

تاثیر تمرینات عصبی - عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر در زنان بسکتبالیست

زهرا رحیمی^۱، دکتر محمد حسین علیزاده^۲، دکتر رضا نوری^۳، دکتر زهرا رجحانی^۴

نویسنده‌ی مسؤل: شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، گروه تربیت بدنی Rahimi2491@yahoo.com

دریافت: ۹۲/۱۲/۲۱ پذیرش: ۹۳/۵/۴

چکیده

زمینه و هدف: پژوهشگران آسیب‌پذیری بالاتر زنان ورزشکار را با عدم تعادل عملکردی عضلات همسترینگ و چهارسرانی مرتبط می‌دانند و استفاده از روش‌های مختلف تمرینی را به منظور کسب الگوهای عملکردی عضلانی مناسب، پیشنهاد کرده‌اند. هدف این تحقیق بررسی تاثیر تمرین‌های عصبی عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر در زنان بسکتبالیست حرفه‌ای بود.

روش بررسی: ۴۲ نفر بسکتبالیست زن با میانگین سن $(20/73 \pm 1/88)$ سال و قد $(172/47 \pm 6/57)$ سانتی‌متر و وزن $(63/54 \pm 4/98)$ کیلوگرم و شاخص توده‌ی بدنی $(21/36 \pm 1/17)$ کیلوگرم/متر مربع، در قالب ۳ گروه آزمایش و یک گروه کنترل انتخاب و گروه‌های آزمایش به مدت شش هفته برنامه‌های تمرینی را انجام دادند. نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر در چهار گروه قبل و بعد از برنامه‌ی تمرینی با استفاده از دستگاه دینامومتر ای‌وکی‌تیک بایودکس ۴، اندازه‌گیری و محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون‌های تی زوجی، تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و توکی انجام شد.

یافته‌ها: اختلاف میانگین نسبت قدرت عملکردی در پیش و پس آزمون در گروه تمرینات قدرتی در هر سه سرعت زاویه‌ای معنادار بود ($P < 0/05$). بین گروه تمرینات قدرتی و گروه کنترل نسبت به دیگر گروه‌های تمرینی تفاوت مشهودتری در رابطه با افزایش نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: تجویز تمرین‌های قدرتی اندام تحتانی در برنامه‌های تمرینی پیشگیری از آسیب، موجب بهبود نسبت عملکردی قدرت خواهد شد و ممکن است باعث کاهش خطر آسیب شود.

واژگان کلیدی: تمرینات عصبی عضلانی، تمرینات قدرتی، تمرینات ترکیبی، نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر، زنان بسکتبالیست

مقدمه

زنان ورزشکار نسبت به مردان در طی فعالیت‌های ورزشی بیشتر دچار آسیب دیدگی می‌شوند و این آسیب‌ها بیشتر در زانو و مچ پا رخ می‌دهد (۱ و ۲). تشویق زنان به مشارکت بیشتر در فعالیت‌های ورزشی و افزایش تعداد ورزشکاران و علاقه‌مندان موجب ارتقای عملکرد و آمادگی آنان شده است؛ اما از سوی دیگر خطر بروز آسیب‌های

۱- دانشجوی دکترای آسیب شناسی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران

۲- گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

۳- دکترای تخصصی آسیب شناسی ورزشی، دانشیار دانشگاه تهران

۴- دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، استادیار دانشگاه تهران

۵- دکترای تخصصی فیزیوتراپی، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شیراز

وابسته به ورزش را نیز را در آنان بیشتر نموده است (۳). پژوهش‌های انجام شده در کشور بیانگر مشارکت بیشتر زنان در ورزش‌های قهرمانی و شیوع بیشتر آسیب‌های ورزشی زنان ورزشکار نسبت به دیگر کشورهاست (۵ و ۴) مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان می‌دهد که زنان ورزشکار ۲ تا ۱۰ برابر بیشتر از مردان ورزشکار در معرض آسیب رباط صلیبی قدامی هستند (۵) و همچنین این نوع آسیب از بین رشته‌های ورزشی مختلف در بسکتبال و فوتبال زنان به‌طور چشمگیری بالاتر بوده است (۶). علاوه بر آسیب، هزینه‌های بسیار سنگین درمان (۶۲۵ میلیون دلار سالانه)، از دست دادن فرصت شرکت در ورزش و فعالیت‌های جسمانی، ایجاد آسیب‌های ثانویه‌ای مانند پارگی مینیسک و استئوآرتریت، بروز ناتوانی‌های طولانی مدت و یا حتی معلولیت لزوم به‌کارگیری برنامه‌های پیشگیری از آسیب را پررنگ‌تر کرده است (۷ و ۸). چندین تئوری برای تشریح متغیرهای مرتبط با آسیب زنان در اندام تحتانی ارائه شده است. اما بخش مهمی از مطالعات نیز اختصاص به چگونگی تاثیر عوامل عصبی-عضلانی و نقش آن‌ها بر خطر بروز آسیب‌های اندام تحتانی در زنان ورزشکار دارد (۹ و ۱۰).

