

پژوهش در علوم ورزشی

شماره پانزدهم، صص ۵۶ - ۴۱

دریافت: ۸۵/۳/۳۱

پذیرش: ۸۶/۶/۲۴

تأثیر تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه بر کاهش دوطرفه و قدرت عضلات بازکننده زانو، پرش جفت، پرش لی و زمان دویدن ۲۰ متر.

الهام نمس نیا^۱، دکتر حمید رجیبی^۲، دکتر حیدر صادقی^۳

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد

۲ و ۳. استادیار دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

هدف از این پژوهش، تعیین تأثیر تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه بر کاهش دوطرفه، قدرت عضلات بازکننده زانو، پرش جفت، پرش لی و زمان دویدن ۲۰ متر بود. برای این منظور، ۳۶ دانشجوی دختر غیر ورزشکار (میانگین سن $20/61 \pm 1/88$ سال، وزن $58/12 \pm 0/76$ کیلوگرم، قد $161/23 \pm 5/62$ سانتیمتر) انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه ۱۳ نفری تمرین یک طرفه و دوطرفه (تجربی) و یک گروه ۱۰ نفری شاهد تقسیم شدند. پیش از شروع برنامه تمرینی، قدرت عضلات بازکننده جفت پا، پای راست و پای چپ، طول پرش جفت، طول پرش لی با پای راست و چپ و زمان دویدن ۲۰ متر اندازه‌گیری شد. پس از ۸ هفته تمرین قدرتی (۳۰ تا ۹۰ درصد قدرت بیشینه، ۲ جلسه در هفته) اندازه‌گیری‌ها در هر سه گروه تکرار شد. با توجه به مدل آماری تحلیل واریانس چند متغیری و آزمون تعقیبی LSD، متغیرهای پرش جفت، پرش لی راست، پرش لی چپ و زمان دویدن ۲۰ متر تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها به دست نیامد؛ ولی در قدرت عضلات بازکننده جفت پا، پای راست و پای چپ و کاهش دوطرفه تفاوت معنی‌داری بین سه گروه به دست آمد، بدین ترتیب که تأثیر تمرینات یک طرفه و دوطرفه در متغیر عضلات بازکننده جفت پا یکسان بود و هر دو گروه یک طرفه و دوطرفه در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری را نشان دادند. افزون بر این، عملکرد گروه یک طرفه در متغیر قدرت عضلات بازکننده پای راست و پای چپ نسبت به گروه دوطرفه و پس از آن کنترل بالاتر بوده است. در نهایت گروه دوطرفه همانند گروه کنترل تأثیری در متغیر کاهش دوطرفه ایجاد نکرد و گروه دوطرفه تسهیل دوطرفه را نشان داد، در حالی که تمرینات یک طرفه توانست کاهش دوطرفه را افزایش دهد.

نتایج پژوهش نشان داد که در ورزش‌های قدرتی که با دو اندام به صورت همزمان انجام می‌شوند، بهتر است تمرینات قدرتی نیز به شکل دوطرفه انجام شوند و بالعکس در ورزش‌های قدرتی که با یک اندام

انجام می‌گیرد بهتر است تمرینات قدرتی نیز به صورت یک طرفه انجام شوند.
واژه‌های کلیدی: تمرین قدرتی، کاهش دوطرفه، قدرت عضلات بازکننده زانو، پرش جفت، پرش لی
 و زمان دویدن ۲۰ متر

مقدمه

برای اجرای یک مهارت ورزشی که به مقدار بالایی از قدرت نیاز دارد، عضلات موافق و همکار باید به طور مطلوب فعال شوند. از طرف دیگر، عضلاتی که خلاف جهت حرکت هستند و عضلات مخالف نامیده می‌شوند نیز باید به طور مناسبی مهار شوند (۱). در نتیجه وقتی یک برنامه تمرین قدرتی برای ورزشکار پایه‌ریزی می‌شود، بخشی از افزایش اولیه در قدرت به سبب سازگاری در سیستم عصبی است که هماهنگی عضلات فعال را بهتر می‌کند (۲). این نوع تغییرات سازشی در سیستم عصبی بر اثر تمرین سازگاری‌های عصبی نامیده می‌شود (۳).

مفهوم ساده سازگاری‌های عصبی شامل افزایش فعالیت عضلات موافق و هم انقباضی عضلات مخالف می‌باشد که با ساز و کارهای مختلفی فراهم می‌شود. یکی از بحث‌های مطرح در سازگاری‌های عصبی - عضلانی، کاهش دوطرفه است. کاهش دوطرفه یعنی قدرت ارادی بیشینه در عمل دوطرفه در مقایسه با جمع قدرت بیشینه در عمل یک‌طرفه کمتر می‌باشد. این پدیده که اولین بار توسط هنری و اسمیت تأیید شد، با کاهش IEMG در هر کدام از اندام‌ها در شرایط دوطرفه در مقایسه با عضلات فعال مشابه در شرایط یک‌طرفه همراه است (۳-۹).

ویژگی ورزش‌های مختلف باعث شده است که کاهش دوطرفه در آنها متفاوت باشد، به این معنی که در برخی حرکات نسبت به حرکات دیگر بیشتر (واندروورت^۱ و همکاران، ۱۹۸۷) و در بعضی حرکات وجود ندارد. برای مثال در ورزش‌هایی مانند پاروژنی و وزنه‌برداری که به صورت دوطرفه انجام می‌شود کاهش دوطرفه کم است یا وجود ندارد. حتی بسیاری از آنها در شرایط دوطرفه از مجموع یک‌طرفه بهتر عمل می‌کنند (هووارد و انوکا، ۱۹۸۷). در حالی که دوچرخه‌سواران که با حرکات متناوب تمرین می‌کنند، کاهش دوطرفه را نشان می‌دهند (۳-۹). به هر حال اندازه کاهش دو طرفه، غیر از الگوهای حرکتی به طول دوره تمرین نیز بستگی دارد.

