



بررسی ۸ هفته تمرینات پیلاتس بر تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران با سابقه کمر درد مکانیکی

سیروس علی زاده^۱، خدیجه ایران دوست^{۲*}، مرتضی طاهری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد کرج
۲. دانشیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
۳. استادیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

دریافت ۷ شهریور ۱۳۹۵؛ پذیرش ۱۵ اسفند ۱۳۹۵

چکیده

هدف و زمینه: کمردرد مزمن از شایع ترین دردهایی است که در اثر عملکرد نادرست، وضعیت های بدنی نامناسب، فشارهای روانی به وجود می آید و روش های مختلف غیر تهاجمی برای بهبود کمر درد توصیه می شود. هدف از انجام تحقیق حاضر، تأثیر ۸ تمرینات پیلاتس بر درد کمر، تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران مبتلا به کمردرد مزمن- مکانیکی بود.

روش بررسی: ۳۶ آزمودنی ورزشکار با کمردرد مزمن- مکانیکی، به صورت تصادفی به دو گروه پیلاتس و کنترل تقسیم شدند. به گروه پیلاتس به مدت ۸ هفته تمرینات پیلاتس داده شد. از مقیاس میزان درد، آزمون تعادل پویا و تعادل ایستا برای ارزیابی آزمودنی ها استفاده شد.

نتایج: داده ها حاکی از آن است که، ۸ هفته تمرین پیلاتس سبب کاهش علائم کلی درد کمر و تسکین علائم روانی درد کمر شده ($p=0/001$) و از طرف دیگر، بهبود افزایش تعادل ایستا و پویا را موجب شد ($p=0/001$).

نتیجه گیری: تمرینات پیلاتس قادر هستند، به طور مؤثری در درمان کمر درد و بهبود تعادل به کار روند. احتمالاً مکانیسم های فیزیولوژیکی سیستم های تعادل به ویژه پروپریوسپتیوها دچار تغییراتی شده، که در نتیجه از حساسیت دقت این گیرنده ها افزایش می یابد که در نتیجه موجبات تقلیل درد و بهبود تعادل را مهیا کرد.

واژگان کلیدی

کمر درد

پیلاتس

تعادل ایستا

تعادل پویا

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی-عضلانی است. تخمین زده شده است که، حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد افراد در طول عمر خود حداقل یک بار آن را تجربه می‌کنند (مانچیکانتی^۱). از چندین دهه قبل، به تمرین و ورزش درمانی برای بیماران کمردرد مورد توجه قرار گرفته است (کاستا^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). در برنامه‌های توانبخشی با رویکرد تمرینی، فرض بر این است که فعالیت بدنی هدفمندانه نه تنها به بهبود عملکرد جسمانی بیمار کمک می‌کند، بلکه در کاهش درد، افزایش قدرت و استقامت عضلانی و تناسب بدنی بیمار نقش قابل توجهی دارد. ورزشکارانی که پس از بازنشستگی، دچار محدودیت در فعالیت‌های بدنی می‌شوند معمولاً دچار اضافه وزن شده که این امر می‌تواند زمینه‌ای برای اختلالات اسکلتی-عضلانی باشد؛ که کمر درد یکی از آنها است. چرا که افزایش وزن و تجمع چربی شکمی می‌تواند زمینه افزایش قوس کمر را ایجاد کند، از طرفی افزایش بالاتنه فشاری مضاعف را به مهره‌های کمری وارد کرده که این امر موجبات کمردرد را مهیا می‌کند. کمردرد مزمن- مکانیکی در ورزشکاران به دلایل مختلف رخ می‌دهد، که یکی از مهم‌ترین عوارض ناشی از آن، اختلال در تعادل بوده که معمولاً باعث کاهش کارایی بدن می‌شود. بنابراین کمردرد و تعادل می‌توانند، ارتباط دوسویه‌ای داشته باشند. با توجه به نتایج مطالعات آناتومیکی و بیومکانیکی، به خوبی مشخص شده که بیماران مبتلا به کمردرد، دارای ضعف و خستگی پذیری بیشتری در عضلات تنه، کاهش قدرت و تحمل عضلات، تغییر مکانیسم‌های کنترل عصبی-عضلانی مؤثر بر ثبات عضلانی تنه می‌شوند (کریس^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). به‌نحوی که مکانیسم‌های فیزیولوژیکی سیستم‌های تعادل به ویژه گیرنده‌های عمقی دچار تغییراتی شده که در نتیجه از حساسیت و دقت این گیرنده‌ها کاسته می‌شود و اطلاعات خطا آمیزی در ارتباط با وضعیت فضایی بدن به ساقه مغز ارسال می‌نمایند. این اطلاعات غیر صحیح موجب دستورات حرکتی نامناسب می‌گردند و متعاقباً بدن از وضعیت طبیعی خارج می‌شود و باعث افزایش نوسانات بیش از حد طبیعی