روزی یکی از اصلی‌ترین عوامل ایجاد آسیب‌های زانو را ضعف عضلانی و عدم تعادل بین عملکرد گشتاوری و توانی عضلات مفصل زانو به‌ویژه همسترینگ و چهارسرانی در دو سمت بدن و کاهش قدرت عضلانی به‌ویژه تغییر نسبت قدرت عضله همسترینگ به چهارسر عنوان کرده است (۱۱). با توجه به اهمیت تعادل عملکردی این عضلات، محققان نسبت مشخصی را تحت عنوان نسبت همسترینگ به چهارسر معرفی کردند. نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر با تقسیم مقادیر عددی حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ به حداکثر گشتاور کانستریک چهارسر تعیین می‌شود (۱۵ و ۱۴، ۱۲، ۱۱) و با آزمون‌های ایزوکیتیکی قابل محاسبه است (۱۱، ۱۲). به عقیده‌ی محققان این نسبت عامل

مهم‌تر و تعیین‌کننده‌تری از نسبت قراردادی (تقسیم مقادیر عددی حداکثر گشتاور کانستریک همسترینگ به حداکثر گشتاور کانستریک چهارسر) می‌باشد، چراکه در طی فعالیت‌های عملکردی و ورزشی عضلات همسترینگ و چهارسر به‌صورت آنتاگونیستی عمل می‌کنند و انقباض کانستریک این دو عضله عملاً روی نمی‌دهد (۱۷، ۱۱). مدار نرمال عددی ۱:۱ این نسبت عامل مهم در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی و زانو و مخصوصاً رباط صلیبی قدامی و همچنین بازگشت به ورزش در توانبخشی بعد از آسیب است (۱۶-۱۳). بر طبق نظر بعضی محققان تمرین‌های عصبی عضلانی در ایجاد ثبات مفصلی و کسب الگوهای عملکردی عضلانی مناسب و تصحیح عدم تعادل‌های عضلانی در دو سمت بدن، نقش به‌سزایی دارند و تاکید زیاد بر استفاده از روش‌های متداول تمرین‌های عصبی عضلانی برای بازگشت ثبات مفصلی و کسب الگوهای عملکردی عضلانی مناسب، دارند (۳۴ و ۳۲، ۳۱، ۲۹، ۲۳، ۱۸). پژوهش هولکامپ نشان داد ۶ هفته تمرین قدرتی عضلات اطراف زانو با تاکید بر همسترینگ باعث افزایش نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر می‌شود (۱۷). این افزایش نسبت، در مطالعات مختلف به‌عنوان عامل پیشگیرانه از آسیب‌های زانو مخصوصاً آسیب رباط صلیبی قدامی معرفی شده است (۲۵-۲۸). از طرفی بر طبق پیشنهاد برخی از محققان بهتر است از هر دوی تمرینات عصبی عضلانی و مقاومتی در کنار یکدیگر به‌منظور پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی استفاده شود (۳۴-۳۰). با مروری بر مطالعات انجام شده مشخص می‌شود که اولاً تغییر یا کاهش نسبت عملکردی قدرت و عدم تقارن این نسبت در دو سمت بدن از عوامل خطر ایجاد آسیب محسوب می‌شود ثانیاً محققان به شکل‌های گوناگون یکی از این دو روش تمرینی یعنی تمرینات قدرتی و تمرینات عصبی عضلانی را برای پیشگیری از خطر بروز آسیب و یا حتی بازتوانی ورزشکاران آسیب دیده از ناحیه‌ی

زانو استفاده نموده‌اند، اما تاکنون مطالعه‌ای در خصوص کاربرد برنامه‌ی تمرینی که شامل هر دو روش در قالب یک برنامه‌ی تمرینی باشد، مشاهده نشده است، بنابراین بررسی تأثیر برنامه‌ی تمرینی که ترکیبی از دو روش تمرینی عصبی-عضلانی و قدرتی است در مقایسه با روش‌های متداول بر نسبت عملکردی قدرت عضلات اطراف زانو، ضروری به نظر می‌رسد.

روش بررسی

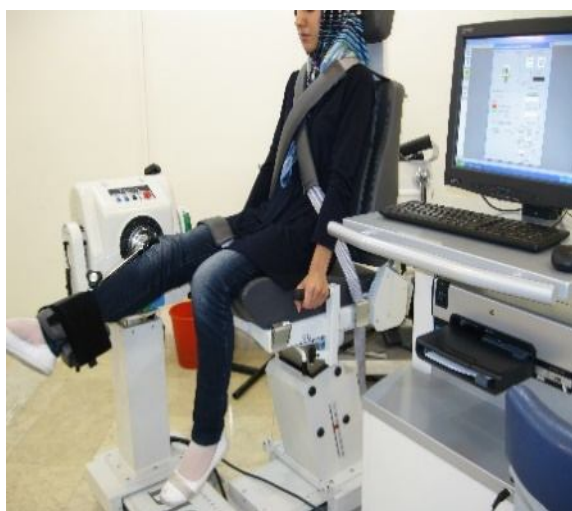
تحقیق حاضر یک تحقیق نیمه‌ی تجربی است که در آن اثر چندبرنامه‌ی تمرینی ویژه که توسط محققان در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی زنان ورزشکار معرفی شده‌اند (۳۱ و ۲۹، ۲۳، ۱۸) بر نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر در بسکتبالیست‌های زن مورد ارزیابی قرار گرفت. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر را بسکتبالیست‌های حرفه‌ای زن شهر شیراز تشکیل دادند که از بین آن‌ها به صورت تصادفی و هدفمند، چهار گروه (۴۲ نفر) به عنوان نمونه‌های آماری انتخاب شدند. نمونه‌های تحقیق حاضر می‌بایست در محدوده سن ۱۹ تا ۲۵ سال و حداقل دارای ۳ سال سابقه‌ی عضویت در تیم‌های سوپر لیگ و دسته‌ی یک استان فارس و دارای شاخص توده‌ی بدنی طبیعی (بین ۲۰ تا ۲۵) و چرخه‌ی قاعدگی منظم باشند. ۱۱ نفر گروه تمرینات عصبی-عضلانی، ۱۱ نفر گروه تمرینات قدرتی، ۱۰ نفر تمرینات ترکیبی و ۱۰ نفر گروه کنترل را تشکیل دادند که پس از پر کردن فرم رضایت آگاهانه به شرکت در تحقیق دعوت شدند. معیارهای عدم ورود به مطالعه وجود درد و سابقه‌ی زایمان و سابقه‌ی شکستگی و در رفتگی و هرگونه عمل جراحی در اندام تحتانی و ستون فقرات در یک سال گذشته، وجود شلی مفصلی با استفاده از تست بیتون، بد راستایی‌های اندام تحتانی (ژنواروم، ژنوالگوم، ژنورکوراتوم، چرخش تیپا، آنتی ورژن ران، کف پای صاف)-پارگی و آسیب‌های لیگامانی،

