۲)، اما پروتکل‌های تمرینی متمرکز بر قدرت عضلانی، باعث بهبود قدرت اندام تحتانی، کاهش درد و بهبود عملکرد افراد مبتلا به KOA می‌شود (۴۳، ۴۲، ۲۹). با توجه به تغییر راهبردهای عملکردی در افراد مبتلا به KOA، پروتکل‌های سنتی توانایی ایجاد تغییر در فعالیت عضلانی و قدرت عضلات آگونیست و آنتاگونیست اطراف زانو را ندارد و منجر به رفع راهبردهای جبرانی نخواهد شد (۴۴، ۳۳). بنابراین، پیشنهاد می‌گردد تمرینات عصبی- عضلانی نسبت به تمرینات سنتی در اولویت قرار داده شود.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های برخی مطالعات پیشین (۲۰) همسو نبود. در تحقیق مذکور، نوع تمرینات شامل تمرینات تقویتی عضله چهار سر بود و منجر به بهبود معنی‌دار فعالیت عضلانی نشد (۲۰). به نظر می‌رسد تمرینات عصبی- عضلانی با تعدیل نیروی هم‌انقباضی عضلانی و افزایش قدرت عضله در کنترل فشارهای وارد آمده بر مفصل زانو، مؤثرتر از تمرینات تقویتی عضله چهار سر عمل می‌کند؛ چرا که تمرینات عصبی- عضلانی می‌توانند با بهبود موقعیت زانو در رابطه با مفصل ران و مچ پا، با افزایش گشتاور اداکشن زانو مقابله کنند و در این راستا، فعال شدن گروه‌های عضلانی خاص را تسهیل نماید (۳۰). توصیه می‌شود تعادل بین فعالیت عضلانی در جفت نیروهای اطراف مفصل زانو در نظر گرفته شود (۳۰، ۱۴). بنابراین، با توجه به نتایج بررسی حاضر، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که علاوه بر میزان فعالیت عضلانی، باید حفظ و کنترل مفصل ران و زانو مورد توجه قرار گیرد (۱۴).

از آن‌جایی که در فرایند KOA و افزایش سن، اندازه فیبر عضله (۴۵)، تعداد فیبرهای نوع ۲ (۴۶، ۴۵)، حساسیت دستگاه عصبی مرکزی به تمرینات (۴۷، ۴۶)، تعداد واحدهای حرکتی (۴۸) و همچنین، توانایی فعالسازی واحدهای حرکتی به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد (۴۹، ۴۶)، احتمالاً معنی‌دار نشدن تغییر فعالیت الکتریکی عضلات گلوتئوس و اداکتور لانگوس مربوط به کاهش

http://jrrs.mui.ac.ir

بیشتر فیبرهای نوع ۲، هماهنگی عصب و عضله و فعالسازی عضلانی باشد. در عین حال، با پیشرفت KOA، تشدید درد و ضعف عضلات باعث می‌شود فرد به تدریج سطح فعالیت خود را کاهش دهد (۲۵). از آن‌جا که در KOA اغلب زانو به تدریج دچار واروس می‌شود، ضعف عضلات ابداکتور ران به دلیل تغییر راستای مفصل زانو و مسیر جابه‌جایی مرکز ثقل (Center of gravity یا CoG) در حین راه رفتن تسریع می‌شود و منجر به بروز راه رفتن اردکی (Waddling gait) در این افراد می‌شود (۵۱، ۵۰). تمرین گام‌برداری به پهلو یک تمرین اختصاصی در جهت تقویت عضلات ابداکتور ران از جمله گلوتئوس مدیوس می‌باشد (۵۲). احتمال دارد معنی‌دار شدن افزایش فعالیت این عضله در همین مدت کوتاه، به دلیل تأثیر اختصاصی این ورزش باشد. بنابراین، شاید با افزایش مدت زمان تمرینات، احتمال ایجاد تغییر بر روی ساختار و قدرت عضله افزایش پیدا کند. از طرف دیگر، گفته می‌شود که علت اصلی افزایش قدرت در چند هفته اول تمرینات، تطابق در دستگاه عصبی مرکزی می‌باشد (۲۰).