مرکز ثقل بدن می‌شود (پاتی^۴ و همکاران، ۲۰۱۵). لازم به ذکر است از چند دهه پیش، توجه زیادی به تمرین درمانی در درمان بیماران مبتلا به کمردرد شده است. برخی تحقیقات ورزش‌های عمومی و برخی دیگر، تمریناتی مانند برنامه‌ی تمرینی ویلیامز (فلکشن)، برنامه‌ی تمرینی مک کنزی و تمرینات تقویتی استاتیک ویژه‌ی عضلات مرکزی بدن و ثبات دهنده‌ی ستون فقرات را برای کمردرد مفید دانسته‌اند (سچی^۵ و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین حرکت درمانی با جهت‌گیری تخصصی‌تر در کنترل عصبی-عضلانی می‌تواند مؤثرتر از برنامه‌های عمومی باشد (تائه^۶). به همین علت اخیراً به ورزش‌هایی که هدف آنها بهبود و توسعه‌ی کنترل حسی- حرکتی ستون فقرات کمری و لگن است، توجه بیشتری شده است که تمرینات پيلاتس یکی از آنها است. ورزش پيلاتس، روشی مناسب برای بهبود آگاهی ذهنی بدن و کنترل حرکات وضعیتی است (آندرسون و همکاران، ۲۰۰۰) که شامل حرکات کششی و قدرتی است که در طول دامنه حرکتی مفصل، با یک سرعت کنترل شده همراه با تمرکز و تنفس‌های عمیق انجام می‌شود. بولو^۷ و همکاران (۲۰۱۵)، عنوان کردند روش پيلاتس موجب تقویت عضلات کوچک شده و در نهایت تقویت عضلات بزرگتر را به همراه خواهد داشت؛ به نحوی که فرد ابتدا از طریق کنترل‌ولوژی به شیوه‌ای هدفمند، کنترل کامل جسم خود را در دست گرفته و سپس از طریق تکرار کامل حرکات به شیوه‌ای تدریجی ولی پیشرفت‌کننده، به یک هماهنگی طبیعی دست پیدا می‌کند. این روش تمرینی در وضعیت‌های ایستا (خوابیده، نشسته و ایستاده) و بدون طی مسافت، پرش و جهش انجام می‌گیرد. مزیت این تمرین آن است که اجرای این نوع فعالیت‌ها، خطر بروز آسیب‌های ناشی از صدمات مفصلی و عضلانی را که در اثر اجرای حرکت‌های پرتابی ایجاد می‌شود، را کاهش می‌دهد. در تحقیقات گذشته، اثربخشی تمرینات ثبات‌دهنده عضلات بر بهبود انعطاف‌پذیری (بوتال^۸ و همکاران، ۲۰۰۸)؛ کاهش کمر درد (اوناروسو و همکاران، ۲۰۱۴)؛ بهبود قدرت عضلانی ناحیه کمر (لیزا ماری برناردو^۹، ۲۰۰۷)؛ کاهش وزن

4. Patti

5. Cecchi

6. Tae

7. Bullo

8. Betul

9. Lisa Marie Bernardo

1. Manchikanti

2. Costa

3. Kriese

شامل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن ویژه پيلاتس، ۳۰ دقیقه تمرینات تمرینات پيلاتس پایه شامل تمرینات وضعیتی، شناسایی وضعیت طبیعی، آرام سازی، حرکات کششی و تعادل، حرکات استقامتی، تنفسی و قدرتی و در نهایت ۱۵ دقیقه سرد کردن بود. همچنین هریک از تمرینات پيلاتس شامل چندین مرحله بود، سطح تمرینات در ابتدا مقدماتی و به تدریج با پیشرفت آزمودنی‌ها افزایش می‌یافت. پروتکل تمرینی شامل شش مؤلفه‌ی گرم کردن، تقویت عضلات شکم، کنترل و تحریک‌پذیری ستون مهره، ثبات‌دهندگی جانبی، ثبات‌دهندگی کتف و تقویتی پشت و نیز ثبات دهنده‌گی لگن و استقامتی ران بود و قبل از شروع تمرینات، طرز صحیح دم و بازدم به آزمودنی‌ها آموزش داده شد.

تعداد اجزای تمرینات با توجه به توانایی آزمودنی‌ها ۱۰-۶ تکرار بود و سطح تمرینات از ساده به مشکل طراحی شد (هرینگتون^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). برای اندازه‌گیری تعادل ایستا با چشم باز از تست شارپند رومبرگ (پایایی: با چشم باز ۰/۹۱-۰/۹۰ و با چشم بسته ۰/۷۷-۰/۷۶) استفاده شد (پائولو و همکاران، ۲۰۰۰). این آزمون در سطح سخت به منظور ارزیابی تعادل ایستا انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد، که دست‌هایشان را بر روی کمر قرار داده در حالی که چشم‌های آنها در یک آزمون باز و در آزمون دیگر بسته است. آنها می‌بایست تعادل خود را تا حد امکان بر روی یک پا، ابتدا بر روی پای برتر و سپس بر روی پای غیر برتر حفظ کرده در حالی که زانوی پای آزاد به میزان چهل و پنج درجه خم بود. با فرمان آزمون‌گر در آزمون با چشمان بسته، آزمودنی چشمان خود را بسته و از آن لحظه زمان ثبت می‌شد. زمان ۲۰ ثانیه به‌عنوان حداکثر زمان اجرا در این آزمون در نظر گرفته می‌شد. زمانی که آزمودنی چشمان خود را باز و یا پای آزاد را بر روی زمین قرار می‌داد، یا سطح اتکای خود را بر روی پای تعادل حرکت می‌داد، زمان حفظ تعادل به پایان رسیده و مدت زمان آن ثبت می‌شد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۸). از آزمون SEBT برای سنجش تعادل پویا در ۸ جهت قدامی، قدامی جانبی، قدامی داخلی، جانبی، داخلی، خلفی داخلی، خلفی جانبی و خلفی استفاده شد. پس از تعیین پای برتر، چنانچه پای راست پای برتر آزمودنی بود، آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و اگر پای چپ پای برتر بود، آزمون در جهت عقربه‌های ساعت