آسیب منیسک و کپسول مفصلی، شرکت در هرگونه برنامه‌ی تمرینی با هدف پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، بود. مراحل فوق در طی معاینات فیزیوتراپی توسط محقق انجام شد.

پس از انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق، این افراد با روش آماری نمونه‌گیری بالاک شده با استفاده از نرم‌افزار اکسل به سه گروه آزمایش تمرینات عصبی-عضلانی (گروه ۱)، قدرتی (گروه ۲) و ترکیبی (گروه ۳) و یک گروه کنترل (گروه ۴) تقسیم شدند، سپس تمامی نمونه‌ها در یک پیش آزمون شرکت کردند تا متغیر تحقیق که شامل نسبت عملکردی قدرت عضله‌ی همسترینگ به چهارسر می‌باشد، (با استفاده از دینامومتر ایزوکیتیک) اندازه‌گیری شود. سپس آزمودنی‌های گروه کنترل بدون انجام هیچ تمرین خاصی و به صورت عادی به ورزش‌های روزمره خود ادامه دادند، در حالی که آزمودنی‌های گروه آزمایش یعنی گروه تمرینات عصبی-عضلانی، قدرتی و ترکیبی به مدت شش هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۳۵ تا ۵۰ دقیقه‌ی، هفته اول و دوم ۳۵ دقیقه- هفته‌ی سوم و چهارم ۴۰ دقیقه- هفته‌ی پنجم و ششم ۵۰ دقیقه) تحت نظارت مستقیم آزمونگر در برنامه‌های تمرینی ویژه شرکت کردند.

شرکت کنندگان هر سه گروه تمرینی ۱۰ دقیقه تمرینات گرم کردن (کاربوکا ۳ دقیقه، جهش جانبی ۳ دقیقه، کشش همسترینگ و چهارسر ۴ دقیقه) در ابتدای تمرین و ۱۰ دقیقه تمرینات سرد کردن (چند تمرین کششی اندام تحتانی به انتخاب خود) در انتهای برنامه‌ی تمرینی انجام دادند که در بین سه گروه مشترک بود. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های گروه آزمایش (تمرینات عصبی-عضلانی و مقاومتی و ترکیبی) در ساعت‌ها و روزهای متفاوت با فعالیت ورزشی معمول تیم به اجرای برنامه‌ی تمرینی ویژه خود پرداختند تا از تأثیر خستگی کاسته شود. سرانجام پس از شش هفته تمرین مجدداً متغیرهای تحقیق در تمامی نمونه‌های تحقیق

آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد و وزن به‌علاوه متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم افزار آماری مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و پس از اخذ شرایط استفاده از آزمون آنوا (آزمون کلموگروف اسمیرونوف نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون لوین مساوی بودن واریانس‌ها را مشخص کردند) برای مقایسه نتایج به‌دست آمده در پیش و پس آزمون استفاده شد. آنالیز واریانس جداگانه تکراری برای تمام فاکتورها چهار گروه، دو آزمون (قبل و بعد از تمرین)، سه سرعت زاویه‌ای (۶۰، ۱۸۰، ۲۴۰) درجه بر ثانیه، دو پا (غالب و غیر غالب) انجام شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون‌های تی زوج شده جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها در پیش آزمون و پس آزمون در هرگروه استفاده شد. همچنین سطح معناداری آزمون با آلفای ۰/۰۵ در نظرگرفته شد و برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.



شکل ۱: اجرای آزمون اندازه‌گیری قدرت عملکردی با

دستگاه ایزوکیتیک بایودکس

یافته‌ها

نتایج نشان داد بین میانگین سن، قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی نمونه‌ها در چهارگروه تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۱).