تحقیقات گذشته بر قدرت عضلات چهار سر در افراد مبتلا به KOA تمرکز داشته‌اند (۳۳، ۲۰) و با وجود اهمیت حرکات صفحه فرونتال در عملکرد مطلوب (۴۴)، پژوهش‌های اندکی در حیطه قدرت عضلات گلوتئوس مدیوس و نزدیک‌کننده یافت شد (۴۴، ۱۷). افزودن تمرینات ابداکشن و اداکشن ران در مقایسه با تمرینات چهار سر، به تنهایی تأثیرات مثبت معنی‌داری را بر عملکرد و کیفیت زندگی افراد مبتلا به KOA به دنبال داشت (۴۴). همچنین، ضعف عضله گلوتئوس مدیوس در افراد مبتلا به KOA، منجر به ایجاد گشتاور اداکتور بر مفصل زانو می‌شود و در اثر ضعف عضلات نزدیک‌کننده، نیروی گرانش زمین زانوی فرد را به اداکشن می‌برد (۱۲). به دنبال اختلالات زانو و ضعف عضله گلوتئوس مدیوس، مفصل ران در این افراد به اداکشن می‌رود (۴۲). تمرینات تقویت عضلات ابداکتور ران و تمرینات عصبی- عضلانی با بهبود در فعالیت عضله گلوتئوس می‌تواند منجر به بهبود کنترل صفحه فرونتال و به حداقل رساندن اداکشن ران شود (۴۴، ۳۳، ۳۱). علاوه بر این، تغییرات در قدرت اداکتورها نیز می‌تواند باعث بروز تغییرات کینماتیکی و کنترل مفصل زانو شود (۴۲، ۳۵). با وقوع KOA، فرد به تدریج در عضلات گلوتئوس و به خصوص گلوتئوس مدیوس دچار ضعف و آتروفی مشخصی خواهد شد (۵۳)؛ در حالی که برنامه مقاومتی با شدت بالا، احتمالاً عملکرد ابداکشن ران در افراد مبتلا به KOA را اندکی افزایش می‌دهد؛ هرچند مستندات این تغییرات از لحاظ کیفیت ضعیف می‌باشد (۵۳).

نتایج مطالعه‌ای نشان داد که عضله گلوتئوس مدیوس پس از ضعف به بازآموزی عصبی بیشتری نیاز دارد و بنابراین، در این فرایند باید بر حرکات و زوایای فعالسازی متنوع توجه کرد (۵۴) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی داشت؛ چرا که عضلات زوج نیروی ابداکتور- اداکتور ران پیشرفت کمتری را نشان دادند و در افرادی که به درجه شدیدتر KOA مبتلا بودند، بهبود معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کلی، باید در نظر داشت که جهت کسب بهبود قابل توجه در نتایج قدرت عضلانی این زوج نیرو به ویژه در افراد ضعیف‌تر، باید یک برنامه تمرینی با شدت و مدت کافی و تأکید بر حرکات صفحه فرونتال انجام شود تا منجر به سازگاری عصبی- عضلانی این عضلات شود.

