

تأثیر شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی بر درد، حس عمقی و تعادل زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا

ابوذر سعادتیان^{۱*} (Ph.D)، سعیده لقمانی^۲ (M.Sc)، امید کاظمی^۱ (Ph.D)

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۲- دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان (واحد خوراسگان)، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۹

a.saadatian@yu.ac.ir

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۷۷۳۰۲۸۰۰

چکیده

هدف: شرکت در فعالیتهای ورزشی با این که اثرات مطلوبی برای افراد دارد اما می تواند منجر به ایجاد آسیب های مختلفی در ورزشکاران گردد. لذا، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی بر درد، حس عمقی و تعادل زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا بود.

مواد و روش ها: در این پژوهش نیمه تجربی تعداد ۲۴ زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا با دامنه سنی ۱۷ تا ۲۳ سال به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. در پیش آزمون، میزان درد، تعادل ایستا و پویا و حس عمقی میچ پا با استفاده از شاخص بصری درد، آزمون تعادلی لک لک، آزمون تعادلی Y و آزمون خطای بازسازی زاویه اندازه گیری شد. سپس آزمودنی های گروه تجربی تمرینات را به مدت ۶ هفته انجام دادند. پس از اتمام تمرینات پس آزمون مشابه با پیش آزمون اجرا شد.

یافته ها: نتایج تحقیق نشان داد پس از شش هفته تمرین عصبی عضلانی بین گروه کنترل و تجربی در پس آزمون متغیرهای درد، تعادل ایستا، تعادل پویا و حس عمقی تفاوت معناداری وجود دارد ($P \leq 0.05$). همچنین نتایج آزمون تی هم بسته نشان داد بین پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای درد، تعادل ایستا، تعادل پویا و حس عمقی پس از شش هفته تمرین عصبی-عضلانی تفاوت معناداری وجود دارد ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق می توان استفاده از تمرینات عصبی عضلانی جهت کاهش درد و بهبود تعادل و حس عمقی به زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا را پیشنهاد کرد.

واژه های کلیدی: تمرین درمانی، مدیریت درد، ثبات مرکزی، آسیب های ورزشی

مقدمه

کمپارتمان و سندرم تنش داخلی تیبیا می باشد که سندرم تنش داخلی تیبیا نسبت به دو شکل دیگر درد در پا شیوع بیشتری دارد [۴]. اولین بار سندرم تنش داخلی تیبیا به عنوان مجموعه ای از علائم مشاهده شده در ورزشکارانی که از درد تمرینی در لبه پشتی-داخلی درشت نی شکایت داشتند، تعریف شد. این آسیب در دوندۀها و سربازان بسیار شایع است [۳]. طبق گزارش ها، میزان شیوع این آسیب در میان دوندۀها بین ۱۳/۲ تا ۱۷/۳ درصد بوده و بیش تر از ۲۲ درصد از آسیب های رقاصان را شامل می شود [۳].

اغلب مطالعاتی که به علت شناسی بروز سندرم تنش داخلی تیبیا پرداخته اند عوامل بروز سندرم تنش داخلی تیبیا را تکنیک ورزشی ضعیف، گرم کردن نامناسب، افزایش سریع شدت تمرین، فعالیت بیش از حد یا پرکاری، تمرین بر روی

شرکت در فعالیتهای ورزشی با این که اثرات مطلوبی برای افراد دارد اما می تواند منجر به ایجاد آسیب های مختلفی در ورزشکاران گردد [۱]. علاوه بر این آسیب های اندام تحتانی شایع ترین آسیب ها هستند و بیش از ۶۰ درصد از بار آسیب کلی در ورزشکار جوان را به خود اختصاص می دهند [۱]. در ورزشکاران دو و میدانی میزان شیوع بالایی از آسیب های زانو و آسیب های ناشی از اضافه بار مشاهده می شود [۲]. یکی از اختلالات شایع در ورزشکاران رشته دو و میدانی سندرم تنش داخلی تیبیا است. این عارضه یکی از چند آسیب شایع ناشی از پرکاری بخش تحتانی پا است که به عنوان درد تمرینی پا یا سندرم تنش داخلی تیبیا معروف است [۳]. سه شکل معمول درد پا شامل استرس فراکچر، سندرم

عضلانی (Neuromuscular) به عنوان یک برنامه چندجزئی پیشنهاد شده است [۱۲،۱۱] که توسعه مهارت‌های حرکتی (پرش، فرود، دویدن و غیره) را با ظرفیت‌های حرکتی (قدرت، استقامت، چابکی و تعادل) از طریق تمرینات پلايومتریکی و تحمل وزن ادغام می‌کند [۱۳] و به عنوان روشی برای پیشگیری و درمان آسیب استفاده می‌شود [۱۲]. با توجه به اثرگذاری فعالیت عضلات پلانترفلکسور و برهم‌خوردگی نسبت قدرت عضلات اینورتور به اورتور در بروز آسیب سندرم تنش داخلی تیبیا به نظر می‌رسد که به هم‌خوردگی کنترل عصبی عضلانی به عنوان یک عامل مهم در به‌کارگیری مناسب عضلات در بروز سندرم تنش داخلی تیبیا اثرگذار باشد [۱۴]. تحقیقات بیان کرده‌اند که کنترل عصبی عضلانی مناسب می‌تواند باعث به‌کارگیری مناسب عضلات و ایجاد هماهنگی مناسب بین آن‌ها شده و در درمان آسیب‌های ورزشی مفید باشد [۱۴]. با این حال، مطالعات اپیدمیولوژیک کمی جمعیت ورزشکاران زن دو و میدانی را پوشش داده است. با توجه به اهمیت سلامتی اندام تحتانی در ورزشکاران رشته دو و میدانی جهت کسب نتایج مطلوب و هم‌چنین شیوع بالای سندرم تنش داخلی تیبیا ساق پا در این رشته ورزشی، انجام مطالعات مختلف در جهت شناسایی مناسب‌ترین تمرین برای رفع درد ناشی از این اختلال و به دنبال آن بهبود عملکرد ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، مطالعه حاضر در پی بررسی اثر شش هفته تمرین عصبی عضلانی بر میزان درد، حس عمقی و تعادل زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر با توجه به اعمال مداخله، داشتن گروه کنترل و انتخاب شرکت‌کنندگان، از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بین گروهی بود. جامعه آماری این مطالعه دختران فعال در رشته دو و میدانی با دامنه سنی ۱۷ تا ۲۳ سال مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا بود که حداقل ۳ سال سابقه تمرین حرفه‌ای در رشته دوومیدانی را داشتند. نرم‌افزار G.Power نسخه ۳،۱،۷ قدرت آماری ۸۰ درصد به همراه سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵، تعداد ۲۴ آزمودنی را پیشنهاد کرد. ۲۴ آزمودنی مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا به صورت هدفدار و داوطلبانه و با توجه به معیارهای ورود و خروج از تحقیق انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل زن بودن، داشتن حداقل سه سال سابقه ورزش حرفه‌ای در رشته دوومیدانی، قرار گرفتن در دامنه سنی ۱۷ تا ۲۳ سال و ابتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا بود.