همچنین هر چه طول دوره تمرین بیشتر و حرکات به صورت دوطرفه انجام گیرند، کاهش دوطرفه کمتر خواهد بود. برای نمونه در پژوهشی که روی پاروزنان در سه گروه باشگاهی، ملی و بین‌المللی انجام گرفت، مشاهده شد که پاروزنان ملی کاهش دوطرفه کمتری از پاروزنان باشگاهی دارند و پاروزنان بین‌المللی، کاهش دوطرفه را نشان ندادند. بنابراین کم کردن یا حذف کاهش دوطرفه می‌تواند به عنوان یک سازگاری عصبی با تمرینات قدرتی که باعث افزایش توانایی فعالیت عضلات در حرکات دوطرفه می‌شود،

در نظر گرفته شود (۳).

تمرین عوامل مؤثر بر پدیده کاهش دوطرفه، افزایش زمان عکس العمل (۱۰) کاهش قدرت عضلانی (۱۱) و عوامل بیومکانیکی (۱۲) اشاره شده است. برای مثال در سال ۱۹۸۴، واندرورت، سال و موروز^۱ فعال سازی واحد حرکتی، طی باز کردن زانو به صورت یک طرفه و دوطرفه را با توجه به فعالیت الکترومایوگرافی عضلات چهارسر ران در مردان جوان دانشجو مقایسه کردند (۱۳). نتایج پژوهش نشان داد که میزان فعال سازی واحد حرکتی در انقباضات بیشینه دوطرفه نسبت به یک طرفه کمتر است که به نظر می رسد این کاهش ناشی از به کار گیری کمتر واحد حرکتی تند انقباض خستگی پذیر می باشد (۹). همچنین هاگینن و همکاران در سال ۱۹۹۶، اثرات ۱۲ هفته تمرین قدرتی بیشینه بر فعالیت الکترومایوگرافی (EMG)، سطح مقطع عضله (CSA) چهار سر ران و نیروی انقباض هم تنش بیشینه در عضلات بازکننده زانو را بررسی کردند. نیمی از آزمودنی ها در هر گروه، تمرین های باز کردن زانو را فقط به صورت دوطرفه و نیمی دیگر فقط به صورت یک طرفه اجرا کردند. بعد از ۱۲ هفته تمرین افزایش ($p < 0.05-0.001$) در مقدار پیک تکرار بیشینه در هر گروه نشان داده شد. یافته های این پژوهش نشان داد که تمرین های دوطرفه و یک طرفه در ایجاد سازگاری های عملکردی و ساختاری مؤثر می باشد. ضمناً ممکن است افزایش عملکردی قدرت نسبت به نوع تمرین مورد استفاده، ویژه باشد. بنابراین به نظر می رسد نتایج به دست آمده از رعایت اصل ویژگی در طراحی برنامه های قدرتی پشتیبانی می کند (۱۴). همچنین پاسوک و اولین در سال ۲۰۰۱ به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۵). از طرف دیگر، در سال ۱۹۹۸، جاکویی و کافارلی پژوهشی با هدف تعیین کاهش دوطرفه در بازکننده های زانوی مردان جوان تمرین نکرده طی انقباضات ایزومتریک و ارتباط آن با کاهش فعالیت عضله چهار سر ران، افزایش فعالیت عضلات مخالف با تغییر در نسبت های واحد حرکتی، انجام دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که اختلاف معناداری بین این سه فاکتور در شرایط یک طرفه و دوطرفه وجود ندارد که نشان می دهد هیچ محدودیت قابل توجهی در کنترل عصبی - عضلانی بین انقباضات ایزومتریک یک طرفه و دوطرفه عضلات بازکننده زانو وجود ندارد (۱۶).

کاهش دوطرفه فقط محدود به حرکات بیشینه نیست، بلکه در حرکات زیر بیشینه هم وجود دارد. در این مورد، در پژوهش وینت و مک لین، آزمودنی ها یک نوبت عمل خم کردن آرنج را به صورت بیشینه و یک نوبت به صورت زیربیشینه با ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حداکثر درک از تلاش انجام دادند. یافته های پژوهش، کاهش دوطرفه نیرو در شدت های بیشینه و زیربیشینه را نشان داد (۹). به هر حال دال، سیریکول و بیشاب در سال ۲۰۰۱ نتایج متفاوتی را نشان دادند. آزمودنی ها ۲۰ فرد تمرین کرده قدرتی بودند (۱۰ مرد و ۱۰ زن). یافته های پژوهش شاخص دوطرفه بازکننده های زانو را (۷/۰۵۸) (تسهیل) و خم کننده زانو را (۰/۹۷۷) (کاهش) نشان داد ($p = 0.05$). در آزمون ۱۰ تکرار بیشینه شاخص های میانگین خم کننده ها و بازکننده های

زاتو به ترتیب ۱/۰۳۳ و ۱/۰۲۴ نشان داده شد که در هر دو مورد تسهیل دوطرفه را نشان می‌دهد (۱۷). در یکی از پژوهش‌های جدیدتر کرسول و اوندال^۱ نشان داده شد که کاهش دوطرفه وقتی روی می‌دهد که فعالیت بیشینه به طور همزمان در عضلات بازکننده^۲ دو زانو باشد. همچنین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات پشت ران طی باز کردن دوطرفه زانو بیشتر نبود که این مطلب تصور اینکه فعالیت عضلانی مخالف، به طور اولیه مسئول کاهش دوطرفه نیست را تأیید می‌کند (۵). همچنین روترا، وان لیون در سال ۲۰۰۶ نتایج مشابهی را نشان دادند (۱۸).