یکی از نکات قابل توجه در پژوهش حاضر، بهره‌مندی از آب در اجرای تمرینات عصبی- عضلانی بود. تمرین در آب، با برداشتن وزن بدن فشار وارد آمده بر مفاصل را کاهش می‌دهد (۵۵). این مسأله به نوبه خود موجب می‌شود اجرای تمریناتی که در خشکی برای افراد مبتلا به KOA سخت است، ممکن شود و در نهایت، باعث کاهش درد و افزایش تمایل و اعتماد به نفس در اجرای تمرینات می‌شود (۵). ورزش در آب از طریق تحریک دما و شناوری آب، باعث بهبود اختلال عملکرد حرکتی فرد می‌شود؛ چرا که این تحریکات کاهش سریع‌تر سفتی عضلات اطراف زانو را به دنبال دارند (۵۶، ۵۵، ۱). تمرینات در آب می‌تواند علاوه بر کاهش درد و سفتی مفاصل، قدرت و عملکرد عضلانی را در افراد میانسال و مسن مبتلا به KOA بهبود بخشد (۴۳) و در مقایسه با ورزش زمینی، ورزش در آب در کوتاه‌مدت، دارای عوارض جانبی کمتر و اثرات درمانی بهتری می‌باشد. ورزش در آب می‌تواند به طور قابل توجهی انعطاف‌پذیری، قدرت، آمادگی هوازی و وضعیت مفصل زانو را بهبود بخشد (۵۶). به این ترتیب، در عمق بیشتر، فشار کمتری بر مفاصل وارد می‌گردد و مفاصل ثبات بیشتری خواهند داشت (۲۹). این امر کاهش درد حین اجرای حرکات و تسهیل فعالیت در آب را به دنبال دارد و تجربه آن برای فرد با افزایش انگیزه برای تداوم برنامه همراه است (۵۶، ۱).

محدودیت‌ها

مطالعه حاضر با محدودیت‌هایی همچون محدود بودن تعداد آزمودنی‌های مبتلا به KOA درجه دو و سه بود. علاوه بر این، فقدان گروه شاهد، تشخیص سیر پیشرفت بیماری KOA را محدود کرد. لازم به ذکر است که تصمیم محققان بر عدم وجود گروه شاهد با توجه به اصول اخلاقی که به تازگی مورد توجه قرار گرفته است و استفاده از گروه شاهد بدون هیچ‌گونه تمرینی را تأیید نمی‌کند، اتخاذ گردید. علاوه بر این، پژوهشگران بر این عقیده‌اند که اندازه‌گیری مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و مقایسه پیشرفت افراد خود نوعی کنترل به شمار می‌رود.

پیشنهادها

جهت بهبود بیشتر و بازآموزی استراتژی‌های عصبی- عضلانی و تأثیر آن بر قدرت جفت نیروهای عضلانی، پیشنهاد می‌شود دوره تمرینی با مدت زمان طولانی‌تری اتخاذ گردد. علاوه بر این، با توجه به اهمیت استراتژی‌های عصبی- عضلانی و تأثیر آن‌ها در عملکرد روزانه و استقلال فردی، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده تست‌های فعالیت عضلانی در وضعیت‌های عملکردی اجرا گردد. بهتر است در پژوهش‌های آینده علاوه بر فعالیت گروه‌های عضلانی، به شاخص‌هایی مانند زمان فعالسازی عضلات، سرعت تولید نیرو و توانایی کنترل نیرو نیز توجه شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اجرای هشت هفته پروتکل تمرینات عصبی- عضلانی در آب، باعث پیشرفت فعالیت عضلات بایسپس فموریس، واستوس لترالیس، گلوتئوس مدیوس و اداکتور لانگوس در زنان مبتلا به KOA درجه دو و سه شد. با توجه به ضعف عضلانی ناشی از KOA و تغییر راهبردهای عملکردی، نیروهای زیادی بر مفصل زانو وارد و باعث وضعیت فرسایشی در مفصل زانو می‌شود. بنابراین، جهت بهبود فعالیت عضلانی و توان‌بخشی در زنان مبتلا به KOA، می‌توان از مزایای این تمرینات بهره برد.

http://jrrs.mui.ac.ir

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی مصوب دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد. بدین وسیله از حمایت معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: سحر خواجه
جذب منابع مالی برای انجام پژوهش: سحر خواجه
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی پژوهش: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: سحر خواجه، فاطمه کریمی افشار
جمع‌آوری داده‌ها: سحر خواجه، فاطمه کریمی افشار
تحلیل و تفسیر نتایج: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی
خدمات تخصصی آمار: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو
تنظیم دست‌نوشته: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی، فاطمه کریمی افشار
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی، فاطمه کریمی افشار
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی، فاطمه کریمی افشار
مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: سحر خواجه، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی، فاطمه کریمی افشار