سطح سخت ناهموار، راستای نامناسب اسکلتی، عدم تعادل عضلانی و انعطاف‌پذیری ضعیف عضلات ساق پا گزارش کرده‌اند [۵،۴]. عدم تعادل عضلانی و اختلال راستای اندام تحتانی در بین همه عوامل ذکر شده به عنوان شناخته‌ترین و شایع‌ترین دلایل بروز سندرم تنش داخلی تیبیا در ورزشکاران گزارش شده است [۵]. نتایج تحقیقات در مورد عوامل بروز سندرم تنش داخلی تیبیا متناقض هستند و در حالی که برخی تحقیقات افزایش افت استخوان ناوی را عامل بروز آسیب سندرم تنش داخلی تیبیا گزارش کرده‌اند، برخی دیگر تنها جنسیت، شاخص توده بدنی و نسبت قدرت عضلات اینورتور به اورتور را دلیل بروز این آسیب گزارش کرده‌اند و عواملی چون افت ناوی و مدت زمان فعالیت را دلیل بروز این آسیب گزارش نکرده‌اند [۵،۴]. بر اساس نظریه تراکشن که برای اولین بار در دهه ۸۰ مطرح شد، سندرم تنش داخلی تیبیا ناشی از پیوستیت است که در نتیجه نیروی تراکشنی اعمال شده توسط عضلات پلانترفلکسور و اینورتورهای مچ پا بر روی تیبیا اتفاق می‌افتد [۶]. مطابق با نظریه‌ای دیگر، سندرم تنش داخلی تیبیا به احتمال زیاد ناشی از اضافه بار استخوانی است. بر اساس نظریه اضافه بار استخوانی، سندرم تنش داخلی تیبیا یک آسیب پرکاری استخوانی محسوب می‌شود که در اثر میکروآسیب‌های استخوانی و اختلال در رمودلینگ استخوان اتفاق می‌افتد [۷].

معمولاً مطالعاتی که عوامل خطر سندرم تنش داخلی تیبیا را بررسی کرده‌اند، در درجه اول عوامل اینترنسیک و بیومدیكال هم‌چون جنسیت زن، سابقه قبلی سندرم تنش داخلی تیبیا، تجربه کم‌تر دویدن، استفاده از اورتوز، شاخص توده بدنی بالا، پرونیشن بیش از حد پا، افزایش دامنه حرکتی پلانترفلکشن مچ پا و افزایش دامنه حرکتی چرخش خارجی مفصل ران را به عنوان فاکتورهای خطر بروز سندرم تنش داخلی تیبیا گزارش کرده‌اند [۸]. مجموعه این شواهد نشان می‌دهد که تمرکز بر اصلاح عوامل خطر می‌تواند جهت درمان و پیشگیری از بروز سندرم تنش داخلی تیبیا بسیار مهم باشد [۹]. از آن‌جا که این عارضه منجر به محدودیت حرکتی و ناتوانی در انجام فعالیت و از دست رفتن کارایی و ضعف عضلانی می‌گردد، اهداف درمانی در این بیماران شامل کاهش درد و تسهیل عملکرد می‌باشد [۱۰]. شواهد محدودی در ادبیات پیشینه از یک روش درمانی خاص به عنوان رایج‌ترین درمان برای سندرم تنش داخلی تیبیا حمایت می‌کنند و درمان‌ها شامل کرایوتراپی، تمرینات کششی و تقویتی، داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی و تنظیم برنامه‌های تمرینی است که بسته به فرد اثرات متفاوتی دارند. تمرین عصبی-

به مقدار دردی ناشی از لمس که در ۲۴ ساعت گذشته تجربه کرده‌اند دور استیکرهایی که روی خطکش بود و بیان‌کننده شدت درد است خط می‌کشند، سپس با اندازه‌گیری نقطه مورد نظر شدت درد بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اعداد در بازه ۱۰-۰ میلی‌متر نشان‌دهنده عدم درد، ۳۰-۱۰ میلی‌متر نشان‌دهنده درد ملایم، ۶۰-۴۰ میلی‌متر نشان‌دهنده درد متوسط و ۱۰۰-۷۰ میلی‌متر نشان‌دهنده درد شدید می‌باشد. روایی (۰/۹۱-۰/۶۲) و پایایی (۰/۹۴-۰/۹۵) برای این آزمون اعلام شده است [۱۸].

ارزیابی تعادل ایستا. برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون ایستادن روی یک پا یا آزمون لک استفاده شد. آزمودنی کفش‌های خود را بیرون آورده و دست‌های خود را در بغل چسبانده بود. سپس یک پای خود را از ناحیه زانو خم کرده و پنجه پای خود را به روی زانوی پای دیگر قرار داد. سپس آزمودنی پاشنه پای دیگر که بر زمین است را از زمین جدا کرده و بر روی یک پا تعادل خود را حفظ کرد. زمان سنج وقتی شروع به کار می‌کرد که پاشنه از زمین بلند می‌شد و وقتی متوقف می‌شد که یکی از این خطاها بروز کند: دست‌ها از بغل جدا شود، پایی که روی زانو است از زانو جدا شده، پایی که وزن را تحمل می‌کند نامتعادل می‌شد، پاشنه پای تحمل‌کننده وزن با زمین تماس پیدا می‌کرد [۱۹].