و نمایه توده بدنی (خان^۱ و همکاران، ۲۰۰۸)؛ کاهش درصد چربی در ناحیه کمر و لگن (فرییرا و کارایهو و همکاران، ۲۰۰۹) و همچنین تقلیل اضطراب بدنی (خان و همکاران، ۲۰۰۸) گزارش شده است. با توجه به اینکه برخی ورزشکاران بازنشسته از فعالیت‌های ورزشی به دور نبوده و به اجرای فعالیت‌های بدنی منظم ممارست دارند، اما با این وجود دچار کمردرد مزمن‌اند. بنابراین اعمال ملاحظات خاص تمرینی با هدف بهبود وضعیت آنها امری ضروری به نظر می‌رسد. با وجود نتایج مثبت تمرین درمانی و شیوه‌های مختلف آن، مطالعات کارآزمایی کمی در مورد آثار تمرینات ثبات‌دهنده با روش‌های پيلاتس بر تعادل ورزشکاران بازنشسته دارای کمردرد مزمن انجام شده است، که این امر به نوع خود بدعتی جهت اجرای تحقیق می‌باشد. بنابراین، رهیافت این پژوهش در پی پاسخگویی به این سؤال اساسی است که ۸ هفته تمرینات پيلاتس بر تعادل ایستا و پویای ورزشکاران با کمردرد مزمن چه تأثیری خواهد داشت؟

روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون درون گروهی می‌باشد. آزمودنی‌های این مطالعه شامل ۳۶ ورزشکار مرد (سابقه قهرمانی در فوتبال، کشتی، جودو، تکواندو) با سابقه کمردرد مکانیکی با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال بودند، که به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی گماشته شدند. لازم به ذکر است همه افراد سابقه فعالیت بدنی منظم حداقل ۳ روز در هفته را داشتند. هیچ کدام از آزمودنی‌ها سابقه جراحی دیسک کمر به خاطر آسیب یا شکستگی، مصرف دخانیات و دیگر بیماری‌های خاص را نداشتند و با رضایت شخصی خود و با کسب اجازه از متخصص فیزیوتراپ مرکز علوم اعصاب بیمارستان امام خمینی که به آن مراجعه می‌کردند، وارد تحقیق شدند. تشخیص دردهای مزمن مکانیکی کمر توسط فیزیوتراپ مرکز به منظور مچینگ انجام می‌شد. از دیگر معیارهای ورودی تحقیق، شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها و عدم اختلاف معنی آنها در بدو ورود به مطالعه بود. تمرینات پيلاتس به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و در هر جلسه حدود ۵۰ تا ۶۰ دقیقه اجرا می‌شد. در هر جلسه تمرینی

متوسط را نشان می‌داد و نمره بیشتر از ۴ نشان‌دهنده وجود درد روانی بالایی بود. این پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه بین‌المللی امام خمینی به تصویب رسید. از آزمون t وابسته، مستقل و تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) برای دیدن پیشرفت هر گروه و تفاوت گروه‌ها در متغیرهای وابسته استفاده شد.

نتایج

آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های در دو گروه کنترل و تجربی در جدول ۱ نشان داده شده است.

انجام گرفت. هر آزمودنی در هر یک از جهات، ۳ بار آزمون را انجام می‌داد و بین دفعات اجرا، سه ثانیه استراحت داده می‌شد، سپس میانگین فاصله دستیابی در هر ۳ بار تلاش محاسبه و برحسب درصدی از طول پا بیان می‌شد. چرا که طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنها اثرگذار بود (گریبل، ۲۰۰۳). پرسشنامه ۹ آیتمی ارزیابی کمردرد از حیث دردهای جسمانی و روانی مورد استفاده قرار گرفت. سؤال اول تا نهم این پرسشنامه مربوط به علائم کلی درد و سؤال پنجم تا نهم مربوط به علائم روانی بود. در نمره مجموع اگر امتیاز فرد ۳ و یا کمتر می‌شد احتمال ریسک درد پایین بود و نمره بیشتر از ۴ خطر بیشتری را در مورد کمردرد نشان می‌داد. در خصوص سؤال ۵ تا ۹، نمره زیر ۳، درد روانی