منابع مالی

مطالعه حاضر تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کرمان را با شناسه IR.UK.REC.1402.002 داشت. همچنین، کد کارآزمایی بالینی را از مرکز بین‌المللی کارآزمایی بالینی (IRCT20231015059728N1) دریافت نموده است. تحقیق حاضر بدون حمایت مالی تنظیم گردید. همچنین، دانشگاه در ایده‌پردازی و جمع‌آوری و نتایج مطالعه نقشی نداشته است.

تعارض منافع

نتایج مطالعه حاضر با منافع نویسندگان در تعارض نیست.

References

1. Zeng CY, Zhang ZR, Tang ZM, Hua FZ. Benefits and mechanisms of exercise training for knee osteoarthritis. Front Physiol 2021; 12: 794062.
2. Abbassy AA, Trebinjac S, Kotb N. The use of cellular matrix in symptomatic knee osteoarthritis. Bosn J Basic Med Sci 2020; 20(2): 271-4.
3. Landsmeer MLA, Runhaar J, van Middelkoop M, Oei EHG, Schiphof D, Bindels PJE, et al. Predicting knee pain and knee osteoarthritis among overweight women. J Am Board Fam Med 2019; 32(4): 575-84.
4. Runhaar J, van Middelkoop M, Reijman M, Willemsen S, Oei EH, Vroegindeweij D, et al. Prevention of knee osteoarthritis in overweight females: the first preventive randomized controlled trial in osteoarthritis. Am J Med 2015; 128(8): 888-95.
5. Etesami AS, Zolaktaf V, Esmaeili H. Comparison of the Effect of 8 Weeks of Land Exercise Therapy and Hydrotherapy on Functional Activities of Elderly Women with Knee Osteoarthritis. Salmand Iran J Ageing 2022; 17(2): 154-69. [In Persian].
6. Palazzo C, Nguyen C, Lefevre-Colau MM, Rannou F, Poiraudeau S. Risk factors and burden of osteoarthritis. Ann Phys Rehabil Med 2016; 59(3): 134-8.
7. Martel-Pelletier J, Barr AJ, Cicuttini FM, Conaghan PG, Cooper C, Goldring MB, et al. Osteoarthritis. Nat Rev Dis Primers 2016; 2: 16072.
8. Mesa-Castrillon CI, Simic M, Ferreira ML, Hatswell K, Luscombe G, de Gregorio AM, et al. EHealth to empower patients with musculoskeletal pain in rural Australia (EMPoweR) a randomised clinical trial: study protocol. BMC Musculoskelet Disord 2021; 22(1): 11.
9. Mao HY, Hu MT, Yen YY, Lan SJ, Lee SD. Kinesio Taping Relieves Pain and Improves Isokinetic Not Isometric Muscle Strength in Patients with Knee Osteoarthritis-A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health 2021; 18(19): 10440.
10. Zhang X, Pan X, Deng L, Fu W. Relationship between Knee Muscle Strength and Fat/Muscle Mass in Elderly Women with Knee Osteoarthritis Based on Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(2): 573.
11. Raposo F, Ramos M, Lucia CA. Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review. Musculoskeletal Care 2021; 19(4): 399-435.
12. Varbakken K, Loras H, Nilsson KG, Engdal M, Stensdotter AK. Relative difference in muscle strength between patients with knee osteoarthritis and healthy controls when tested bilaterally and joint-inclusive: an exploratory cross-sectional study. BMC Musculoskelet Disord 2019; 20(1): 593.
13. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. J Orthop