ارزیابی تعادل پویا. برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون تعدیل‌یافته تعادل Y استفاده شد. روش اجرای آزمون به این صورت بود که آزمودنی نسبت به اجرای آزمون از طریق توضیحات محقق آگاه شده و دفعاتی را به عنوان تمرین قبل از اجرای اصلی انجام داد. سپس در اجرای اصلی، آزمودنی‌ها بر روی یک پای خود در مرکز تقاطع خط‌ها ایستاده، هم‌زمان با ایستادن روی یک پا از آزمودنی خواسته شد تا با پای آزاد خود در مسیرهای قدامی، خلفی، خلفی خارجی دستیابی‌هایی را داشته باشد. طریقه اجرای آزمون به این صورت بود که فرد در صورت راست پا بودن روی پای راست خود ایستاده و سه بار عمل دستیابی را در مسیر قدامی انجام داد و سه بار عمل دستیابی چپ پا بودن روی پای چپ ایستاده و سه بار عمل دستیابی را در مسیر قدامی انجام می‌داد، این روش در مسیرهای خلفی و خلفی خارجی نیز تکرار شد. در این آزمون طول پای افراد بر فاصله دستیابی آن‌ها اثرگذار است. همان‌طور که گفته شده جهت نرمال‌سازی این آزمون میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شده تا متغیر وابسته، محاسبه شده و فاصله دستیابی به‌عنوان درصدی از اندازه طول پا به دست آید [۲۰].

روش ارزیابی حس عمقی مچ پا

وجود آسیب‌های رباطی و مینیسکی زانو، وجود آسیب‌های عضلانی در زانو و ساق پا، غیبت در بیش از سه جلسه تمرین، ایجاد آسیب در طول دوره تمرین و عدم تمایل به ادامه همکاری از جمله معیارهای خروج از تحقیق بودند. تمامی شرکت‌کنندگان با پر کردن فرم رضایت‌نامه در تحقیق شرکت کردند. ابتدا اطلاعات دموگرافیک افراد شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و سابقه ورزشی آن‌ها ثبت شد. سپس با توجه به معیارهای همسان‌سازی از نظر درجه و نیز ابعاد آنتروپومتریکی شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی ساده به دو گروه ۱۲ نفره (کنترل و تمرینی) تقسیم شدند. گروه تجربی تمرینات عصبی عضلانی را به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هر هفته) دریافت کردند و گروه کنترل بدون مداخله به فعالیت‌های روزمره و ورزشی خود ادامه دادند. لازم به ذکر است این پژوهش دارای کد اخلاق IR.IAU.KHUISF.RES.1401.088 تأیید شده در تاریخ ۱۴۰۱/۰۳/۰۹ و شماره ثبت کارآزمایی بالینی IRCT20220830055829N1 مورخ ۱۴۰۱/۰۷/۰۲ می‌باشد.

روش ارزیابی سندرم تنش داخلی تیبیا. در این تحقیق سندرم تنش داخلی تیبیا به عنوان درد در امتداد لبه خلفی-استخوان درشت‌نی که در اثر تمرین و ورزش شروع می‌شود تعریف می‌شود [۱۵]. برخی معیارهای تشخیص و انتخاب سندرم تنش داخلی تیبیا به شرح زیر هستند. دردی که در اثر ورزش ایجاد شده و برای چند ساعت یا چند روز بعد از ورزش به طول می‌انجامد. محل بروز درد در لبه خلفی استخوان درشت‌نی باشد. سابقه‌ای از پارستزی و یا دیگر علائم نشان‌دهنده بروز درد ساق پا وجود نداشته باشد [۱۶]. محدوده بروز درد در حین لمس باید حداقل بیش از ۵ سانتی‌متر باشد. لمس لبه خلفی- استخوان درشت‌نی تولید ناراحتی می‌کند که دارای ماهیت منتشرشونده بوده و تنها به لبه خلفی- این استخوان محدود می‌شود. در محدوده‌ای از استخوان درشت‌نی که ناراحتی یا درد وجود دارد، ممکن است سطح استخوان ناهموار نیز باشد [۱۷]. تمامی این علائم توسط یک فیزیوتراپ در آزمودنی‌ها ارزیابی شد و پس از تأیید ایشان فرد به عنوان ورزشکار مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا ساق پا شناسایی شد.

اندازه‌گیری بصری شدت درد. در این مطالعه برای اندازه‌گیری درد ساق پا از مقیاس بصری درد استفاده شد. مقیاس بصری درد شکل یک خط کش به طول ۱۰۰ میلی‌متر است، که در آن عدد صفر بیانگر عدم وجود درد و عدد ۱۰ بیانگر حداکثر مقدار درد می‌باشد. آزمودنی‌ها هر کدام با توجه

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|
| ۵ ست در ۱ دقیقه | پرش چندگانه روی نردبان | سوم |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پلاتنارفلکشن پا | |
| ۲ دقیقه | تست Y-Balance در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | |
| ۲ تکرار ۲۰ ثانیه (نگه دارید) | پلانک از پشت با اکستنشن متناوب پا روی توپ سوئیسی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | سوپرمن روی توپ سوئیسی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | لانچ به جلو | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | لانچ جانبی | |
| ۱ ست در ۱۰ تکرار | لیفت مرده رومانیایی تک پا | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پلاتنارفلکشن روی یک پا | |
| ۲ دقیقه | تست Y-Balance در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | سوپرمن روی توپ سوئیسی | چهارم |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پلانک از پهلو | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | لانچ های جلو پرش | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | هیپ تراست (بدون هالتز) | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | همسترینگ نوردیک با جعبه | |
| ۱ ست در ۱۰ تکرار | هاپینگ جانبی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | |
| ۲ دقیقه | تست Y-Balance روی بوسوبال در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پلانک جانبی با ابداکشن پا | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | لانچ های جلو پرش | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | هیپ تراست (با هالتز) | پنجم |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | همسترینگ نوردیک | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | کرانچ شکم با توپ مدیسن بال | |
| ۱ ست در ۱۰ تکرار | هاپینگ جانبی تک پا | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | |
| ۲ دقیقه | تست Y-Balance روی بوسوبال در جهت قدامی، خلفی میانی و خلفی جانبی | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پلانک جانبی با ابداکشن پا و بازو | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | لانچ های جلو پرش | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | اسکات پرش | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | هیپ تراست (بدون هالتز) | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | همسترینگ نوردیک روی بوسوبال | ششم |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | پرش تک پا | |
| ۲ ست در ۲۰ تکرار | بالا بردن یک طرفه ساق پا با دمبل | |
| ۱ ست در ۱۰ تکرار | پرش فرود روی مانع و دوی سرعت | |

در این مطالعه برای ارزیابی حس عمقی از آزمون خطای بازسازی زاویه استفاده شد. از گونیامتر یونیورسال برای اجرای این آزمون اجرا شد. برای شروع مچ پای آزمودنی در زاویه ۱۰ درجه دورسی فلکشن برده شده و ۵ ثانیه در این زاویه ثابت نگه داشته شد. سپس پا به حالت اول برگشت و از آزمودنی خواسته شد زاویه مورد نظر را با چشمان بسته بازسازی کند. این تست سه بار اجرا می‌شد و میانگین میزان خطا بر حسب درجه با گونیامتر ثبت شد [۲۱].