هر چند پژوهش‌ها در زمینه کشف مکانیزم مسئول کاهش دوطرفه قرار نگرفته است، کاربرد متغیر کاهش دوطرفه همچنان ادامه دارد (۱۵، ۱۸، ۱۹)، اما موضوعی که مورد توجه پژوهشگران در عملکرد ورزشی یک طرفه و دوطرفه می‌باشد. با قبول این فرض که سازگاری‌های عصبی-عضلانی در چگونگی اجرای تمرین قدرتی دارای ویژگی است، پرسش اساسی پژوهش این است که آیا بهتر است در رشته‌های ورزشی یک‌طرفه، تمرینات قدرتی به صورت یک‌طرفه باشد و به این ترتیب در رشته‌هایی که به صورت دوطرفه انجام می‌شوند، تمرینات تقویتی باید به شکل دوطرفه انجام گیرد؟ بر این اساس در این پژوهش تأثیر تمرین قدرتی یک‌طرفه و دوطرفه بر میزان کاهش دوطرفه، قدرت عضلات بازکننده زانو، پرش جفت، پرش لی و زمان دویدن ۲۰ متر مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

نمونه پژوهش

تعداد ۳۶ نفر از دانشجویان دختر غیر ورزشکار دانشگاه علوم پزشکی تهران (میانگین سن $1/88 \pm 20/41$ ، وزن $58 \pm 76/12$ ، قد $161/23 \pm 5/42$) به عنوان آزمودنی انتخاب شدند و نمونه آماری این پژوهش به طور تصادفی به دو گروه ۱۳ نفری یک طرفه و دوطرفه (تجربی) و یک گروه ۱۰ نفری شاهد تقسیم شدند.

شیوه اجرای پژوهش

در پژوهش حاضر از طرح شبه تجربی به صورت پیش‌آزمون، اعمال متغیر مستقل و پس‌آزمون در دو گروه تجربی (گروه‌های تمرین قدرتی پا به صورت یک‌طرفه و دوطرفه) و یک گروه شاهد استفاده شد. نمونه آماری پژوهش به دو گروه ۱۳ نفری یک‌طرفه و دوطرفه (تجربی) و یک گروه ۱۰ نفری شاهد تقسیم شدند. پیش از شروع برنامه تمرینی آزمون‌های قدرت عضلات بازکننده جفت پا، قدرت عضلات بازکننده پای چپ، قدرت عضلات بازکننده پای راست، طول پرش جفت، طول پرش لی با پای راست، طول پرش لی با پای چپ و زمان دویدن ۲۰ متر گرفته شد (پیش‌آزمون). در طی پیش‌آزمون به آزمودنی‌ها تأکید شد

تأثیر تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه... ۴۵

که از حداکثر نیروی خود استفاده کنند. اندازه‌گیری هر کدام از آزمون‌ها ۳ بار تکرار شد و بهترین تلاش برای هر آزمون انتخاب شد. آزمودنی‌ها توزین و با متر نواری ارتفاع قد ایستاده آنها اندازه‌گیری شد. سپس با توجه به برنامه تمرینی، میزان وزنه تمرینی از ۳۰ درصد قدرت بیشینه با ۳ تا ۴ نوبت و ۱۳ تا ۱۵ تکرار در هفته اول آغاز شد و به تدریج طبق اصل اضافه‌بار به ۸۰ تا ۹۰ درصد قدرت بیشینه همراه با ۳ تا ۴ نوبت و ۶ تکرار در هفته هشتم رسید. به این ترتیب که دو گروه تجربی یک‌طرفه و دوطرفه به مدت ۸ هفته، هر هفته ۲ جلسه تمرین کردند. آزمودنی‌ها پیش از شروع برنامه تمرینی ۱۵ دقیقه گرم کردند. سپس برای اجرای برنامه تمرینی دو گروه یک‌طرفه و دوطرفه، از دو دستگاه بدنسازی برای یاز کردن زانو استفاده شد. گروه یک‌طرفه هر نوبت را یک بار با پای راست و یک بار با پای چپ و گروه دوطرفه هر نوبت را با جفت پا انجام دادند. هر کدام از آزمودنی‌ها با توجه به قدرت بیشینه و گروه تمرینی آنها، برنامه مخصوص به خود داشتند و طبق برگه تمرینی خود در هر جلسه با نوبت‌ها و تکرارهای مشخص وزنه می‌زدند. در هر تکرار زاویه زانو از ۹۰ درجه تا ۱۸۰ درجه باز می‌شد. زمان استراحت بین نوبت‌ها حداقل ۳ دقیقه بود. در پایان هر ۳ هفته، از آزمودنی‌ها مجدداً آزمون حداکثر وزنه گرفته شد و بر اساس آن مقدار وزنه برای هر دو گروه تعیین شد. در پایان هفته هشتم از دو گروه تجربی یک‌طرفه و دوطرفه و گروه شاهد پس آزمون گرفته شد. اندازه‌گیری هر آزمون ۳ بار تکرار شد و در حین اجرای پس آزمون به آزمودنی‌ها تأکید شد که از حداکثر نیروی خود استفاده کنند و بهترین تلاش برای هر آزمون ثبت شد.