Sports Phys Ther 2010; 40(2): 42-51.
14. Raghava Neelapala YV, Bhagat M, Shah P. Hip Muscle Strengthening for Knee Osteoarthritis: A Systematic Review of Literature. J Geriatr Phys Ther 2020; 43(2): 89-98.
15. Prins MR, van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. Aust J Physiother 2009; 55(1): 9-15.
16. Huang CC, Wang HH, Chen KC, Yang KJ, Chang LY, Shiang TY, et al. Effects of a dynamic combined training on impulse response for middle-aged and elderly patients with osteoporosis and knee osteoarthritis: a randomized control trial. Aging Clin Exp Res 2021; 33(1): 115-23.
17. Deasy M, Leahy E, Semciw AI. Hip Strength Deficits in People with Symptomatic Knee Osteoarthritis: A Systematic Review with Meta-analysis. J Orthop Sports Phys Ther 2016; 46(8): 629-39.
18. de Zwart AH, van der Esch M, Pijnappels MA, Hoozemans MJ, van der Leeden M, Roorda LD, et al. Falls Associated with Muscle Strength in Patients with Knee Osteoarthritis and Self-reported Knee Instability. J Rheumatol 2015; 42(7): 1218-23.
19. Rahmann AE. Exercise for people with hip or knee osteoarthritis: a comparison of land-based and aquatic interventions. Open Access J Sports Med 2010; 1: 123-35.
20. Hassani haghighi F, Hashemi Javaheri AA, Ariamanesh AS, khoshraftar yazdi N. Effect of Aquatic Exercise Therapy on the Quadriceps Muscle Electromyography and Pain in Women with Knee Osteoarthritis. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation 2016; 5(2): 42-50.
21. Spinoso DH, Bellei NC, Marques NR, Navega MT. Quadriceps muscle weakness influences the gait pattern in women with knee osteoarthritis. Adv Rheumatol 2018; 58(1): 26.
22. Bouchouras G, Sofianidis G, Patsika G, Kellis E, Hatzitaki V. Women with knee osteoarthritis increase knee muscle co-contraction to perform stand to sit. Aging Clin Exp Res 2020; 32(4): 655-62.
23. Kacmaz KS, Unver B, Karatosun V. The Reliability and Validity of the Lie-to-Sit-to-Stand-to-Walk Transfer (LSSWT) Test in Knee Osteoarthritis. Indian J Orthop 2023; 57(2): 290-6.
24. Turcot K, Armand S, Fritschy D, Hoffmeyer P, Suva D. Sit-to-stand alterations in advanced knee osteoarthritis. Gait Posture 2012; 36(1): 68-72.
25. Huang KH, Hsieh RL, Lee WC. Pain, Physical Function, and Health in Patients with Knee Osteoarthritis. Rehabil Nurs 2017; 42(4): 235-41.
26. Bakirhan S, Bozan O, Unver B, Karatosun V. Evaluation of functional characteristics in patients with knee osteoarthritis. Acta Ortop Bras 2017; 25(6): 248-52.
27. Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 2004; 12(9): 745-51.
28. Rutherford D, Baker M, Urquhart N, Stanish W. The effect of a frontal plane gait perturbation bout on knee biomechanics and muscle activation in older adults and individuals with knee osteoarthritis. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2022; 92: 105574.
29. Assar S, Gandomi F, Mozafari M, Sohaili F. The effect of Total resistance exercise vs. aquatic training on self-reported knee instability, pain, and stiffness in women with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. BMC Sports Sci Med Rehabil 2020; 12: 27.
30. Rashid SA, Hussain ME, Bhati P, Veqar Z, Parveen A, Amin I, et al. Muscle activation patterns around knee following neuromuscular training in patients with knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomized clinical trial. Arch Physiother 2022; 12(1): 19.
31. Joshi S, Kolke S. Effects of progressive neuromuscular training on pain, function, and balance in patients with knee osteoarthritis: a randomised controlled trial. European Journal of Physiotherapy 2023; 25(4): 179-86.
32. Joon M, Gupta A, Badhal S, Kumar P. Efficacy of Neuromuscular Training in Patients of Osteoarthritis Knee via Telerehabilitation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2023; 104(3): e26.
33. Hewidy AM, Ghuiba K, Ewais WM, Abdelsalam MS. Neuromuscular versus Strengthening Program on Pain, and Function in Knee Osteoarthritis. Proceedings of the 21th International Scientific Conference Faculty of Physical Therapy; 2022 July 28-29; Cairo, Egypt.
34. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis 1957; 16(4): 494-502.
35. Bokaeian HR, Esfandiarpour F, Zahednejad S, Mohammadi HK, Farahmand F. Effects of an Exercise Therapy Targeting Knee Kinetics on Pain, Function, and Gait Kinetics in Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial. Adapt Phys Activ Q 2021; 38(3): 377-95.
36. Vinstrup J, Skals S, Calatayud J, Jakobsen MD, Sundstrup E, Pinto MD, et al. Electromyographic evaluation of