برنامه تمرینی عصبی-عضلانی. تمرینات عمومی ورزشکاران شامل تمرینات بی‌هوازی (مثلاً دوی سرعت کوتاه، دوی‌های فنی، تمرینات دوی‌دن)، تمرینات قدرتی و هوازی (مانند دوی‌های شدید/فشرده تمپو، تمرینات دایره‌ای قلبی-عروقی) بود. تمرینات قدرتی عمدتاً بر روی تمرینات با وزنه آزاد (مانند اسکات، لانچ، ددلیفت، پرس نیمکت) متمرکز است. در برنامه تمرینی عصبی عضلانی از ورزشکاران خواسته شد برنامه پیش فصل دوومیدانی معمولی خود را دنبال کنند و پس از ۱۰ دقیقه استراحت، تمرین عصبی عضلانی را در پایان هر جلسه (هفته‌های ۱ تا ۶) تکمیل کنند. دوره مداخله شش هفته و شامل سه جلسه آموزش هفتگی بود. مدت زمان هر جلسه تمرین ۳۰ دقیقه است. این مدت تمرین قبلاً به عنوان زمان مناسب برای تمرین عصبی عضلانی نشان داده شده است. در جدول ۱ تمرینات تکمیل شده در طول تمرین NM را نشان می‌دهد [۲۲]. در تمامی جلسات تمرین گرم کردن قبل از تمرین عصبی-عضلانی اعمال شد. همچنین در تمامی حرکات استراحت بین ست ۶۰ ثانیه و استراحت پایان ست ۹۰ ثانیه در نظر گرفته شد.

جدول ۱. پروتکل تمرینات عصبی-عضلانی

| هفته | تمرین | ست و تکرار |
|------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| اول | پلانک از جلو | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | پلانک از پشت | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | پلانک از پهلو | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | حرکت دست و پای مخالف در وضعیت چهار دست و پا | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | اسکات دیوار با توپ درمانی | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | پلانک به پشت با اکستنشن متناوب پا | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| دوم | سوپرمن | ۲ ست در ۲۰ تکرار |
| | کرانچ متقاطع | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |
| | نگه داری استپ | ۲ تکرار ۲۰ ثانیه ای (نگه دارید) |

تجزیه و تحلیل آماری. تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از مقادیر میانگین و انحراف معیار برای توصیف وضعیت نمونه، و در سطح استنباطی جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. در متغیرهای نرمال جهت بررسی آزمون فرضیه از آزمون‌های آماری آنکوا و تی هم‌بسته استفاده شد. همچنین تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

| | | ۵۸/۶۷ ± ۳/۷۰ | تمرینی | (کیلوگرم) |
|------|-------|--------------|--------|--------------------------------------|
| ۰/۶۹ | -۰/۴۰ | ۲۱/۷۳ ± ۱/۲۳ | کنترل | شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) |
| | | ۲۱/۹۲ ± ۰/۹۹ | تمرینی | |
| ۰/۰۶ | -۱/۹۱ | ۵/۰۸ ± ۱/۳۴ | کنترل | سابقه ورزشی (سال) |
| | | ۶/۰۸ ± ۱/۳۱ | تمرینی | |

نتایج حاصل از جدول ۳ در تعیین بررسی تفاوت‌های درون گروهی نشان داد به دنبال شش هفته اعمال تمرینات عصبی عضلانی تفاوت معنی‌داری در متغیرهای درد ($P=۰/۰۰۱$)، تعادل ایستا ($P=۰/۰۰۳$)، نمره کل تعادل پویا و جهت‌های آن ($P \leq ۰/۰۱$) و حس عمقی ($P=۰/۰۰۲$) وجود دارد. همچنین نتایج تحقیق نشان‌دهنده وجود تفاوت بین گروهی در متغیرهای درد ($P=۰/۰۰۱$)، تعادل ایستا ($P=۰/۰۰۲$)، نمره کل تعادل پویا ($P=۰/۰۰۱$) و جهت‌های آن ($P \leq ۰/۰۱$) و حس عمقی ($P=۰/۰۰۴$) بود.

نتایج
اطلاعات مربوط به مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل در مقایسه ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نشان داد دو گروه از نظر ویژگی‌های فردی همگن هستند. با توجه به نرمال بودن داده‌ها که با آزمون شاپیروویلک مشخص شد و همچنین برقراری تجانس واریانس که با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت از آزمون تحلیل کوواریانس و تی هم‌بسته جهت بررسی تاثیر تمرین و مقایسه گروه‌ها استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شد.

جدول ۲. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌های تحقیق

| P | T | انحراف استاندارد ± میانگین | گروه | شاخص اندازه گیری |
|------|-------|----------------------------|--------|------------------|
| ۰/۲۵ | -۱/۱۷ | ۱۹/۰۰ ± ۱/۷۶ | کنترل | سن (سال) |
| | | ۲۰/۰۰ ± ۲/۳۷ | تمرینی | |
| ۰/۰۹ | -۱/۷۶ | ۱/۵۴ ± ۰/۰۳ | کنترل | قد (متر) |
| | | ۱/۶۰ ± ۰/۰۳ | تمرینی | |
| ۰/۱۷ | -۱/۴۱ | ۵۹/۵۰ ± ۳/۸۰ | کنترل | وزن |