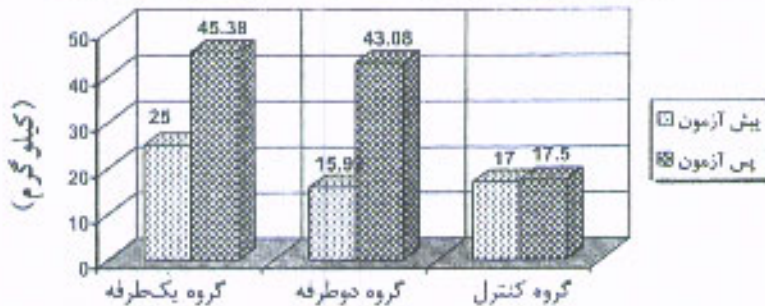
روش آماری

با توجه به اینکه نمرات پیش آزمون در هر سه گروه (یک طرفه، دوطرفه و کنترل) بررسی شد و تلاش گردید تا تأثیرات نمرات پیش آزمون بر پس آزمون کنترل شود و از این طریق بتوان متغیرهای مزاحم و تفاوت‌های فردی را به حداقل رساند، متغیر پیش آزمون که رابطه خطی با نمرات پس آزمون دارد مورد کنترل قرار گرفت و به عنوان متغیر کواریانس در نظر گرفته شد. علاوه بر آن متغیرهای سن، قد و وزن نیز به عنوان دیگر متغیرهایی کواریانس کنترل شدند. پس از آن به مقایسه نمرات پس آزمون با تأکید بر نسی بودن ابزار اندازه‌گیری و مقروضات آمار پارامتریک، از مدل آماری تحلیل واریانس چند متغیری (MANOVA) پرداخته شد. مدل آماری تحلیل واریانس چند متغیری زمانی کاربرد دارد که به مقایسه بیش از دو میانگین تأکید داشته (مفروضه تحلیل واریانس) و متغیرهای وابسته بیش از یک مورد باشد و پژوهشگر به شناسایی ارتباط بین متغیرهای وابسته نیز علاقمند باشد.

یافته‌های پژوهش

۱. قدرت عضلات بازکننده زانوی جفت پا

در شکل ۱ قدرت عضلات بازکننده زانوی جفت پا را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل ارائه شده است.



با توجه به اینکه میزان F به دست آمده (۳۲/۱۹) در سطح $(\alpha=0/01)$ معنی‌دار است، بنابراین برای تحلیل‌های تکمیلی باید از آزمون تعقیبی استفاده نمود.

جدول ۱. آزمون تعقیبی مرتبط با قدرت عضلات

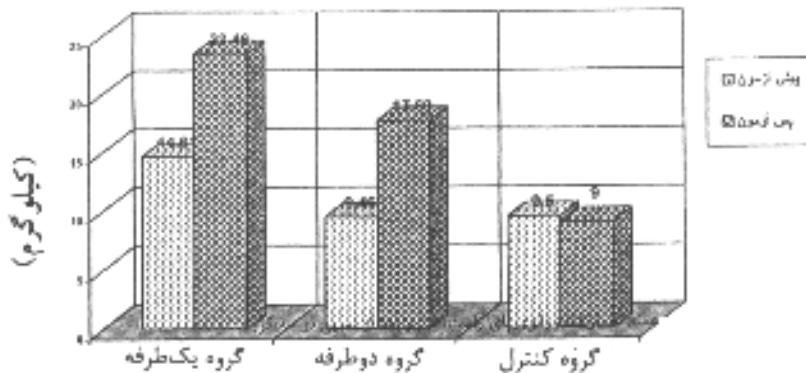
بازکننده جفت پا

سطوح	گروه یک طرفه	گروه دو طرفه	گروه کنترل
گروه یک طرفه	*	۲,۳۰	۲۷/۸۸
گروه دو طرفه	---	*	۲۵/۵۷
گروه کنترل	۰,۰۱	۰,۰۱	*
میانگین	۲۵,۳۸	۴۲,۰۷	۱۷,۵۰

با توجه به جدول ۱ می‌توان عنوان نمود که تأثیر تمرین یک طرفه و دوطرفه در متغیر قدرت عضلات بازکننده جفت پا یکسان بوده و هر دو گروه یک طرفه و دوطرفه در مقایسه با گروه کنترل عملکرد بهتری را نشان داده‌اند.

۲. قدرت عضلات بازکننده زانوی پای راست

شکل ۲ قدرت عضلات بازکننده زانوی پای راست را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل نشان می‌دهد.



با توجه به اینکه میزان F به دست آمده (۲۴/۷۳) در سطح ($\alpha=0/01$) معنی دار است، بنابراین برای تحلیل‌های تکمیلی باید از آزمون تعقیبی استفاده نمود.

جدول ۲. آزمون تعقیبی مرتبط با قدرت عضلات

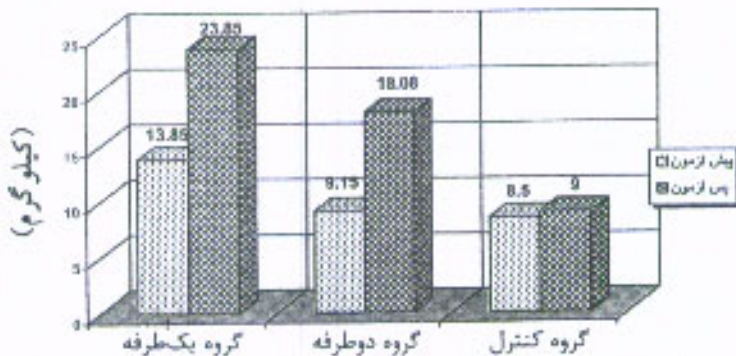
بازکننده پای راست

سطوح	گروه یک طرفه	گروه دوطرفه	گروه کنترل
گروه یک طرفه	*	۵/۷۶	۱۴/۴۹
گروه دوطرفه	۰/۰۱	*	۸/۴۹
گروه کنترل	۰/۰۱	۰/۰۱	*
میانگین	۲۳/۴۶	۱۷/۶۹	۹

با توجه به جدول ۲ می‌توان عنوان نمود که تأثیر تمرین یک طرفه در مقایسه با تمرین دوطرفه اثر بیشتری را در افزایش قدرت عضلات بازکننده زانوی پای راست ایجاد کرده است و هر دو گروه به ترتیب نسبت به گروه کنترل بازدهی بهتری را در متغیر قدرت عضلات بازکننده زانوی پای راست نشان داده‌اند.