جدول ۱: نتایج آزمون t مستقل ویژگی‌های فردی گروه کنترل و گروه تجربی

متغیر	گروه	درجات آزادی	میانگین	انحراف استاندارد	t	P
سن	کنترل	۱۷	۳۸/۱۰	±۳/۵۵	۰/۳۸	۰/۳۸
	تجربی	۱۷	۳۷/۳۰	±۴/۰۵		
قد	کنترل	۱۷	۱۷۶/۴۰	±۴/۴۵	۰/۴۶	۰/۳۰
	تجربی	۱۷	۱۷۸/۲۳	±۴/۶۷		
وزن	کنترل	۱۷	۷۸/۱۰	±۶/۷۶	۰/۷۲	۰/۱۷
	تجربی	۱۷	۷۶/۹۰	±۵/۶۳		
طول پا	کنترل	۱۷	۸۷/۷۰	±۲/۶۷	۰/۲۴	۰/۴۵
	تجربی	۱۷	۸۶/۶۰	±۲/۵۰		

مداخله تمرینی هر دو مقیاس درد به نحو معنی‌داری التیام پیدا کرد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، آزمودنی‌های هر دو گروه در ابتدا از حیث درد کلی و درد روانی در وضعیت خطر قرار داشتند؛ اما پس از اعمال

جدول ۲: تأثیر تمرین پيلاتس بر کمردرد

p	Dif کنترل	Dif پيلاتس	کنترل		پيلاتس		
			پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	
*۰/۰۰۱	۰	-۳/۵±۰/۲	۷/۳±۱/۴	۷/۳±۱/۲	۳/۷±۰/۹	۷/۲±۱/۱	مقیاس کلی کمردرد
*۰/۰۰۱	-۰/۱±۰/۲	-۲/۱±۰/۲	۴/۱±۱/۰	۴/۰±۰/۸	۱/۸±۰/۶	۳/۹±۰/۴	درد روانی کمردرد

پیش‌آزمون دو گروه کنترل و تجربی در تعادل ایستا تفاوت معناداری نداشتند (p=۰/۳۲).

برای حصول اطمینان از عدم اختلاف دو گروه آزمایشی و کنترل در پیش‌آزمون، آزمون t مستقل به‌عمل آمد که نتایج آن در جدول ۴ قابل مشاهده است. در مرحله

جدول ۳: نتایج آزمون t مستقل برای تعادل ایستای گروه تجربی و کنترل در پیش آزمون

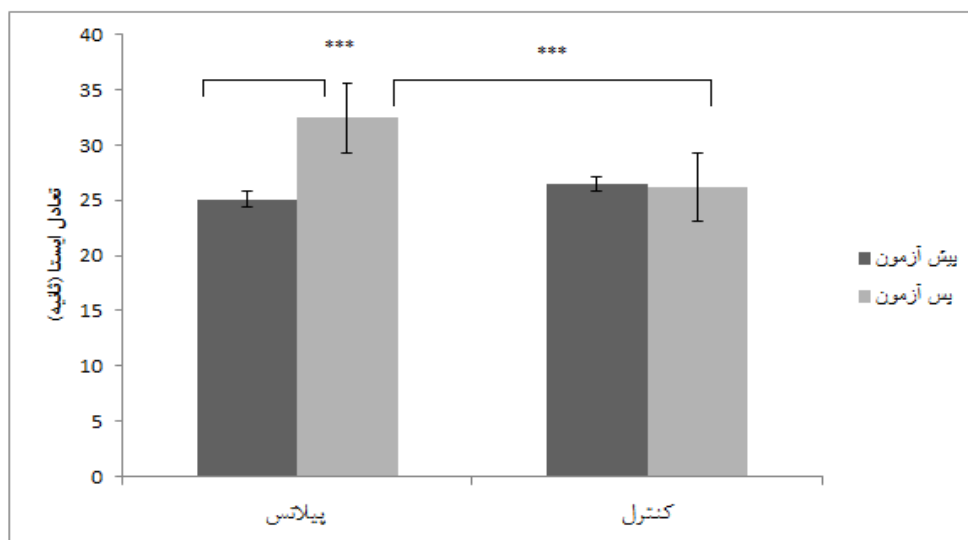
متغیر	گروه	درجات آزادی	میانگین	انحراف استاندارد	t	P
تعادل ایستا	کنترل	۱۷	۲۶/۴۵	±۰/۴۵	۰/۵۶	۰/۳۲
	تجربی	۱۷	۲۵/۱۰	±۰/۳۴		

آزمون t مستقل نشان داد (جدول ۴، شکل ۱) تفاوت معنی داری در اختلاف میانگین دو گروه وجود دارد به نحوی که گروه پیلاتس وضعیت بهتری داشتند ($p=0/001$).

همان طور که در نتایج آزمون t وابسته در شکل ۱ مشاهده می شود، تعادل ایستا در گروه پیلاتس، پس از ۸ هفته تمرین بهبود یافته است ($p=0/001$)، از طرف دیگر

جدول ۴: نتایج آزمون t وابسته برای مقایسه تعادل ایستای پیش آزمون و پس آزمون گروه تجربی و کنترل

گروه	مرحله	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	T	سطح معنی داری
تمرین پیلاتس	پیش آزمون	۲۵/۱۰	۰/۵۴	۱۷	۲/۸۸	۰/۰۰۱*
	پس آزمون	۳۲/۴۵	۰/۷۹			
تعادل ایستا	پیش آزمون	۲۶/۴۵	۰/۴۵	۱۷	۰/۵۷	۰/۲۸
	پس آزمون	۲۶/۲۱	۰/۸۹			



***. $P \leq 0/001$

شکل ۱: تأثیر تمرینات پیلاتس بر تعادل ایستا

($p \geq 0/05$). اما در پس آزمون این اختلاف معنی دار بود که نتایج آن در جدول ۵ مشاهده می شود.