جدول ۳. نتایج آزمون‌های کوواریانس و تی هم‌بسته

| d | تفاوت بین گروهی | | | تفاوت درون گروهی | | | | گروه | متغیر |
|-------|-----------------|-------|-----------|------------------|--------|---------------|--------------|--------|---------------------------|
| | P | F | میانگین ن | P | T | پس آزمون | پیش آزمون | | |
| ۰/۶۲ | ۰/۰۰۱** | ۳۴/۴۲ | ۵/۱۹ | ۰/۱۹ | ۱/۳۹ | ۵/۳۳ ± ۰/۶۵ | ۵/۵۸ ± ۰/۵۱ | کنترل | درد |
| | | | ۳/۶۳ | ۰/۰۰۱** | ۸/۸۶ | ۳/۵۰ ± ۰/۷۹ | ۵/۱۶ ± ۰/۷۱ | تمرینی | |
| ۰/۳۶ | ۰/۰۰۲** | ۱۱/۸۲ | ۹/۹۸ | ۰/۱۸ | -۱/۴۰ | ۹/۵۶ ± ۱/۴۴ | ۹/۳۹ ± ۱/۴۱ | کنترل | تعادل ایستا |
| | | | ۱۱/۳۱ | ۰/۰۰۳** | -۳/۸۰ | ۱۱/۷۳ ± ۱/۸۱ | ۱۰/۳۹ ± ۱/۸۱ | تمرینی | |
| ۰/۳۲ | ۰/۰۰۴** | ۱۰/۲۵ | ۵۳/۵۱ | ۰/۱۲ | -۱/۶۴ | ۵۵/۴۹ ± ۱۰/۷۴ | ۵۳/۹۱ ± ۹/۹۲ | کنترل | جهت قدمی تعادل پویا |
| | | | ۵۹/۳۶ | ۰/۰۰۱** | -۵/۰۸ | ۵۷/۳۸ ± ۱۰/۶۵ | ۴۹/۹۷ ± ۹/۶۲ | تمرینی | |
| ۰/۳۵ | ۰/۰۰۳** | ۱۱/۷۱ | ۷۶/۱۶ | ۰/۰۷ | -۲/۰۰ | ۷۵/۴۵ ± ۹/۱۵ | ۷۲/۶۴ ± ۸/۶۰ | کنترل | جهت خلفی داخلی تعادل پویا |
| | | | ۸۰/۹۰ | ۰/۰۰۱** | -۶/۸۳ | ۸۲/۶۱ ± ۹/۱۳ | ۷۵/۹۷ ± ۸/۰۴ | تمرینی | |
| ۰/۷۲ | ۰/۰۰۱** | ۵۴/۴۸ | ۷۵/۳۷ | ۰/۳۷ | -۰/۹۱ | ۷۶/۳۲ ± ۷/۹۱ | ۷۵/۹۵ ± ۸/۱۱ | کنترل | جهت خلفی خارجی تعادل پویا |
| | | | ۷۸/۹۷ | ۰/۰۰۱** | -۱۳/۵۸ | ۷۸/۰۸ ± ۸/۴۵ | ۷۳/۹۹ ± ۸/۷۹ | تمرینی | |
| ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱** | ۴۰/۷۶ | ۶۸/۳۳ | ۰/۰۲* | -۲/۶۴ | ۶۸/۷۵ ± ۶/۳۶ | ۶۷/۵۰ ± ۶/۱۶ | کنترل | نمره کل تعادل پویا |
| | | | ۷۳/۰۹ | ۰/۰۰۱** | -۱۰/۹۲ | ۷۲/۶۷ ± ۴/۷۳ | ۶۶/۶۴ ± ۴/۵۴ | تمرینی | |
| ۰/۳۳ | ۰/۰۰۴** | ۱۰/۵۷ | ۱/۹۷ | ۰/۵۸ | ۰/۵۶ | ۲/۰۰ ± ۰/۶۰ | ۲/۰۸ ± ۰/۶۶ | کنترل | حس عمقی مچ |
| | | | ۱/۲۷ | ۰/۰۰۲** | ۴/۱۸ | ۱/۲۵ ± ۰/۷۵ | ۲/۰۰ ± ۰/۷۳ | تمرینی | |

* معنی داری در سطح ۰/۰۵، ** معنی داری در سطح ۰/۰۱

پس آزمون متغیرهای تحقیق بین گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات شمسی ماجلان و ده چشمه (۲۰۲۰) [۲۳]، فوگارتی (۲۰۱۵) [۲۴]، کورتس (۲۰۲۰) [۲۵]، مندز و همکاران (۲۰۲۱) [۲۲]، نیوشان و همکاران (۲۰۱۲) [۲۶] و شاه‌پسند و همکاران (۲۰۱۶) [۲۷] همسو بود.

یکی از دلایل کاهش درد احتمالا اثرات ناشی از استفاده از تمرینات عصبی عضلانی بوده که شامل تمرینات مرتبط با

بحث و نتیجه‌گیری
هدف تحقیق حاضر بررسی اثر شش هفته تمرینات عصبی-عضلانی بر درد، تعادل و حس عمقی زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیپا ساق پا بود. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد، پس از شش هفته تمرین عصبی-عضلانی میزان درد کاهش یافته و تعادل ایستا، تعادل پویا و حس عمقی آزمودنی‌ها بهبود یافت. همچنین نتایج نشان داد در

برنامه‌ریزی و اجرای حرکت استفاده می‌کند [۳۸]. درگیری حسی عصب تیبیا بدون شک به حس موقعیت مفاصل پا و کنترل حرکتی از طریق تحریک عضلات تیبیالیس خلفی و فلکسور هالوسیس لانگوس کمک می‌کند [۳۹]. علاوه بر این بر اساس پیشینه، قدرت مچ پا عامل مهمی است که بر تنظیم حسی حرکتی در هنگام ایستادن و تعادل از طریق تأثیر آن بر گیرنده‌های عضلانی و تاندون پا و مچ پا که شامل گیرنده‌های پوستی کف پا می‌شود، تأثیر می‌گذارد [۴۰].