۳. قدرت عضلات بازکننده زانوی پای چپ

شکل ۳ قدرت عضلات بازکننده زانوی پای چپ را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل نشان می‌دهد.



با توجه به اینکه میزان F به دست آمده (۲۵/۰۱) در سطح ($\alpha=0/01$) معنی دار است، بنابراین برای تحلیل‌های تکمیلی باید از آزمون تعقیبی استفاده نمود.

جدول ۳. آزمون تعقیبی مرتبط با قدرت عضلات

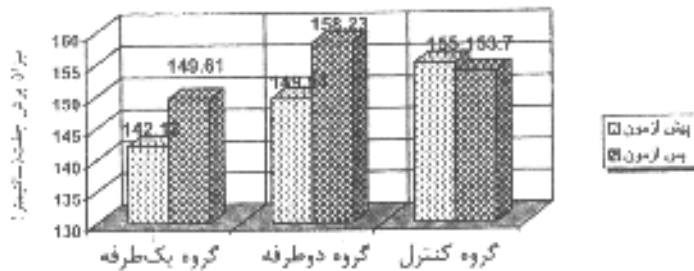
بازکننده پای چپ

سطوح	گروه یک طرفه	گروه دوطرفه	گروه کنترل
گروه یک طرفه	*	۵۲۶۶	۱۴۸۲
گروه دوطرفه	۰۰۱	*	۹۰۷
گروه کنترل	۰۰۱	۰۰۱	*
میانگین	۲۴۸۴	۱۸۰۷	۹

با توجه به جدول ۳ می‌توان عنوان نمود که تأثیر تمرین یک طرفه در مقایسه با تمرین دوطرفه اثر بیشتری را در افزایش قدرت عضلات بازکننده زانوی پای چپ ایجاد کرده است و هر دو گروه به ترتیب نسبت به گروه کنترل بازدهی بهتری را در متغیر قدرت عضلات بازکننده زانوی پای چپ نشان داده‌اند.

۴. میزان پرش جفت

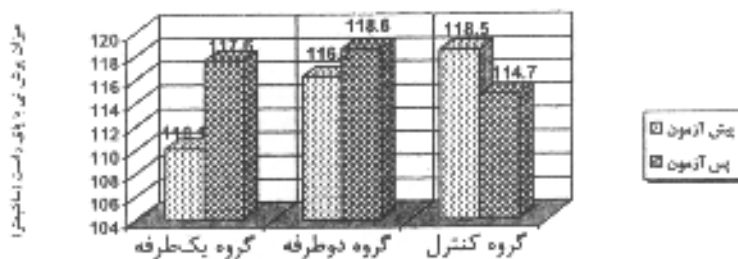
شکل ۴ میزان پرش جفت را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل نشان می‌دهد.



میزان F به دست آمده (۰/۵۴) در سطح ($\alpha=0/05$) معنی‌دار نیست و تفاوت چندانی بین میانگین نمرات پس آزمون در متغیر پرش جفت در سه گروه یک طرفه، دوطرفه و کنترل وجود ندارد.

۵. پرش لی با پای راست

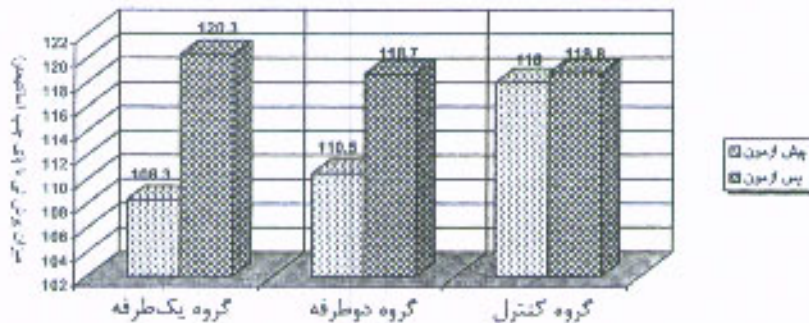
شکل ۵ میزان پرش لی با پای راست را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل نشان می‌دهد.



میزان F به دست آمده (۰/۱۲) در سطح ($\alpha=0/05$) معنی‌دار نیست و تفاوت چندانی بین میانگین نمرات پس آزمون در متغیر پرش لی با پای راست در سه گروه یک طرفه، دوطرفه و کنترل وجود ندارد.

۶. پرش لی با پای چپ

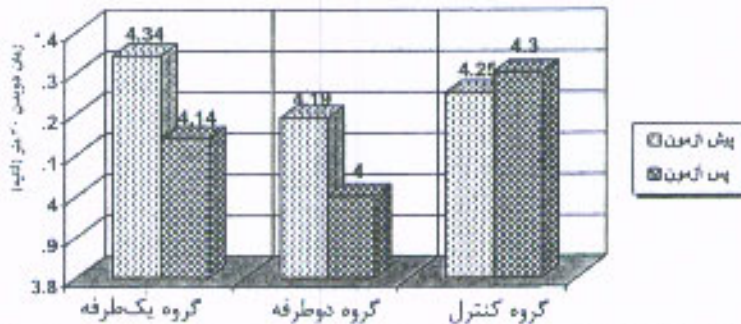
شکل ۶ میزان پرش لی با پای چپ را در سه گروه یک طرفه و دو طرفه و کنترل نشان می دهد.



میزان F به دست آمده ($0/02$) در سطح ($\alpha=0/05$) معنی دار نیست و تفاوت چندانی بین میانگین نمرات پس از آزمون در متغیر پرش لی با پای چپ در سه گروه یک طرفه، دو طرفه و کنترل وجود ندارد.