(گروه‌های آزمایش و کنترل) ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است مقادیر اجرا توسط همکاران تحقیق ثبت شد تا آزمونگر از کمیت داده‌ها و تفاوت آن‌ها در پیش آزمون و پس آزمون اطلاعی نداشته باشد (روش یک سویه کور) اندازه‌گیری نسبت قدرت همسترینگ به چهار سر: ابزار اندازه‌گیری قدرت در تحقیق حاضر دستگاه ایزوکیتیک بایودکس مدل ۴ (۳۰-۰۰۰-۸۵۰) ساخت کشور انگلستان بود. براساس مطالعات پیشین و همچنین دفترچه راهنمای دستگاه آزمون‌ها مرحله به مرحله و با دقت انجام شد. جهت اندازه‌گیری نسبت قدرت همسترینگ به چهار سر ابتدا آزمودنی ۲ دقیقه تمرین کاربوکا و ۳ دقیقه تمرین کششی و انعطاف‌پذیری همسترینگ و چهار سر را به‌عنوان گرم کردن انجام داد، سپس روی صندلی دستگاه نشسته و پستی صندلی با زاویه‌ی ۸۰ درجه تنظیم شد و محور چرخش بازوی دستگاه دقیقاً مقابل مرکز فوق لقمه خارجی ران پای مورد آزمون قرارگرفت. پس از ثابت کردن تنه و ران به صندلی دستگاه، توسط بالشتک‌های مخصوص ناحیه‌ی بالای قوزک خارجی به محور چرخشی دستگاه وصل شد (شکل ۱). پارامترهای دستگاه ایزوکیتیک به‌صورت دامن‌های حرکتی از ۹۰ تا ۱۰ درجه (صفر درجه: باز شدن کامل زانو) و همچنین سرعت انجام آزمون ۶۰، ۱۸۰، ۲۴۰ درجه بر ثانیه تنظیم شد (۱۷). به‌منظور آشنایی با آزمون قبل از انجام آزمون، آزمودنی چند نوبت حرکت باز کردن زانو را انجام داد. سپس در هر سرعت زاویه‌ای یک دوره با سه انقباض حداکثر و با ۲۰ ثانیه استراحت بین انقباض‌ها و یک دقیقه استراحت بین هر دوره به‌صورت سیکل اکستریک - کانستریک از عضلات چهارسررانی و همسترینگ انجام گرفت. با تقسیم گشتاور حداکثر عضله‌ی همسترینگ در طی انقباض اکستریک بر گشتاور حداکثر عضله‌ی چهار سر رانی در طی انقباض کانستریک نسبت عملکردی قدرت تعیین شد. در نهایت پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی‌های

جدول ۱: آمار توصیفی نمونه‌ها

ویژگی	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳	گروه کنترل	F	P
سن (سال)	۲۰/۳۶±۱/۶۹	۲۱/۸۱±۱/۹۴	۲۰±۱/۳۳	۲۰/۷±۱/۹۴	۱/۹۹۱	۰/۱۳۲
قد (سانتی‌متر)	۱۷۱/۰۹±۵/۶۴	۱۷۲/۹±۶/۲۶	۱۷۶±۶/۰۱	۱۷۰±۷/۶۳	۱/۶۹۲	۰/۱۸۵
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۶۳±۲/۹	۶۲/۸۱±۳/۹	۶۶/۴۰±۵/۰۳	۶۲/۵±۶/۹۸	۱/۴۹۲	۰/۲۳۲
BMI (کیلوگرم/متر ^۲)	۲۱/۴۳±۱/۳۵	۲۱±۰/۷۳	۲۱/۴۴±۱/۳۸	۲۱/۵۸±۱/۲۱	۰/۴۶۶	۰/۷۰۸

نتایج آزمون ترکیبی تحلیل واریانس اندازه‌های تکراری در مورد قدرت عملکردی نشان داد که اثر تعاملی زمان بر گروه معنادار ($F=12/15$, $P<0/001$) و اثر تعاملی زمان بر پای برتر و غیر برتر غیر معنادار است. ($F=1/75$, $P=0/18$). همچنین اثر تعاملی زمان بر سرعت زاویه‌ای معنادار ($F=4/18$, $P=0/016$) و سایر اثرات تعاملی معنادار نیست ($P>0/05$). به منظور بررسی اختلافات درون گروهی در پیش

آزمون و پس آزمون در هر گروه از آزمون تی زوج شده و به‌منظور ارزیابی تفاوت‌های بین گروهی در چهار گروه از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج آزمون تی زوج شده برای بررسی اختلافات درون گروهی در (جدول ۲) آمده است. همچنین در صورت معنادار بودن اختلاف پس از مداخله تمرینی اندازه اثر با روش کوهن آورده شده است.

جدول ۲: نتایج آزمون تی زوج شده در نسبت قدرت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سه سرعت زاویه‌ای در چهار گروه

نسبت عملکردی قدرت	سرعت زاویه‌ای (درجه بر ثانیه)	t	P	Cohen's d
تمرینات عصبی عضلانی	۶۰	-۴/۵۲	*۰/۰۰۱	۱/۲
	۱۸۰	-۱/۷۴	۰/۰۰	-
	۲۴۰	-۱/۹۵	*۰/۰۱	۰/۵۵
تمرینات قدرتی	۶۰	-۵/۶۱	*۰/۰۰۱	۹/۱
	۱۸۰	-۴/۰۶	*۰/۰۰۲	۱/۱۵
	۲۴۰	-۲/۲۸	*۰/۰۴	۰/۸۹
تمرینات ترکیبی	۶۰	-۴/۸۲	*۰/۰۰۱	۱/۴
	۱۸۰	-۴/۳۳	*۰/۰۰۲	۰/۸۳
	۲۴۰	-۱/۵۴	۰/۱۵	-
گروه کنترل	۶۰	۱/۰۰	۰/۳۴	-
	۱۸۰	۲/۳۲	۰/۰۵۸	-
	۲۴۰	۱/۸۲	۰/۱	-

* $P<0/05$ معناداری

بررسی اختلافات بین گروهی نشان داد که بین گروه‌های تحقیق در نسبت عملکردی قدرت پس از اعمال مداخله‌ی تمرینی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P=0/001$, $F=7/22$)

همچنین یافته‌ها نشان می‌دهند که با افزایش سرعت زاویه‌ای مقدار این نسبت هم در پیش‌آزمون و هم در آزمون نهایی افزایش می‌یابد. آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه به‌منظور