این عوامل ممکن است با کاهش آستانه جذب واحد حرکتی و تغییر تحریک‌پذیری نورون حرکتی [۴۱] باعث توسعه عملکرد عضلانی شده باشند. بنابراین امکان فعال‌سازی پویا در طول تغییرات مختلف حرکت پا را فراهم می‌کنند [۴۲]. در زمینه تأثیر تمرین بر تعادل مطالعات به وجود ارتباط بین این دو متغیر اشاره کردند، زیرا فعال شدن عضلات اندام تحتانی ارتباط نزدیکی با توانایی تعادل و توانایی کنترل وضعیت بدنی دارد [۴۳]. از دلایل دیگر بهبود تعادل و حس عمقی می‌تواند وجود تمرینات مرتبط با ثبات مرکزی در برنامه تمرینی باشد [۴۴]. از آنجا که فعالیت عضلات ناحیه مرکزی قبل از حرکت عضو، واکنش فیدفوراردی پاسجری از سوی سیستم عصبی مرکزی می‌باشد که از اختلالات پوسچرال جلوگیری می‌کند و در تنظیم تعادل مشارکت دارد، بنابراین تمرینات ثبات مرکزی منجر به بهبودی پیش‌بینی فعالیت (هماهنگی عصب و عضله) و در نتیجه کاهش اختلال در جابه‌جایی و نوسان مرکز ثقل می‌شود [۴۵]. تمام قسمت‌های بدن از طریق زنجیره حرکتی، عضلات و فاشیا ارتباط دارند، لذا، انجام تمرینات ثبات مرکزی باعث بهبود ورودی‌های حس عمقی ناحیه کمری _ لگنی می‌شود و به دنبال آن نوسان در ناحیه خارجی مچ پا کاهش می‌یابد [۴۶]. به نظر می‌رسد که هماهنگی حرکات پوسچرال هنگام حفظ تعادل را فقط عضلاتی که حول مفصل هستند تعیین نمی‌کنند بلکه عضلات ساق و تنه نیز از طریق نیروهای متقابل بین سگمنت‌های بدن بر روی مفاصل مجاور به طور غیرمستقیم تأثیر می‌گذارند [۴۷].

در پژوهش حاضر فقط از یک مدل برنامه تمرینی (تمرینات عصبی-عضلانی) استفاده شد که با توجه به گسترده بودن تمرینات اثرگذار بر نارسایی‌های ناشی از آسیب‌های ورزشی، یک محدودیت در این تحقیق محسوب می‌شود. همچنین عدم وجود گروه سالم برای تعیین دقیق‌تر اثر تمرینات عصبی-عضلانی بر فاکتورهایی هم‌چون تعادل و حس عمقی و فقط استفاده از گروه زنان دوندۀ مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر بودند.

تعادل، حس عمقی، قدرت، تقویت ناحیه مرکزی و آموزش الگوی صحیح حرکت در طول تمرینات می‌باشد [۲۸]. پرداختن به عملکرد عضلانی و نقص انعطاف‌پذیری به طور هم‌زمان در کاهش درد ساق پا و بهبود عملکرد ورزشکاران دو و میدانی دارای اهمیت است. در تمرینات عصبی عضلانی بر هماهنگی در قدرت عضلات و تقویت عضلات ضعیف شده با هدف بهبود عملکرد عضلانی تأکید می‌شود [۲۹]. به طور کلی افزایش قدرت عضلانی برای تحرک لازم است و کاهش قدرت عضلانی عاملی برای بروز آسیب‌های ناشی از استفاده مکرر محسوب می‌شود [۳۰]. با توجه به این‌که عدم تعادل عضلانی بین قدرت عضلات اطراف مچ پا شانس آسیب و به دنبال آن افزایش درد را افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد استفاده از تمرینات قدرتی و عصبی-عضلانی با هدف رفع این عدم تعادل عضلانی در گروه‌های عضلانی گفته شده اختلالات عملکردی این بیماران را کاهش داده و منجر به رفع درد می‌شود [۳۱].

در مطالعات مختلفی به تأثیر ناحیه مرکزی بر اندام تحتانی اشاره شده است و بیان شده است که علاوه بر تمرینات اثرگذار بر اندام تحتانی استفاده از تمرینات مرتبط با ناحیه مرکزی نیز ممکن است عاملی در کاهش درد و به دنبال آن بهبود تعادل و حس عمقی در ورزشکاران دوندۀ بوده باشد [۳۲]. انقباض عضلات ناحیه مرکزی در واکنش به حرکت اندام تحتانی و آماده‌سازی تنه قبل از حرکت نامتقارن اندام تحتانی ثابت شده است [۳۳]. به این ترتیب، عضلات مرکزی می‌توانند پایه‌ای پایدار فراهم کنند، که امکان حرکت ایمن و کنترل‌شده در بخش دیستال را فراهم می‌کند و به عنوان یک عامل مهم در حفظ ثبات مفصل پویا در زنجیره جنبشی در طول حرکت در نظر گرفته می‌شود [۳۴] که این الگوی حرکتی مطلوب عاملی در کاهش درد است [۳۵].

تعادل و حس عمقی به دنبال آسیب دچار اختلال می‌گردند. در همین راستا، سیورز (۲۰۲۰) نشان داد ارتباط معنی‌داری بین سندرم تنش داخلی تیبیا و ضعف تعادل وجود دارد [۳۶]. همچنین صدقتی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای که بر روی افراد با و بدون سندرم تنش داخلی تیبیا انجام دادند نشان دادند تفاوت معنی‌داری بین تعادل و حس عمقی این دو گروه وجود دارد؛ به عبارتی ایجاد سندرم تنش داخلی تیبیا می‌تواند منجر به ضعف در تعادل و حس عمقی شود [۳۷]. گیرنده‌های عضلانی که به طور قابل توجهی به حس عمقی پا کمک می‌کنند، از بازخورد حسی در مورد تغییرات طول عضله، حس موقعیت مفصل و سرعت حرکت پشتیبانی می‌کنند. سیستم عصبی مرکزی از این اطلاعات برای

[8] Hamstra-Wright KL, Bliven KC, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015; 49: 362-369.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093462>
PMid:25185588

[9] Naderi A, Bagheri S. A review of the therapeutic and protective effects of kinesio taping and foot orthosis in patients with medial tibial stress syndrome. *Sci J Rehab Med* 2023; 12: 2-17.

<https://doi.org/10.32598/SJRM.12.1.13>

[10] Guo S, Liu P, Feng B, Xu Y, Wang Y. Efficacy of kinesiology taping on the management of shin splints: a systematic review. *Phys Sportsmed* 2022; 50: 369-377.

<https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1949253>
PMid:34176444

[11] Emery CA, Pasanen K. Current trends in sport injury prevention. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2019; 33: 3-15.