۷. زمان دویدن ۲۰ متر

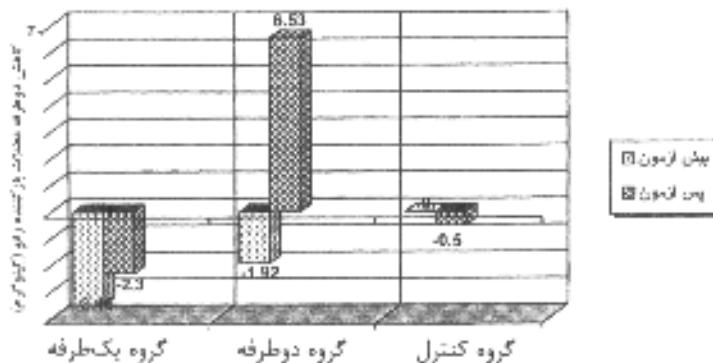
شکل ۷ زمان دویدن ۲۰ متر را در سه گروه یک طرفه و دو طرفه و کنترل نشان می دهد.



میزان F به دست آمده ($2/01$) در سطح ($\alpha=0/05$) معنی دار نیست و تفاوت چندانی بین میانگین نمرات پس از آزمون در متغیر نمرات زمان دویدن ۲۰ متر در سه گروه یک طرفه، دو طرفه و کنترل وجود ندارد.

۸. کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو

شکل ۸ کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو را در سه گروه یک طرفه و دوطرفه و کنترل نشان می‌دهد.



با توجه به اینکه میزان F به دست آمده (۷/۳۳) در سطح ($\alpha=0.01$) معنی دار است، بنابراین برای تحلیل‌های تکمیلی باید از آزمون تعقیبی استفاده نمود.

جدول ۴. آزمون تعقیبی مرتبط با متغیر کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو

سطوح	گروه یک طرفه	گروه دوطرفه	گروه کنترل
گروه یک طرفه	*	-۸/۸۴	-۱/۸۰
گروه دوطرفه	۰/۰۱	*	۷/۰۳
گروه کنترل	—	۰/۰۱	*
میانگین	-۲/۴۰	۶/۵۳	-۰/۵۰

با توجه به جدول ۴ می‌توان عنوان نمود که تمرین یک طرفه همانند گروه کنترل تأثیری را در متغیر کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو ایجاد نکرده است، در حالی که تمرینات دوطرفه توانسته است کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو را افزایش دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین‌های کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو در سه گروه یک طرفه، دوطرفه و شاهد پس از ۱۶ جلسه تمرین نشان داد که تمرین قدرتی یک طرفه و دو طرفه تأثیر معنی‌داری بر کاهش دوطرفه عضلات بازکننده زانو دارد. به این معنی که میانگین میزان کاهش دوطرفه در گروه دوطرفه پس از تمرین به مقدار زیادی کاهش یافته و این مقدار تا حدی در گروه یک طرفه کاهش یافته است.

همکاران (۱۹۹۸)، ویت و مکین (۱۹۹۹) کرسول و اوندال (۲۰۰۲)، خودیگوییان^۱ و همکاران (۲۰۰۳) که کاهش نیروی بیشینه در طول انقباض عضلانی دوطرفه را در مقابل انقباض عضلانی یک طرفه در مقابل انقباض عضلانی یک طرفه مورد تأیید قرار داده‌اند، همخوانی دارد (۳-۹). واندرورت و همکاران (۱۹۸۴) در پژوهش‌های خود به این نتیجه دست یافتند که میزان فعال سازی واحد حرکتی در انقباضات بیشینه دوطرفه نسبت به یک طرفه کمتر است. همچنین مقایسه خستگی پذیری و نمودار قدرت - سرعت نشان داد که این کاهش ناشی از به کارگیری کمتر واحد حرکتی تند انقباض خستگی پذیر می‌باشد (۱۳).

شاتر و همکاران (۱۹۸۹) در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیدند که دلیل کاهش دو طرفه در پا مربوط به قدرت عضلات بازکننده زانو نیست، چون فعالیت الکترومایوگرافی و میانگین تواتر بین باز کردن دو طرفه و یک طرفه با اختلافی نداشت (۲۰). همچنین یافته این پژوهش با نتیجه تحقیق تانیگوجی^۱ (۱۹۹۸) همخوانی دارد. یافته‌های وی نشان داد که میزان شاخص دو طرفه پس از ۶ هفته تمرین در اندام‌های تمرین کرده گروه تمرینی دو طرفه گرایش مثبت یافت و در اندام‌های تمرین کرده گروه تمرینی یک طرفه، گرایش منفی داشت. همچنین در شاخص دو طرفه در اندام‌های تمرین کرده گروه تمرینی یک طرفه پس از ۶ هفته تمرین گرایش مثبتی ایجاد نشد (۲۱).

تانیگوجی نتیجه گرفت که کاهش دو طرفه در اندام‌های فوقانی و تحتانی، حداقل تا حدی به وسیله مکانیزم مشابهی در سطح نخاع تأثیر می‌پذیرند (۲۱). از طرفی خودیگوییان و همکاران (۲۰۰۳) علت پدیده کاهش دو طرفه را بازداری عصبی اعلام کردند. به هر حال این با مکانیزم‌های فوق نخاعی و یا با راه‌های رفلکسی در سطح نخاع شکی در ارتباط است (۷). در حالی که کرسول و اوندال (۲۰۰۲) اظهار داشتند که کاهش دو طرفه زمانی اتفاق می‌افتد که فعالیت بیشینه به طور همزمان در عضلات بازکننده دو پا باشد. همچنین بین تلاش‌های یک طرفه و دو طرفه فعالیت عضلات پشت ران پای راست یا چپ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین فعالیت الکترومایوگرافی عضلات پشت ران طی باز کردن دوطرفه زانو بیشتر نشد که این مطلب نشان می‌دهد فعالیت عضلانی مخالف به طور اولیه مسئول کاهش دوطرفه نیست (۵).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه تأثیر معنی‌داری بر قدرت عضلات بازکننده زانوی جفت پا دارد. این یافته با نتایج پژوهش هاگکین و همکاران (۱۹۹۶)، تانیگوجی (۱۹۹۶)، هاگکین، کریمر و نیوتن (۱۹۹۷)، پاموک و ارلین (۲۰۰۱) و رابرت و کاسیوس (۲۰۰۵) همخوانی دارد. (۱۴، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۲).