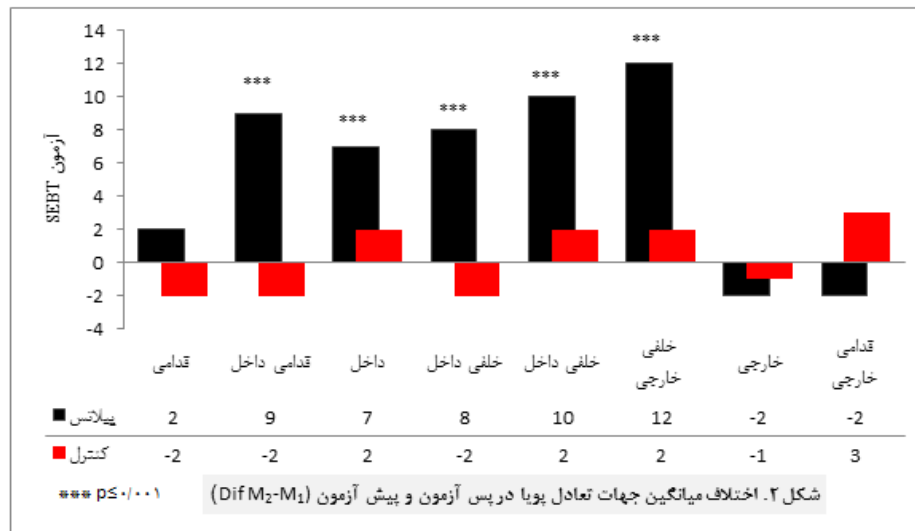
نتایج آزمون تحلیل واریانس چند متغیره (مانوا) برای تعادل پویای دو گروه در مرحله پیش آزمون هیچ اختلاف معنی داری بین گروهها در هشت جهت SEBT نشان نداد

جدول ۵. نتایج آزمون‌های تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) جهت بررسی تفاوت ۸ جهت تعادل پویا در مرحله پس آزمون در هر دو گروه تجربی و کنترل

منبع تغییر	شاخص‌های آماری	مقدار	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	F	سطح معنی داری
آزمون اثرپیلاپی		۰/۵۴۴	۷	۲۹	۷/۱۷	۰/۰۰۱*
آزمون لامبدای ویلکز		۰/۴۵۶	۷	۲۹	۷/۱۷	۰/۰۰۱*
آزمون اثرهتلینگ		۱/۱۹۵	۷	۲۹	۷/۱۷	۰/۰۰۱*
آزمون بزرگترین ریشه روی		۱/۱۹۵	۷	۲۹	۷/۱۷	۰/۰۰۱*

یافته‌های فوق می‌توان گفت که در گروه تمرین پیلاتس اختلاف پس‌آزمون و پیش‌آزمون در ۵ جهت قدامی-داخلی، داخلی، خلفی-داخلی، خلفی و خلفی-خارجی معنادار می‌باشد، یعنی تمرینات پیلاتس باعث بهبود تعادل پویا در این جهات شده است ($p=۰/۰۰۱$).

نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد (شکل ۲) در سه جهت قدامی، خارجی و قدامی-خارجی هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو گروه تجربی و کنترل در مرحله پس‌آزمون وجود ندارد؛ اما در پنج جهت دیگر اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود داشت. همچنین با توجه به



شکل ۲: اختلاف میانگین جهات تعادل پویا در پس آزمون و پیش آزمون (M_2-M_1)

برناردو^۴، (۲۰۰۷)، کاهش درصد چربی بدن را ایجاد نموده که همه این موارد در ثبات و پایداری بدن منشاء اثر هستند. بهبود تعادل ایستا در تمرینات پیلاتس را می‌توان به استناد این اصل تبیین کرد که، تمرینات مذکور به دلیل بهبود تعادل باعث تسهیل فراخوانی عصبی عضلانی شده که این تعدیل در افرادی که کنترل پاسچرال آنها ضعیف است (نظیر افراد دارای کمردرد مزمن و سالمندان)، احتمالاً باعث تسهیل عصبی عضلانی مؤثرتر و بالطبع کنترل حرکتی مطلوب‌تری می‌شود (بتو^۵، ۲۰۰۷).

بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر یک دوره تمرین پیلاتس بر تعادل ایستا و پویای ورزشکاران مرد با کمردرد مزمن- مکانیکی بود. نتایج نشان داد بعد از ۸ هفته تمرین پیلاتس، تعادل ایستا به‌طور معناداری نسبت به بهبود پیدا کرد که با نتایج بولو^۱ و همکاران (۲۰۱۵)، سچی^۲ و همکاران، (۲۰۱۴) مطابقت دارد. به استناد تحقیقات گذشته، پیلاتس زمینه بهبود انعطاف‌پذیری (بوتال^۳ و همکاران، ۲۰۰۸)، افزایش قدرت عضلانی کمر (لیزا ماری

4. Lisa Marie Bernardo
5. Betu

1. Bullo
2. Cecchi
3. Betul

شرکت‌کنندگان به‌دست آید. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات ممشلی^۲ و همکاران (۲۰۱۴)، جانسون و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد که نشان دادند افراد جوان بعد از یک دوره تمرین پيلاتس بهبود قابل ملاحظه‌ای در تعادل پویا داشتند، البته لازم به‌ذکر است که از حیث اختلاف رده سنی این نتایج می‌تواند قابل بررسی باشند. چرا که کم‌رشد مکانیکی به تبع افزایش سن می‌تواند متفاوت باشد.

همان‌طور که نتایج نشان داد در گروه تجربی، تعادل پویا در سه جهت قدامی، خلفی-خارجی و خارجی بهبودی حاصل نشده است. محققان زیادی بیان کرده‌اند که انجام عمل دستیابی در بعضی از جهات SEBT (آزمون ستاره) نسبت به برخی دیگر از جهات آسان‌تر می‌باشد. به‌ویژه جهت‌های خلفی، خلفی-داخلی و داخلی به‌عنوان آسان‌ترین جهات معرفی شده‌اند. اما جهت‌های قدامی، قدامی-خارجی و خارجی سخت‌ترین جهات می‌باشند (گریبل و هارتلت، ۲۰۰۳). نکته جالب اینکه با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌کنیم که تمرینات پيلاتس در جهت‌های آسان اثرات مثبت داشته و باعث بهبود تعادل پویا در این جهات شده است اما در جهت‌های سخت اثری نداشته است. یعنی اثر تمرین بر قدرت عضلات کنترل‌کننده گشتاورهای تولید شده در جهات سخت و هم انقباضی عضلات فعال در این جهات (قدامی، قدامی-خارجی و خارجی) به اندازه‌ای نبوده که منجر به بهبود عملکرد تعادلی گردد. در حالی‌که این تحریکات در پنج جهت دیگر که آسان هستند، به اندازه‌ای بوده که باعث بهبود تعادل پویا در این جهات شد. در پنج جهتی که تعادل پویا بهبود پیدا کرده، عضلات همسترینگ و در سه جهت دیگر عضلات چهارسر ران شدیداً درگیر می‌باشند. یک دلیل احتمالی این است که احتمالاً عضلات همسترینگ از همان ابتدا نسبت به عضلات چهارسر ران ضعیف‌تر بوده‌اند و این امر باعث شده ظرفیت پیشرفت بیشتری داشته و با کمترین تحریکات ناشی از تمرینات پيلاتس، پیشرفت زیادی در پاسخ‌های فیزیولوژیک داشته باشند و در نهایت افزایش کارآمدی عصبی-عضلانی، منجر به بهبود تعادل در این پنج جهت شده در حالی‌که در جهات سخت به دلیل پیشرفت کمتر عضلات چهارسر ران این امر رخ نداده است. لازم

علاوه بر این از نظر آناتومیکی، تقویت عضلات حول مرکز ثقل باعث بهبود سیستم عصبی عضلانی، کاهش جابجایی مرکز ثقل خارج از سطح اتکا، کاهش نوسانات آن و در نتیجه بهبود تعادل می‌شود (بتو، ۲۰۰۷؛ برنا و همکاران، ۲۰۱۰).

به‌طور کلی تمرینات پيلاتس روش مناسبی جهت تمرین آگاهی ذهن-بدن و کنترل حرکات پاسچرال است (نیول و همکاران، ۲۰۱۲). ژوزف پيلاتس معتقد بود، افراد از طریق کنترلولوژی (هماهنگی ذهن و جسم) به‌شیوه هدفمند کنترل جسم خود را در دست می‌گیرند و فرآیند کنترل حسی-حرکتی عضلات عمقی و مرکزی بدن در آنها توسعه می‌یابد. بنابراین فراهم نمودن فرصت‌های تمرینی نظیر تمرینات پيلاتس و ایجاد چالش برای مکانیزم‌های درگیر در تعادل ایستا، موجبات بهینه‌گی تعادل ایستا را مهیا می‌کند. از دیگر مکانیسم‌های اثرگذار بر تعادل ایستا، انعطاف‌پذیری مناسب (بوتال^۱ و همکاران، ۲۰۰۸)، فقدان درد در ناحیه کمر (اوناروسو و همکاران، ۲۰۱۴)، کفایت قدرت عضلانی ناحیه کمر (لیزا ماری برناردو^۲، ۲۰۰۷) است که در این تحقیق مشاهده شد، درد در ناحیه کمر به تبع تمرینات پيلاتس تقلیل یافت و احتمالاً موارد دیگر ذکر شده نیز تحت تأثیر پيلاتس قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است ورزش پيلاتس، ترکیبی از تمرینات تقویتی، کششی و تنفسی است که بر خلاف ورزش‌های مقاومتی که در آن عضلات به‌صورت جداگانه تمرین می‌شود، ورزش پيلاتس با یک رویکرد کل نگر نیازمند فعال‌سازی و هماهنگی چندین گروه عضله در یک زمان است.