<https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.009>

PMid:31431273

[12] Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 413-421.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>

PMid:19952811

[13] Bonato M, Benis R, La Torre A. Neuromuscular training reduces lower limb injuries in elite female basketball players. A cluster randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2018; 28: 1451-1460.

<https://doi.org/10.1111/sms.13034>

PMid:29239030

[14] Chapman AR, Hodges PW, Briggs AM, Stapley PJ, Vicenzino B. Neuromuscular control and exercise-related leg pain in triathletes. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 233-243.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b07e91>

PMid:19927036

[15] Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med* 2013; 4: 229.

<https://doi.org/10.2147/OAJSM.S39331>

PMid:24379729 PMCID:PMC3873798

[16] Hubbard TJ, Carpenter EM, Cordova ML. Contributing factors to medial tibial stress syndrome: a prospective investigation. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 490-496.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b8b98e6>

PMid:19204603

[17] Benner D, Dixon E, Plumley T. The effectiveness of active release therapy on medial tibial stress syndrome. *Logan University* [internet]. Junio 2011.

[18] Rahimi N, Raeisi H. The prevalence of low back pain and its correlation with functional disability, quality of life, and body mass index in military staff. 2015.

[19] Mohammadinia Samakosh H, Shojaedin SS, Hadadnezhad M. Comparison of effect of hopping and combined balance-strength training on balance and lower extremity selected muscles strength of soccer men with chronic ankle instability. *J Gorgan Univ Med Sci* 2019; 21: 69-78. (Persian).

[20] Hamed BS, Aliasghar N. The effect of neuromuscular training program on landing position, balance, range of motion and strength of selected lower limb muscles in athletes with Dynamic Knee Valgus defect. *Iran Rehabil J* 2021; 8: 45-57.

[21] Beyranvand R, Sahebozamani M, Daneshjoo A. The role of ankle and knee joints proprioceptive acuity in improving the elderly balance after 8-week aquatic exercise. *Iran J Ageing* 2018; 13: 372-383.

<https://doi.org/10.32598/sija.13.3.372>

[22] Mendez-Rebolledo G, Figueroa-Ureta R, Moya-Mura F, Guzmán-Muñoz E, Ramirez-Campillo R, Lloyd RS. The protective effect of neuromuscular training on the medial tibial stress syndrome in youth female track-and-field athletes: A clinical trial and cohort study. *J Sport Rehab* 2021; 30: 1019-1027.

در مجموع به نظر می‌رسد که با توجه به وجود درد و ایجاد اختلال در حس عمقی و تعادل افراد مبتلا به سندرم تنش داخلی تیبیا ساق پا، زنان مبتلا به این عارضه با استفاده از تمرینات عصبی-عضلانی می‌توانند علاوه بر کاهش میزان درد ناشی از این آسیب، حس عمقی میچ پا و در نتیجه تعادل ایستا و پویای خود را بهبود دهند که برای ورزشکاران رشته دوومیدانی فاکتورهای بسیار مهم در بهبود عملکرد هستند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از تمامی شرکت‌کنندگان پژوهش کمال سپاس و قدردانی را دارند.

مشارکت و نقش نویسندگان

نویسنده ۱: طراحی ایده پژوهش و اجرای بخش عملی تحقیق، نویسنده ۲ و ۳: تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده و نگارش مقاله. همه نویسندگان نتایج را بررسی نموده و نسخه نهایی مقاله را تایید نمودند.

منابع

[1] Emery CA, Roy TO, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, van Mechelen W. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015; 49: 865-870.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>

PMid:26084526

[2] Lundberg Zachrisson A, Ivarsson A, Desai P, Karlsson J, Grau S. Athlete availability and incidence of overuse injuries over an athletics season in a cohort of elite Swedish athletics athletes-a prospective study. *Inj Epidemiol* 2020; 7: 1-10.

<https://doi.org/10.1186/s40621-020-00239-0>

PMid:32362281 PMCID:PMC7197152

[3] Almeida SA, Trone DW, Leone DM, Shaffer RA, Patheal SL, Long K. Gender differences in musculoskeletal injury rates: a function of symptom reporting? *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 1807-1812.

<https://doi.org/10.1097/00005768-199912000-00017>

PMid:10613432

[4] Balochi RN, Ghiasi EA. A survey of lower extremity alignment in the athletes affected by shin splint. *J Exerc Physiol Appl* 2010; 6: 31-44.

[5] Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med* 2013; 4: 229-241.

<https://doi.org/10.2147/OAJSM.S39331>

PMid:24379729 PMCID:PMC3873798

[6] Winters M, Burr DB, van der Hoeven H, Condon KW, Bellemans J, Moen MH. Microcrack-associated bone remodeling is rarely observed in biopsies from athletes with medial tibial stress syndrome. *J Bone Miner Metab* 2019; 37: 496-502.

<https://doi.org/10.1007/s00774-018-0945-9>

PMid:30066165

[7] Winters M, Bon P, Bijvoet S, Bakker EW, Moen MH. Are ultrasonographic findings like periosteal and tendinous edema associated with medial tibial stress syndrome? A case-control study. *J Sci Med Sport* 2017; 20: 128-133.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.07.001>

PMid:27476374

[35] Earl JE, Hoch AZ. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2011; 39: 154-163.

<https://doi.org/10.1177/0363546510379967>

PMid:20929936

[36] Sievers M. The relationship between lower extremity range of motion, balance, and single-leg hop with prior incidence and occurrence of shin splints in collegiate runners. 2020.

[37] Sedaghati P, Zolghare H, Shahbazi M. The effect of proprioceptive, vestibular and visual changes on posture control among the athletes with and without medial tibial stress syndrome. *Fez* 2019; 23: 68-74. (Persian).

[38] Goble DJ, Coxon JP, Van Impe A, Geurts M, Van Hecke W, Sunaert S, et al. The neural basis of central proprioceptive processing in older versus younger adults: an important sensory role for right putamen. *Hum Brain Mapp* 2012; 33: 895-908.

<https://doi.org/10.1002/hbm.21257>

PMid:21432946 PMCid:PMC6870471

[39] Taira T, Hori T. The role of neurosurgical interventions for control of spasticity in neurorehabilitation: new findings on functional microanatomy of the tibial nerve. *Acta Neurochir Suppl* 2003; 87: 103-105.

https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6081-7_22

PMid:14518534

[40] Jam B. Evaluation and retraining of the intrinsic foot muscles for pain syndromes related to abnormal control of pronation. *Adv Phys Ther Educ Inst* 2006; 21: 1-8.