هاگکین و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که متوسط افزایش قدرت یک تکرار بیشینه در شرایط دوطرفه در آزمودن‌هایی که به صورت دوطرفه تمرین کرده بودند، بیشتر از آزمون‌های تمرین کرده یک طرفه بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که افزایش عملکردی قدرت نسبت به نوع تمرین مورد استفاده ویژه

می‌باشد. بنابراین از رعایت اصل ویژگی در طراحی برنامه‌های قدرتی پشتیبانی می‌کند (۱۴). همچنین یافته این پژوهش با نتیجه پژوهش تانیگوچی (۱۹۹۶) مبنی بر اینکه افزایش در نیروی باز کردن پا در گروه تمرینی دوطرفه در شرایط دوطرفه به طور معنی داری در مقایسه با گروه تمرینی یک طرفه و کنترل بیشتر است، همخوانی دارد. با توجه به این پژوهش پیشنهاد شده که ویژگی طرفی در تمرین مقاومتی وجود دارد (۲۲). در حالی که هاکیئن، کریمر و نیوتن (۱۹۹۷) اظهار داشتند که در هر دو گروه یک طرفه و دوطرفه نیروهای دوطرفه بیشتر از ($P < 0.05$) جمع نیروهای یک طرفه است و مقدار IEMG دوطرفه بیشتر از جمع مقدار IEMG یک طرفه است (۲۲).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه تأثیر معنی داری بر قدرت عضلات بازکننده زانوئی پای راست یا چپ دارد. این یافته با نتایج پژوهش‌های هاکیئن و همکاران (۱۹۹۶)، تانیگوچی (۱۹۹۶)، دکتر مک کوردی (۱۹۹۸) و روتر و لیون (۲۰۰۶) همخوانی دارد (۱۴، ۱۸، ۲۱، ۲۳). از طرفی یافته‌های پژوهش حاضر با پژوهش جاکوبی و کافارلی (۱۹۹۸) مغایرت داشت. آنها نشان دادند کل نیروی یک طرفه و دوطرفه و میزان بیشینه تولید نیرو اختلاف معنی داری نداشت. همچنین کل فعالیت الکترومایوگرافی عضله پهن خارجی به صورت یک طرفه و دوطرفه و هم انقباضی در دو گروه اختلاف معنی داری نداشت (۱۶).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ۸ هفته تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه تأثیر معنی داری بر میزان پرش جفت ندارد. متأسفانه پژوهشی در مورد پرش‌ها یافت نشد و در تنها پژوهش به دست آمده توسط وینت و هینریچز (۱۹۹۸) مشاهده شد تنها دلیل کاهش نسبی پرش عمودی جفت پا کاهش دوطرفه نیست به عبارت دیگر، با توجه به اینکه آزمون پرش یک آزمون مهارتی است غیر از عامل قدرت، عامل‌های بیومکانیکی از جمله زمان پیش ضربه، دامنه حرکتی مفصل و سرعت زاویه‌ای مفصل در میزان پرش تأثیرگذار است (۱۲). به نظر می‌رسد که یکی دیگر از دلایل معنی دار نشدن تأثیر تمرین یک طرفه و دوطرفه بر میزان پرش جفت آن است که پرش یک حرکت تکنیکی است و در آن عوامل زیادی مانند نوسان دست‌ها و خم کردن مفاصل و... مؤثر است.

یافته پژوهش حاضر نشان می‌دهد، ۸ هفته تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه تأثیر معنی داری بر میزان پرش لی راست یا چپ ندارد. اگرچه نمره‌های پیش آزمون و پس آزمون پرش لی راست یا چپ نشان داد که میزان پرش لی راست یا چپ در گروه یک طرفه نسبت به گروه دوطرفه بیشتر است، ولی از لحاظ آماری این اختلاف معنی دار نشده است. ممکن است یکی از دلایل معنی دار نشدن اختلاف دو گروه، کم بودن تعداد آزمودنی‌ها باشد. همچنین به نظر می‌رسد در صورت ادامه تمرین قدرتی، اختلاف بین دو گروه معنی دار می‌شد. از طرفی همان طور که اشاره شد افزون بر قدرت، عوامل بیومکانیکی مانند زمان پیش ضربه، دامنه حرکتی مفصل و سرعت زاویه‌ای مفصل در میزان پرش مؤثر است (۱۲). همچنین در حرکت پرش لی جانبی (تایوانگ) هم مؤثر است، چون فرد برای پرش از یک پا استفاده می‌کند و پای دوم بالا نگه داشته می‌شود.

چنانکه نتایج پژوهش وینت و هینریچز نشان داد متوسط نیروهای عمودی برای پرش‌های یک پا و دو پا در هر پا نشان می‌دهد که پرش‌های یک پا، نیروی بیشتری نسبت به پرش‌های دو پا تولید می‌کند به اضافه اینکه آنها لازم است وزن بدن را پشتیبانی کنند (۱۲).