جدول ۳، مقایسه اختلاف میانگین نسبت عملکردی قدرت بین گروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی توکی

گروه	گروه	برآورد فاصله‌ای اختلاف بین نمونه‌ها	خطای استاندارد	P
۱	۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۱	۰/۹۹۴
۲	۳	۰/۰۱۲	۰/۰۳۲	۰/۹۷۸
۳	۴	۰/۰۷۴	۰/۰۳۲	۰/۱۰۷
۴	۱	۰/۰۷۹	۰/۰۳۲	۰/۰۶۵
۱	۳	۰/۰۰۴	۰/۰۳۲	۰/۹۹۹
۲	۴	۰/۰۸۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۴

$P < 0/05$ * معناداری

۲۶/۷ درصد افزایش و در گروه تمرینات قدرتی، ۴۱/۶ و در گروه تمرینات ترکیبی، ۸/۲۷ درصد افزایش یافته است.

بحث

در این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه‌ی تعیین اثر تمرینات عصبی-عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر در زنان بسکتبالیست سالم، این نسبت اندازه‌گیری شد. برطبق گزارشات موجود مقدار نسبت عملکردی طبیعی ۱:۱ یا ۰/۱ می‌باشد (۲۵ و ۱۲). به این معنا که به‌منظور به‌حداقل رساندن آسیب‌های اندام تحتانی و بخصوص زانو، عضلات همسترینگ و چهارسر باید در تعادل عملکردی قرار داشته باشند. لی و همکاران (۱۲) بیان کردند اختصاص مقدار ارزش عددی ۱ به نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر موجب به حداقل رساندن انتقال روبه جلو درشت نی خواهد شد و در افرادی که دچار عدم کارایی رباط صلیبی قدامی زانو

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این تحقیق در جدول ۳ حاکی از این بود که اختلاف میانگین نسبت عملکردی قدرت در مجموع سه سرعت زاویه‌ای فقط بین گروه تمرینات قدرتی و گروه کنترل معنادار بود. به عبارت دیگر نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین گروه تمرینات قدرتی و گروه کنترل نسبت به دیگر گروه‌های تمرینی تفاوت مشهودتری در رابطه با افزایش نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر پس از مداخله تمرینی وجود دارد ($P=0/034$). بررسی یافته‌های حاصل از مقایسه‌ی میانگین حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ و کانستریک چهارسر در چهار گروه حاکی از این است که میانگین حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ بعد از مداخله‌ی تمرینی در گروه تمرینات عصبی-عضلانی، ۳۶/۲۴ درصد و در گروه تمرینات قدرتی، ۲/۲۳ درصد و در گروه تمرینات ترکیبی، ۲۴/۹۳ درصد افزایش داشته است و میانگین حداکثر گشتاور کانستریک چهارسر در گروه تمرینات عصبی-عضلانی،

می‌باشند، مفید است. همچنین این نسبت در ورزشکاران زن مکرراً اندازه‌گیری شده و مقادیر مختلفی گزارش شده است. به‌عنوان مثال کانوس مقدار نسبت قراردادی قدرت همسترینگ به چهارسر را از $0/5$ تا $0/8$ در زنان ورزشکار گزارش کرد (۲۶). اوکاردو و همکاران (۲۷) پیشنهاد دادند حداقل مقدار نسبت قراردادی $0/6$ لازم است تا از استرین همسترینگ جلوگیری شود. در حالی که پژوهشگران دیگر از نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر در ارایه‌ی توصیه‌هایی در خصوص پیشگیری از آسیب، استفاده کردند. به‌علت مداخله‌ی خاصیت ارتجاعی بافت‌های همبند در انقباض اکستریک، عملکردهای اکستریک خیلی نیرومندتر از کانستریک هستند (۲۵). بنابراین مقدار عددی نسبت عملکردی قدرت که فعالیت اکستریک همسترینگ را با کانستریک چهارسر مقایسه می‌کند، باید بزرگتر باشد. اولین فرضیه این مطالعه ارزیابی نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر در زنان بسکتبالیست سالم بود تا با شاخص‌هایی که برای مقدار طبیعی این نسبت، به‌منظور پیشگیری از آسیب در متون تحقیقی مختلف آورده شده، مقایسه شود. قبل از پیش‌آزمون پیش‌بینی می‌شد که نسبت قدرت عملکردی همسترینگ به چهارسر در نمونه‌ها پایین باشد. به نظر می‌رسد به‌علت ماهیت خاص بسکتبال، که اغلب شامل اجزای پرش عمودی و دویدن است، باعث افزایش قدرت چهارسر نسبت به همسترینگ شود. این عقیده براساس نظریه‌ی تورلی-کولت (۲۸) بود که نسبت عملکردی قدرت در زنان فوتبالیست را کمتر از مردان بی‌تحرك گزارش کرد (با این توجیه که عملکرد دویدن باعث توسعه قدرت کانستریک چهارسر می‌شود). در حالی که نسبت عملکردی قدرت اندازه‌گیری شده نمونه‌ها در پیش‌آزمون در تحقیق حاضر ($0/7 \pm 0/05$ و $0/8 \pm 0/07$ و $0/8 \pm 0/18$) برای سرعت زاویه‌ای 60° و 180° و 240° درجه بر ثانیه در پای برتر، شبیه به مطالعه هولکامب ($0/96 \pm 0/09$) در فوتبالیست‌های زن بود

(۱۷). همچنین در مطالعه‌ی حاضر با افزایش سرعت زاویه‌ای مقدار این نسبت در تمام گروه‌ها افزایش یافت (برای مثال در گروه ۱ در پای برتر، $0/6 \pm 0/67$ و $0/8 \pm 0/71$ و $0/9 \pm 0/15$ برای سرعت زاویه‌ای 240° ، 180° ، 60° درجه بر ثانیه) که از این نظر نیز با پژوهش هولکامب همخوانی دارد. به‌علت اینکه فعالیت غالب در بسکتبال دویدن و پرش انفجاری می‌باشد و هردو این فعالیت‌ها در سرعت‌های بالا انجام می‌شوند، ممکن است این یافته راتوجیه کند.