http://jrrs.mui.ac.ir

high-intensity elastic resistance exercises for lower extremity muscles during bed rest. Eur J Appl Physiol 2017; 117(7): 1329-38.
37. Dashti RK, Naderi A, Thomas A. Hip Abductor and Adductor Muscles Activity Patterns during Landing after Anterior Cruciate Ligament Injury. J Sport Rehabil 2019; 28(8): 871-6.
38. Asri N, Farahpour N, Ghazaleh L. Assessment of Muscle Activity and Co-contraction in Knee and Ankle Joints during Forward and Backward Walking in Healthy Individuals. J Res Behav Sci 2018; 13(6): 309-17. [In Persian].
39. Murley GS, Bird AR. The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2006; 21(10): 1074-80.
40. Clausen B, Holsgaard-Larsen A, Roos EM. An 8-Week Neuromuscular Exercise Program for Patients with Mild to Moderate Knee Osteoarthritis: A Case Series Drawn From a Registered Clinical Trial. J Athl Train 2017; 52(6): 592-605.
41. Pallant J. Spss Survival Manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS. New York, NY: McGraw Hill; 2020.
42. Glaviano NR, Marshall AN, Mangum LC, Hart JM, Hertel J, Russell S, et al. Improvements in lower-extremity function following a rehabilitation program with patterned electrical neuromuscular stimulation in females with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. J Sport Rehabil 2020; 29(8): 1075-85.
43. Alkatan M, Baker JR, Machin DR, Park W, Akkari AS, Pasha EP, et al. Improved function and reduced pain after swimming and cycling training in patients with osteoarthritis. J Rheumatol 2016; 43(3): 666-72.
44. Hislop AC, Collins NJ, Tucker K, Deasy M, Semciw AI. Does adding hip exercises to quadriceps exercises result in superior outcomes in pain, function and quality of life for people with knee osteoarthritis? A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med 2020; 54(5): 263-71.
45. Loeser RF. Age-related changes in the musculoskeletal system and the development of osteoarthritis. Clin Geriatr Med 2010; 26(3): 371-86.
46. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. J Cachexia Sarcopenia Muscle 2018; 9(1): 3-19.
47. Grassel S, Muschter D. Peripheral nerve fibers and their neurotransmitters in osteoarthritis pathology. Int J Mol Sci 2017; 18(5): 931.
48. Mansfield CJ, Culiver A, Briggs M, Schmitt LC, Grooms DR, Onate J. The effects of knee osteoarthritis on neural activity during a motor task: A scoping systematic review. Gait Posture 2022; 96: 221-35.
49. Orssatto LBR, Borg DN, Pendrith L, Blazevich AJ, Shield AJ, Trajano GS. Do motoneuron discharge rates slow with aging? A systematic review and meta-analysis. Mech Ageing Dev 2022; 203: 111647.
50. Khalaj N, Abu Osman NA, Mokhtar AH, Mehdikhani M, Wan Abas WA. Effect of exercise and gait retraining on knee adduction moment in people with knee osteoarthritis. Proc Inst Mech Eng H 2014; 228(2): 190-9.
51. Ganguly A. Management of muscular dystrophy during osteoarthritis disorder: A topical phytotherapeutic treatment protocol. Caspian J Intern Med 2019; 10(2): 183-96.
52. Thomas DT, R S, Prabhakar AJ, Dineshbhai PV, Eapen C. Hip abductor strengthening in patients diagnosed with knee osteoarthritis - a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord 2022; 23(1): 622.
53. Rostron ZPJ, Green RA, Kingsley M, Zacharias A. Efficacy of exercise-based rehabilitation programs for improving muscle function and size in people with hip osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis. Biology (Basel) 2021; 10(12): 1251.
54. Ebert JR, Edwards PK, Fick DP, Janes GC. A systematic review of rehabilitation exercises to progressively load the gluteus medius. J Sport Rehabil 2017; 26(5): 418-36.
55. Munukka M, Waller B, Hakkinen A, Nieminen MT, Lammentausta E, Kujala UM, et al. Effects of progressive aquatic resistance training on symptoms and quality of life in women with knee osteoarthritis: A secondary analysis. Scand J Med Sci Sports 2020; 30(6): 1064-72.
56. Mattos F, Leite N, Pitta A, Bento PC. Effects of aquatic exercise on muscle strength and functional performance of individuals with osteoarthritis: A systematic review. Rev Bras Reumatol Engl Ed 2016; 56(6): 530-42.