از طرف دیگر، نتایج تحقیق نشان داد که تمرینات پيلاتس موجب بهبود تعادل پویا در ۵ جهت قدامی-داخلی، داخلی، خلفی-داخلی، خلفی و خلفی-خارجی شد. از آنجایی که در این آزمون شخص با کمک هر سه سیستم بینایی، دهلیزی و حسی پیکری خصوصاً بینایی، تعادل خود را در انواع حرکات حفظ می‌نماید، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً انجام تمرینات پيلاتس باعث بهبود و تسهیل ورودی‌های هر یک از این حواس، دو یا سه حس به‌طور همزمان جهت حفظ تعادل می‌شود. همچنین بهبود تعادل در اثر تمرینات پيلاتس می‌تواند در اثر بهبود قدرت عضلانی

1. Betul

2. Lisa Marie Bernardo

تبادل به‌ویژه پروپریوسپتیوها دچار تغییراتی می‌شوند، که در نتیجه از حساسیت دقت این گیرنده‌ها کاسته می‌شود و اطلاعات خطاآمیزی در ارتباط با وضعیت فضایی بدن به ساقه مغز ارسال نموده و متعاقباً پاسخ بدن از وضعیت طبیعی خارج می‌شود. یک دلیل احتمالی دیگر برای بهبود تبادل آزمودنی‌های این تحقیق، بهبود وضعیت گیرنده‌های عمقی افراد است. همان‌طور که مشاهده شد میزان درد کلی و درد روانشناسی آزمودنی‌هایی که پروتکل تمرینی پيلاتس را اجرا کرده بودند تقلیل یافت. ساختارهای متعددی در داخل و اطراف مهره‌ها وجود دارد که با تحریک مکانیکی به خصوص در ورزش‌های برخوردی و تصادمی، می‌تواند ایجاد درد کند. از آنجا که ویژگی لاینفک تمرینات پيلاتس، بهبود قدرت می‌باشد، بنابراین کاهش درد در آزمودنی‌های گروه تجربی نیز امری بدیهی به‌نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

لازم به ذکر است هیچ ساختار منفردی به تنهایی تبادل را تحت پوشش قرار نمی‌دهد بلکه سیستم تبادل شامل درون دادهای حسی چندگانه از ارگان‌های وستیبولار، سیستم بینایی، سیستم‌های حسی - عمقی و سوماتوسنسوری می‌باشد که با یکپارچگی اطلاعات در سطح ساقه مغزی و مخچه با تأثیرپذیری از کورتکس مغزی صورت می‌گیرد. اما در حالت کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده از تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات پيلاتس بر تبادل ایستا و پویای ورزشکاران دارای کمردرد مزمن - مکانیکی تأثیر داشته و باعث بهبود عملکرد تعادلی در این افراد می‌شود؛ که این امر می‌تواند موجبات کاهش درد کمر از دو منظر جسمانی و روانی را ایجاد نماید. لذا می‌توان از این روش تمرینی به عنوان روشی جدید به صورت مستقل یا به همراه تمرینات اصلاحی بهره گرفت، هر چند تحقیقات بیشتر در این زمینه با تعداد نمونه بیشتر، ابزارهای دقیق آزمایشگاهی، ضروری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

از تمام آزمودنی‌هایی که در این تحقیق ما را یاری نموده و ریاست و تمامی پرسنل بیمارستان امام خمینی (ره) کمال تشکر را داریم.

به‌ذکر است تغییر مطلوب استراتژی‌های^۱ حرکتی به تبع اجرای تمرینات پيلاتس یکی از دلایل احتمالی بهبود تعادل ایستا و پویا در آزمودنی‌های تحقیق بود. برای مثال تقویت الگوهای سینرژیک حرکتی اعم از الگوهای حرکتی شامل استراتژی‌های مچ پا و ران می‌توانند به دنبال تمرینات پيلاتس تقویت شده باشد. نتایج تحقیقات نشان داده است که هماهنگ‌تر شدن سیستم عصبی در تمرینات ورزشی مقتضی، حرکت را توسط سینرژی‌های عضلانی هماهنگ‌تر می‌کند، که در نهایت کنترل حرکتی در سیستم عصبی مرکزی با سهولت بیشتری انجام می‌پذیرد (کنرادسون^۲ و همکاران، ۲۰۱۵). برای مثال، استراتژی مچ پا از اولین الگوهایی است که جهت کنترل نوسان بدن در وضعیت ایستاده و پویا بکارگیری شده و سینرژی عضلانی ایجاد می‌کند. زمانی که سطح اتکا به سمت عقب حرکت می‌کند، نوسان به سمت جلو اتفاق می‌افتد. در این وضعیت، فعالیت عضلانی در عضله گاستروکمیوس^۳ حدود ۸۹ الی ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از حرکت سطح اتکا شروع می‌شود و به دنبال آن عضله همسترینگ ۳۰ تا ۴۰ میلی‌ثانیه بعد فعال می‌شود و در نهایت عضله پاراسپینال^۴ فعال می‌شود که این تغییر باعث ایجاد گشتاور و پلنتارفلکشن شده و حرکت نوسانی بدن به سمت جلو را کاسته و معکوس می‌نماید، یعنی بدن را به سمت عقب برمی‌گرداند و بدین ترتیب تعادل ایستا و پویا با تقویت بیشتری تحقق می‌یابد (می‌کیونگ^۵ و همکاران، ۲۰۱۵) از طرف دیگر، بکارگیری استراتژی سینرژیک ران هم می‌تواند توجیهی بر بهبود تعادل ایستا و پویای مشارکت‌کنندگان در این تحقیق باشد. این استراتژی با ایجاد حرکت سریع و وسیع در ران باعث کنترل حرکت مرکز ثقل می‌شود. فعالیت عضلانی در عضلات شکمی در حدود ۸۹ تا ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از شروع به هم خوردن تعادل شروع می‌شود و به دنبال آن عضلات چهارسر رانی فعال می‌شوند و در حرکت نوسانی به سمت عقب عضلات پاراسپینال و همسترینگ به ترتیب فعال می‌شوند.