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر در پیش‌آزمون شبیه به مطالعات قبلی در این زمینه در فوتبال بود که نسبت عملکردی قدرت را در مردان بررسی کردند ($0/8$ تا $0/88$) و ($0/75$ تا $0/51$) (۲۸). در مطالعه‌ی حاضر نسبت عملکردی قدرت اندازه‌گیری شده نمونه‌ها در سرعت زاویه‌ای پایین‌تر، کمتر از مقدار پیشنهاد شده از سوی محققان برای پیشگیری از آسیب بود. بنابراین تمرینات مقاومتی ویژه همسترینگ برای این گروه از ورزشکاران توصیه می‌شود. ولی به‌علت اینکه مطالعه‌ی خاصی روی بررسی این نسبت در زنان بسکتبالیست صورت نگرفته، مقایسه‌ی دقیق مشکل است.

دومین فرضیه‌ی مطالعه‌ی حاضر بررسی تأثیر ۶ هفته برنامه‌ی تمرینی عصبی عضلانی، قدرتی و ترکیبی بر نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر در زنان بسکتبالیست بود. در مطالعات مروری مختلف نشان داده شده که تمرینات عصبی عضلانی و یا قدرتی اندام تحتانی در زنان ورزشکار باعث افزایش نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر می‌شود که این افزایش نسبت از این نظر که در مطالعات مختلف به‌عنوان عامل پیشگیرانه از آسیب‌های زانو مخصوصاً آسیب رباط صلیبی قدامی معرفی شده است، بسیار مهم می‌باشد (۲۸-۲۵). هیوت (۲۹) در یک مطالعه‌ی آینده‌نگر تأثیر ۶ هفته تمرین پلیومتریک را بر نسبت قراردادی قدرت زنان ورزشکار بررسی کرد و دریافت که این نسبت از $0/51$ به $0/65$ افزایش یافت. همچنین شیوع پائین‌تر آسیب زانو در

نشان داد با افزایش سرعت زاویه‌ای این نسبت افزایش می‌یابد همچنین اختلاف معنی‌داری در بررسی این نسبت بین رشته‌های ورزشی مختلف و دو سمت بدن مشاهده نشد (۱۷). پژوهش هیوت نشان داد یک دوره تمرین‌های پلیومتریک باعث افزایش ۲۶ درصدی حداکثر گشتاور کانستریک همسترینگ به چهار سر در پای غیر غالب و افزایش ۱۳ درصدی در پای غالب می‌شود (۳۱). در پژوهش حاضر نیز چون در اختلاف مقادیر نسبت قدرت اندازه‌گیری شده از پای برتر و غیر برتر پس از مداخله تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرینات تاثیرات یکسانی بر دو پا داشته‌اند که از این نظر نیز با پژوهش‌های دیگر همخوانی دارد (۲۸-۲۵، ۱۸، ۱۷).

در پژوهش حاضر به منظور بررسی میانگین حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ و کانستریک چهارسر در گروه‌های تمرینی و تفکیک اثرات جداگانه مقادیر صورت و مخرج (حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ و کانستریک چهارسر) در افزایش نسبت عملکردی مقایسه‌ای صورت گرفت و نتایج نشان داد میانگین حداکثر گشتاور اکستریک همسترینگ بعد از مداخله‌ی تمرینی در گروه تمرینات عصبی عضلانی، ۳۶/۲۴ درصد و در گروه تمرینات قدرتی، ۲/۲۳ درصد و در گروه تمرینات ترکیبی، ۲۴/۹۳ درصد افزایش داشته است و میانگین حداکثر گشتاور کانستریک چهارسر در گروه تمرینات عصبی عضلانی، ۲۶/۷ درصد و در گروه تمرینات قدرتی، ۴۱/۶ و در گروه تمرینات ترکیبی، ۲۷/۸ درصد افزایش یافته است. به عبارت دیگر در تمام گروه‌های تمرینی افزایش نسبت عملکردی قدرت مرهون افزایش مقدار صورت بیش از مخرج است. به این معنا که تمرینات تجویز شده باعث افزایش قدرت اکستریک همسترینگ و کانستریک چهار سر به‌طور همزمان می‌شود ولی مقدار صورت بیش از مخرج افزایش یافته است که ممکن است نوع تمرینات قدرتی مورد استفاده در این پژوهش