DOI: 10.48305/jrrs.2023.42112.1076 Published by Vesnu Publications

The Effectiveness of Eight Weeks Neuromuscular Exercises in the Water Environment on Knee Muscles Electrical Activity in Middle-age Female with Grade Two and Three Knee Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial

Sahar Khaje[1], Abdolhamid Daneshjoo[2], Mansour Sahebozamani[3], Fatemeh Karimi Afshar[4],

Original Article

Abstract

Introduction: Knee osteoarthritis (KOA) is one of the most prevalent diseases in middle-age women. Considering the positive effects of neuromuscular exercises, this study investigated the effect of water-based neuromuscular exercises on the knees' muscle strength of women with second and third grade knee osteoarthritis (OA).

Materials and Methods: 24 women with KOA, divided into two groups with second and third degree of KOA. All the subjects completed the electromyography test of maximum isometric voluntary muscle contraction, electrical activity of muscles in the biceps femoris, vastus lateralis, gluteus medius, and adductor longus. All the tests were repeated in the post-test. The Data were analyzed using mixed repeated measure ANOVA.

Results: The results indicated that the interaction effect of the group did not have significant changes in the biceps femoris, vastus lateralis, adductor longus and gluteus medius muscles. In addition, pairwise comparisons showed a significant difference between pre- and post-training therapy for the biceps femoris and vastus lateralis in both groups ($P = 0.001$) and gluteus medius in the second group ($P = 0.030$). However, no significant difference was observed in the adductor longus muscle in the second and third grade groups and the gluteus medius in the third grade group ($P < 0.050$).

Conclusion: It can be concluded that the implementation of the water-based neuromuscular exercises caused a significant improvement in the strength of the biceps femoris, vastus lateralis muscles in elderly women with second- and third-degree KOA. However, despite the improvement in the strength of the gluteus medius and adductor longus muscles, it was not significant. It can be suggested to use neuromuscular exercises during more weeks and with more difficulty levels of exercise elements to improved knee muscles strength among elderly women with KOA.

Keywords: Osteoarthritis; Knee; Hydrotherapy; Electromyography; Middle-age

Citation: Khaje S, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Karimi Afshar F. **The Effectiveness of Eight Weeks Neuromuscular Exercises in the Water Environment on Knee Muscles Electrical Activity in Middle-age Female with Grade Two and Three Knee Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial.** J Res Rehabil Sci 2023; 19.

Received date: 30.01.2023 Accept date: 06.03.2023 Published: 04.04.2023

1- PhD Candidate, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2- Associate Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3- Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
4- Assistant Professor, Department of Sport Medicine, School of Medical Sciences, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
Corresponding Author: Sahar Khaje; PhD Candidate, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, School of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran; Email: saharkhaje@sport.uk.ac.ir