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد در افراد دارای کمردرد مزمن - مکانیکی، مکانیسم‌های فیزیولوژیکی سیستم‌های

1. Strategy
2. Conradsson
3. Gastrocnemius
4. Paraspinal
5. Mi-Kyoung

References

- Anderson, B.D. and Spector, A. (2000, September). "Introduction to pilates-based rehabilitation". *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*, 9 (3), 395-410.
- Betu, L., Sekendiz, O., zkan, A., Feza K., & Sabir, A. (2007). "Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females". *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11, 318-326.
- Brena, G., & Siqueira, R.E. (2010). "Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females". *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 14, 195e202
- Bullo, V, M. Bergamin, S. Gobbo, J.C. Sieverdes, M. Zaccaria, D. Neunhaeuserer, A. Ermolao. (2015)"The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: A systematic review for future exercise prescription". *Preventive Medicine*, Volume 75, June 2015, Pages 1–11.
- Cecchi F, Pasquini G, Paperini A, Boni R, Castagnoli C, Pistrutto S, Macchi C. (2014)."Predictors of response to exercise therapy for chronic low back pain: result of a prospective study with one year follow-up".*Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Apr; 50(2):143-51. Epub 2014 Jan 16.
- Conradsson David, Löfgren Niklas, Nero Håkan, Hagströmer Maria, Ståhle Agneta, Lökk Johan, Franzén Erika. (2015)"The Effects of Highly Challenging Balance Training in Elderly with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial". *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2015; 36:1-10.
- Costa LOP, Maher CG, Latimer J, et al. (2009). "Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial". *Phys Ther* 2009; 89: 1275-86.
- Ferraira C, Carraio A. (2009)."Effects of three months of pilate-based exercise in womwn on body composition".*Medicine and Science in Sports and Exercise* 2009;41, (5):7-16.
- Gribble, P. (2003). "The star excursion balance test as a measurement tool". *Athl ther today* 8(2); PP:46-47.
- Herrington L, Davies R. (2005)."The influence of Pilates training on the ability to contract the trans- verses abdominis muscle in asymptomatic individuals". *J Bodyw Mov Ther*. 2005;9: 52-57.
- Khan RS, Marlow C, Head A. (2008)."Physiological and psychological responses to a 12-week Body Balance training programme". *J Sci Med Sport* 2008; 11(3): 299-307.
- Kriese M, Clijsen R, Taeymans J, Cabri J. (2010). "Segmental stabilization in low back pain: asystematic review". *Sportverletz Sportschaden* 2010; 24(1): 17-25.
- Lisa Marie Bernardo. (2007)."The effectiveness of Pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature" *Journal ofBodywork and Movement Therapies* (2007) 11, 106–110.
- Mamashli salameh, Reza Mahdavinejad, Bijan Goodarzi. (2014)."The Comparison of the Effect of Eight Weeks of Pilates and Stabilization Exercises on Pain and Functional Disability of Women with Chronic Low Back Pain". *European Academic Research*, Vol. I, Issue 10/ January 2014.
- Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, Benyamin RM, Hirsch JA. (2014)."Epidemiology of low back pain in adults".*Neuromodulation*. 2014 Oct;17 Suppl 2:3-10.
- Mi-Kyoung Kim and Kyung-Tae Yoo (2015)."Effect of isotonic and isokinetic exercise on muscle activity and balance of the ankle joint". *J Phys Ther Sci*. 2015 Feb; 27(2): 415–420.
- Oana Roso M. (2014)."The effect of pilates on patient". *Clinical Interventions in Aging* 2014;5,234-245.
- Patti A, Bianco A, Paoli A, Messina G, Montalto MA, Bellafiore M, Battaglia G, Iovane A, Palma A. (2000)."Effects of Pilates exercise programs in people with chronic low back pain: a systematic review".*Medicine (Baltimore)*. 2015 Jan; 94(4): e383.
- Paula K, Yim-Chiplis, Laura AT. (2000)."Defining and measuring balance in adults". *Biol Res Nurs*, 2000; 1: 321-331.
- Sadeghi H, Norouzi H.R, Karimi Asl A, Montazer M.R. (2009). " Functional Training Program Effect on Static and Dynamic Balance in Male Able-bodied Elderly". *Iranain Journal of Ageing*. 3(8), p. 565-571.