زنان ورزشکار بعد از تمرینات پلیومتریک را گزارش کرد و نتیجه‌گیری کرد که کاهش آسیب زانو در زنان ورزشکار به‌افزایش نسبی نسبت قدرت همسترینگ به‌چهار سر مرتبط است. در پژوهش دیگری افزایش عمده‌ای در نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهار سر (۰/۸۹ تا ۰/۹۸) در فوتبالیست‌های مرد حرفه‌ای پس از ۱۰ هفته تمرین اکستریک همسترینگ مشاهده شد، در حالی که تمرین کانستریک این عضله روی این نسبت تاثیری نداشت (۳۰). بررسی نتایج جدول ۲ در پژوهش حاضر نیز افزایش مقدار نسبت عملکردی قدرت پس از ۶ هفته برنامه تمرینی را در گروه‌های تمرینی عصبی عضلانی، قدرتی و ترکیبی نشان داد و اختلاف میانگین‌ها در سه سرعت زاویه‌ای معنی‌دار بود (پیش‌آزمون ۰/۲۱±۰/۹۳، آزمون نهایی ۰/۲۲±۰/۹۱). ولی نتایج مقایسه بین گروهی آزمون توکی (جدول ۳) نشان داد این اختلاف فقط بین گروه تمرینات قدرتی و گروه کنترل معنادار است. به عبارت دیگر تمرینات قدرتی باعث تاثیر معنادار بر اختلاف میانگین قدرت عملکردی همسترینگ به‌چهار سر قبل و بعد از اندازه‌گیری قدرت عملکردی نسبت به گروه کنترل، شده‌اند. یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش هولکامب و همکاران که بیان کردند ۶ هفته تمرین قدرتی عضلات اطراف زانو با تاکید بر همسترینگ در زنان فوتبالیست باعث افزایش نسبت قدرت عملکردی همسترینگ به‌چهار سر از ۰/۹۶±۰/۱۱ به ۰/۸۱±۰/۱۱ می‌شود (۲۴-۲۱)، همخوانی دارد. برطبق نظر بعضی محققان تمرین‌های عصبی عضلانی در ایجاد ثبات مفصلی و کسب الگوهای عملکردی عضلانی مناسب و تصحیح عدم تعادل‌های عضلانی در دو سمت بدن، نقش به‌سزایی دارند (۳۴ و ۳۲، ۳۱، ۲۹، ۲۳، ۱۸). نتایج پژوهش روزن و همکاران در بررسی و مقایسه‌ی نسبت کانستریکی همسترینگ به چهارسر در زنان ورزشکار در رشته‌های فوتبال، سافتبال، والیبال و بسکتبال، در دو سمت بدن و در سه سرعت زاویه‌ای ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ درجه برثانیه،

ممکن است باعث بهبود تعادل عملکردی بین عضلات همسترینگ و چهارسر در هر عضو و در دو سمت بدن و در نتیجه کاهش آسیب‌های غیر برخورداری اندام تحتانی مخصوصاً رباط صلیبی قدامی شود. همچنین بررسی این نسبت در رشته‌های دیگر ورزشی در زنان که بیشتر در معرض خطر آسیب‌های غیر برخورداری اندام تحتانی هستند (والیبال، هندبال، فوتبال)، همراه با اندازه‌گیری الکترومیوگرافی زمانبندی شروع انقباض عضلات همسترینگ و چهارسر توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از مسوولین محترم دانشکده‌ی توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز که امکانات آزمایشگاهی این تحقیق را فراهم نمودند قدردانی می‌نمایم. این تحقیق برگرفته از رساله دکتري نویسنده مسوول می‌باشد.

که غالباً تمرینات قدرتی همسترینگ بوده است، این یافته را توجیه کند. در مجموع از یافته‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تجویز هر سه نوع تمرین عصبی عضلانی، قدرتی و ترکیبی به برنامه‌های تمرینی بسکتبالیست‌های زن باعث بهبود نسبت عملکردی قدرت همسترینگ به چهارسر می‌شود ولی تمرینات قدرتی تأثیر مشهودتری را در افزایش این نسبت به جا می‌گذارد. همچنین بر طبق نظر متخصصان باید بر نسبت بهینه تمرکز کرد. بدین معنا که به افزایش قدرت همسترینگ و چهارسر به‌طور همزمان اهمیت داده شود، که در پژوهش حاضر نیز در تمامی گروه‌ها بعد از مداخله‌ی تمرینی این امر تحقق یافته است.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر تجویز این گونه تمرینات به برنامه‌های تمرینی بسکتبالیست‌های زن حرفه‌ای

References

- 1- Taunton J, Ryan M, Clement D, McKenzie D, Lloyd-Smith D, Zumbo B. A retrospective case-control analysis of running injuries. *Br J Sports Med.* 2002; 36(2): 95-101.
- 2- Bahr R, Reeser JC. injuries among world-class professional beach volleyball players the fédération internationale de volleyball beach volleyball injury study. *Am J Sports Med.* 2003; 31(1): 119-25.
- 3- Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in female soccer players a prospective study in the german national league. *Am J Sports Med.* 2005; 33(11): 1694-700.
- 4- Nejati V. prevalent sports injuries and related

- factors in female athlete students. *Harkat.* 2008; 35(35):
- 5- ShahTahmasebi B, Ebrahimi A, Javaheri A. The investigation of prevalence of lower extremity injuries in Iranian elite female artistic jymnasts: Study on two women's artistic jymnastics apparatus (floor exercise & uneven bars). paper presented at 5th Sport Medicine Congress in Country. 2007; Tehran.
- 6- Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and prevention ACL injuries: current biomechanical and epidemiological consideration. *North Am J Sports Physical Therapy.* 2010; 5(4): 234-51.
- 7- Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior

- cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer. *The Am J Sports Med.* 2005; 33(4): 524-31.
- 8- Hewett TE. Biomechanical and neuromuscular mechanisms of ACL injuries. In: Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY, eds. Understanding and preventing noncontact ACL injuries. 1st edn. Champaign: Human Kinetics. 2007; 129-130.
- 9- Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(10): 1745-50.
- 10- Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *Am J Sports Med.* 2005; 33(4): 492-501.
- 11- Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL. Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athletic Training.* 2001; 36(4): 378.
- 12- Li R, Wu Y, Maffulli N, Chan KM, Chan J. Eccentric and concentric isokinetic knee flexion and extension: a reliability study using the Cybex 6000 dynamometer. *Br J Sports Med.* 1996; 30(2): 156-60.
- 13- MacLean CL, Taunton JE, Clement DB, Regan WD, Stanish WD. Eccentric kinetic chain exercise as a conservative means of functionally rehabilitating chronic isolated insufficiency of the posterior cruciate ligament. *Clin J Sport Med.* 1999; 9(3): 142-50.
- 14- Andrade MDS, De Lira CAB, Koffes FDC, Mascarin NC, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sciences.* 2012; 30(6): 547-53.
- 15- Dauty M, Tortellier L, Rochcongar P. Isokinetic and anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings or patella tendon graft: analysis of literature. *Inter J Sports Med.* 2005; 26(07): 599-606.
- 16- Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Strength Conditioning Res.* 2008; 22(3): 987-1014.
- 17- Holcomb WR, Rubley MD, Lee HJ, Guadagnoli MA. Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstring: quadriceps strength ratios. *J Strength Conditioning Res.* 2007; 21(1): 41-7.
- 18- Goldman EF, Jones DE. Interventions for preventing hamstring injuries (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* Wiley publishers. 2010; 2.
- 19- Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthopaedic Sports Physical Therapy.* 2010; 40(9): 551.
- 20- Süss R. Neuromuscular control of the knee joint in adolescent female volleyball players. *Publicatio LI/II.* 2011; 35.
- 21- Fleck SJ, Falkel JE. Value of resistance

- training for the reduction of sports injuries. *Sports Med.* 1986; 3(1): 61-8.
- 22- Newton RU, Rogers RA, Volek JS, Häkkinen K, Kraemer WJ. Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *J Strength Conditioning Res.* 2006; 20(4): 955-61.
- 23- Myer GD, Ford KR, Palumbo OP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Conditioning Res.* 2005; 19(1): 51-60.
- 24- Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, McKay HA. Balance confidence improves with resistance or agility training. *Gerontol.* 2004; 50(6): 373-82.
- 25- Agard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle Strength ratio. *Am J Sports Med.* 1998; 26: 231-7.
- 26- Kannus P. Knee flexor and extensor strength ratios with deficiency of the lateral collateral ligament. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988; 69: 928-1.
- 27- Orchard J, Marsden S. Lord, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997; 25: 81-85.
- 28- Tourney-Chollet C, Leroy D, Delarue Y, Beuret-Blanquart F. Isokinetic based comparisons of hamstrings-quadriceps ratio between soccer players and sedentary subjects. *Isokin Exer Sci.* 2003; 11: 85-6.
- 29- Hewett TE, Strupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med.* 1996; 24:765-73.
- 30- Mjolsnes R, Arnason A, Osthagen T, Raastad T, Bahr R. A10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2004; 14: 311-7.
- 31- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Prevention of anterior cruciate ligament injuries. *Current Omen's Health Reports.* 2001; 1(3): 218-24.
- 32- Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback prevent ACL injury in female athletes. *Strength Conditioning J.* 2011; 33(3): 21.
- 33- Harries SK, Lubans DR, Callister R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2012; 15(6): 532-40.
- 34- Häggglund M, Atroshi I, Wagner P, Waldén M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *B J Sports Med.* 2013; 47(15): 974-9.

The Effect of Neuromuscular, Strength and Combined Trainings on Hamstring to Quadriceps Muscle Strength Ratio in Female Basketballists

Rahimi Z^{1,2}, Alizadeh MH², Nouri R², Rojhani Z³

¹Dept. of Physical Education, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

²Dept. of Sport Medicine, School of Physical Education, Tehran University, Tehran, Iran.

³Dept. of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Corresponding Author: Rahimi Z, Dept. of Physical Education, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

E-mail: Rahimi2491@yahoo.com

Received: 12 Mar 2014

Accepted: 26 Jul 2014

Background and Objective: Researchers have pointed out that higher rate of female athlete lower extremity injuries are related to functional imbalances in hamstring and quadriceps muscles and suggest the use of training protocols in order to gain adequate functional muscle patterns. The aim of this research was to investigate the effect of neuromuscular, strength and combined trainings on H/Q strength ratio in professional female basketballists.

Materials and Methods: The subjects were 42 female basketballists in 3 experimental groups and 1 control group with mean age, height and weight of 20.73 ± 1.88 year, 172.47 ± 6.57 cm and 63.54 ± 4.98 kg, and BMI of 21.36 ± 1.17 who completed 6 weeks of neuromuscular, strength and combined trainings. Functional hamstring to quadriceps muscle strength ratio was measured prior to and after training by Isokinetic Biodex Dynamometer 4, at 3 angular velocities $60, 180, 240^\circ.s^{-1}$. Repeated measurement, Anova, Independent sample T test and Tukey post hoc test were used to analyze the data.

Results: Statistical analysis of data revealed that there was a significant difference in Functional H/Q Ratio in strength training group at 3 angular velocities in pre and post training. Differences between the strength training groups and the control group were meaningful.

Conclusion: Prescription of lower extremity strength trainings in injury prevention training programs can cause improvement in functional strength ratio and may lead to reduce lower extremity injury risks.

Keywords: Neuromuscular training, Strength training, combined training, Functional hamstring: Quadriceps strength ratio, Female basketballists