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، ۸ هفته تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه تأثیر معنی داری بر زمان دویدن ۲۰ متر ندارد. چون در عامل سرعت عوامل زیادی مانند تکنیک حرکت دست، وضعیت کل بدن، طول گام و... مؤثر است و این ممکن است یکی از دلایل معنی دار نشدن تأثیر تمرین قدرتی یک طرفه و دوطرفه بر زمان دویدن ۲۰ متر باشد. از طرفی ممکن است کم بودن تعداد آزمودنی‌ها یکی از دلایل معنی دار نشدن اختلاف دو گروه باشد. همچنین با مقایسه نمره‌های پیش آزمون و پس آزمون دو گروه به نظر می‌رسد در صورت ادامه تمرین قدرتی، اختلاف بین دو گروه معنی دار می‌شد.

بنابراین بهتر است هنگام انجام تمرینات قدرتی اصل ویژگی تمرین رعایت شود. به این معنی که ورزش‌هایی که یا دو پا انجام می‌شوند به صورت دوطرفه تقویت شوند و ورزش‌هایی که با تک پا انجام می‌شوند به صورت یک طرفه تقویت شوند و پیشنهاد می‌شود پژوهش مشابهی با در نظر گرفتن اندام برتر انجام شود و نیز همین پژوهش در مورد ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی که به صورت تک پا (دوچرخه سواری، پرش ارتفاع و...) یا دو پا (قایق رانی، وزنه برداری و...) کار می‌کنند انجام گیرد.

منابع

1. William.J Kreamer, Hakkinen. Keijo (2001) strength for sport. *Blackwell Science*.
2. Ozmun, J.C, Mikesky,A.B, Surburg, PR (1994) Neuromuscular adaptation following prepubescent strength training. *Med Sci Sport. Exercise*. 26(4): 510-514.
3. رجیبی، حمید. «سازگاری‌های عصبی با تمرینات قدرتی» فصلنامه المپیک. شماره ۳ و ۴، سال ۱۳۷۴، انتشارات کمیته ملی المپیک.
4. Vint.Peter F, Hinrichs.Richad N (1997) *Decoupling the bilateral deficit: The effect of task initiation time on the expression of maximum muscular force*. Department of exercise science, university of North carolina at greensboro, NC. Department of exercise science and physical education, Arizona State University, Tempe, AZ.
5. Cresswell.AG, Ovendal.AH (2002) Muscle activation and torque development during maximal unilateral and bilateral isokinetic knee extensions. *J Sport Med Phys Fitness*. 42(1):19-25.

6. Hakkinen.K, Pastinen.UM, Karsikas.R, Linnamo.V (1995) Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages. *Eur J Appl Physiol*. 70(6): 270-518.
7. Khodiguian.N, Cornwell.A, Lares.E, Dicaprio. P.A, Hawkins.S.A (2003) Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions. *J Appl Physiol*. 94: 171-178.
8. Mc Lean.S.P, Bake.A, Stember.A.J (1998) *Bilateral and unilateral strength of lower extremity muscles*. Presented at NACOB 98: North American Congress on Biomechanics. University of Waterloo, Ontario, Canada.
9. Vint. PeterF, McLean. Scott (1999) *Maximal and submaximal expressions of the bilateral deficit phenomenon*. Department of exercise and sport science, university of North carolina at greensboro, NC, department of health and human performance, Iowa state university, Ames, IA.
10. Di steffano, M.Morelli, C.A. Marzi and G.Berluochi (1980) *Hemispheric control of unilateral and bilateral movements of proximal and distal parts of the arm inferred from simple reaction time to lateralized light stimuli in man*. *Brain res*. 38:197-204.
11. Secher. N.H, Rorsgaard.S, Secher.O (1976) Contralateral influence of typeI muscle fiber during maximum voluntary extension of the legs. *Act Physiol*. 96:20A-21A.
12. Vint.Peter, Hinrichs.Richard n (1998) *The bilateral deficit is not solely responsible for the relative decrements in two-legged vertical jumping performances*. university of North carolina at greensboro, NC. Arizona state univesity, Exercise and sport research institute, Tempe, Az.
13. Vabdervoort.A.A, Sale. D.G, Moroz.J (1984) Comparison of motor unit activation during unilateral and bilateral leg extension. *Journal of Applied Physiology*. 56(1):46-51.
14. Hakkinen.K, Kremer. WJ, Kallinen.M, Linnamo.V, Pastinen. UM, Newton. RU (1996) Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci*. 51(1): B9-21.
15. Paasuke M, Ereline J, Gapeyeva H (2001) Knee extention strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *J Sprts Med Phys Fitness* 2001

Sep; 41(3): 354-61.

16. Jakobi. J.M, Cafarelli.E (1998) Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractons. *J Appl Physiol.* 84(1):200-206.

17. Dale. RB, Sirikul.B, Bishop.PA (2001) *Bilateral index of knee flexors and extensor in male and females during 1 and 10 RM.* University of Alabama. Tuscaloosa. AL. Volume 36.

18. de Ruiten CJ, Van leeuwen D, Heijblom A, Bobbert MF, de Haan A.(2006) *Fast unilateral isometric knee extention torque development and bilateral jump height.* 2006 Oct; 38(10): 1843-52.

19. Robbert MF, Casius LJ.(2005) Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Mar; 37(3): 440-6.

20. Schantz.PG, Moritani.T, Karlson.E, Johansson.E, Lundh.A (1989) Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension. *Acta.Physiol.* 136(2): 92-185.

21. Taniguchi.Yuko (1998) Relationship between the modifications of bilateral deficit in upper and lower limbs by resistance training in humans.*European Journal of Applied physiology and Occupational Physiology.* 78(3):226-230.

22. Hakkinen.K, Kraemer.WJ, Newton.RU (1997) Muscle activation and force production during bilateral and unilateral concentric and isometric contractions of the knee extensors in men and women at different ages. *Electromyogra clin Neurophysiol.* 37(3): 42-131.

23. Mc Curdy.Kevin (1998) The effect of unilateral and bilateral resistance training on leg strength and power. *Human performance lab,* Valdosta state university.