[41] Pollock RD, Woledge RC, Martin FC, Newham DJ. Effects of whole body vibration on motor unit recruitment and threshold. *J Appl Physiol* 2012; 112: 388-395.

<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01223.2010>

PMid:22096119 PMCid:PMC3289430

[42] Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1523-1528.

<https://doi.org/10.1097/00005768-200209000-00020>

PMid:12218749

[43] Patel M, Gomez S, Lush D, Fransson PA. Adaptation and vision change the relationship between muscle activity of the lower limbs and body movement during human balance perturbations. *J Clin Neurophysiol* 2009; 120: 601-609.

<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.11.026>

PMid:19136294

[44] Mahdi Abadi F, Bagheri S, Hosseini Y. The efficacy of diaphragmatic breathing practice on respiratory function, balance, and quality of life in elderly women. *Koomesh* 2022; 24: 575-583. (Persian).

[45] Mogharrabi-Manzari M., Ghasemi Kahrizsangi G, Negahban H. Comparison of eight-weeks shoulder girdle, pelvic girdle and combined corrective exercises on balance in upper crossed syndrome. *Koomesh* 1400; 23: 510-519. (Persian).

<https://doi.org/10.52547/koomesh.23.4.510>

[46] Manafi H, Aminianfar A. Effect of whole body vibration on ankle joint proprioception and balance in patients with diabetic neuropathy. *Koomesh* 1401; 24: 347-357. (Persian)

[47] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006; 36: 189-198

<https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>

PMid:16526831

<https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0376>

PMid:33883301

[23] Shamsi Majelan A, Fadaei Dehcheshmeh T. A Review on the epidemiology of Medial tibial stress syndrome injuries and the effect of stretching and strength exercise on its improvement (systematic review study). *Razi J Med Sci* 2020; 26: 78-90. (Persian).

[24] Fogarty S. Massage treatment and medial tibial stress syndrome; A commentary to provoke thought about the way massage therapy is used in the treatment of MTSS. *J Bodyw Mov Ther* 2015; 19: 447-452.

<https://doi.org/10.1016/j.ibmt.2014.11.003>

PMid:26118516

[25] Cortés González RE. Successful treatment of medial tibial stress syndrome in a collegiate athlete focusing on clinical findings and kinesiological factors contributing to pain. *Physiother Theory Pract* 2020; 1-8.

<https://doi.org/10.1080/09593985.2020.1802798>

PMid:32757793

[26] Newsham, K.R., M.D. Beekley, and C.A. Lauber, A neuromuscular intervention for exercise-related medial leg pain. *JSR*, 2012. 21(1): p. 54-62.

<https://doi.org/10.1123/jsr.21.1.54>

PMid:22104168

[27] Behm, D.G., K. Anderson, and R.S. Curnew, Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J. Strength Cond*, 2002. 16(3): p. 416-422.

<https://doi.org/10.1519/00124278-200208000-00012>

[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2002\)016<0416:MFAAUS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2002)016<0416:MFAAUS>2.0.CO;2)

[28] Yüksel O, Özgürbüz C, Ergün M, İşlegen Ç, Taskiran E, Denerel N, Ertat A. Inversion/eversion strength dysbalance in patients with medial tibial stress syndrome. *J Sports Sci Med* 2011; 10: 737.

[29] Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, Neal BS, Malliaras P, Franklyn-Miller A, Menz HB. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion. *Br J Sports Med* 2016; 50: 513-526.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095278>

PMid:26884223

[30] Murphy DF, Connolly DA, Beynon BD. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med* 2003; 37: 13-29.

<https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.13>

PMid:12547739 PMCid:PMC1724594

[31] Nilstad A, Andersen TE, Bahr R, Holme I, Steffen K. Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *Am J Sports Med* 2014; 42: 940-948.

<https://doi.org/10.1177/0363546513518741>

PMid:24500914

[32] McGill S. Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention.. *J Strength Cond* 2010; 32: 33-46.

<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181df4521>

[33] Hodges PW, Cresswell AG, Daggfeldt K, Thorstensson A. Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement. *Gait Posture* 2000; 11: 92-101.

[https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(99\)00055-7](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(99)00055-7)

PMid:10899662

[34] Borghuis J, Hof AL, Lemmink KA. The importance of sensory-motor control in providing core stability. *Sports Med* 2008; 38: 893-916.

<https://doi.org/10.2165/00007256-200838110-00002>

PMid:18937521

The effects of six weeks of neuromuscular training on pain, proprioception, and balance in female runners with shin splints

Abouzar Saadatian (Ph.D)^{*1}, Saeede Loghmani (M.Sc)², Omid Kezemi (Ph.D)¹

1- Dept. of Sport Science, Human Sciences Faculty, Yasouj University, Yasouj, Iran

2 - faculty of sport science, Islamic azad university Isfahan (Khorasgan branch), Isfahan. Iran

* Corresponding author. +98 9177302800 a.saadatian@yu.ac.ir

Received: 9 Apr 2023 ; Accepted: 20 Sep 2023

Introduction: Although participating in sports activities has positive effects on people, it can lead to various injuries in athletes. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of neuromuscular exercises on pain, proprioception, and balance in female runners with shin splints.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 24 female runners with shin splints with an age range of 17 to 23 years were randomly divided into two control and experimental groups. In the pre-test, pain level, static and dynamic balance, and ankle proprioception were measured using a visual analog scale, stork balance test, Y balance test, and angle repositioning error test. Then, the subjects of the experimental group performed the exercises for 6 weeks. After completing the exercises, the post-test was performed similar to the pre-test.

Results: The research results showed that after six weeks of neuromuscular exercises, there is a significant difference between the control and experimental groups in the post-test of pain, static and dynamic balance, and proprioception ($P < 0.05$). Also, the results of the correlated t-test showed that there is a significant difference between the pre-test and post-test of pain, static and dynamic balance and proprioception after six weeks of neuromuscular exercises ($P < 0.05$).

Conclusion: According to the results obtained from the research, it is possible to suggest the use of neuromuscular exercises to reduce pain and improve balance and proprioception in female runners with shin splints.

Keywords: Exercise therapy, Pain management, Core stability, Athletic Injuries