مقایسه اثر دو نوع تمرین مقاومتی ایزوتونیک و ایزومتریک بر قدرت و تغییرات الکترومیوگرافی عضله پای تمرین نکرده در دانشجویان مرد تمرین نکرده

اکبر صالحی[1]، فرهاد رحمانی‌نیا[2]، بهمن میرزایی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۱۵

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر دو نوع تمرین مقاومتی ایزوتونیک و ایزومتریک بر پدیده‌ی انتقال دو جانبه بود. تعداد ۴۰ آزمودنی تمرین نکرده (حداقل به مدت ۶ ماه) به طور تصادفی به دو گروه تمرینی ایزوتونیک و ایزومتریک و یک گروه شاهد تقسیم شدند و به طور یکطرفه اکستنسورهای زانو را تمرین دادند. طول دوره‌ی تمرینی ۳ جلسه در هفته و ۶ هفته بود. برنامه‌ی تمرینی گروه ایزوتونیک شامل ۸۰٪ 1RM، ۳ نوبت (۲ دقیقه استراحت بین نوبت‌ها) و۶ تا ۸ تکرار بر روی اکستنسورهای زانو و برنامه‌ی تمرینی گروه ایزومتریک نیز شامل ۳۰ انقباض ایزومتریک بیشینه (۲ تا ۴ ثانیه مدت انقباض) با ۱۵ ثانیه استراحت بین هر انقباض بود. گروه کنترل نیز در محل تمرین حضور داشتند، اما هیچ گونه فعالیتی انجام ندادند. قدرت پویا (1RM)، قدرت ایستا (MVC) و الکترومیوگرافی ادغامی (IEMG) قبل و بعد از دوره‌ی تمرینی اندازه‌گیری شد. تمرین مقاومتی ایزوتونیک و ایزومتریک به طور معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) 1RM، MVC و IEMG را در هر دو عضو تمرین کرده و تمرین نکرده افزایش داد، اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری در هیچ یک از متغیرها مشاهده نشد. نتایج تغییرات IEMG بین گروه‌ها، تنها تفاوت معنی‌داری بین گروه ایزوتونیک و گروه کنترل نشان داد. بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی‌داری بر پدیده‌ی انتقال دو جانبه مشاهده نشد. با وجود این، با در نظر گرفتن شدت تمرین و میزان انتقال دو جانبه در هر یک از گروه‌ها، به نظر می‌رسد در برنامه‌های توان بخشی، تمرین مقاومتی ایزوتونیک ممکن است موثرتر از تمرین ایزومتریک باشد.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی یکطرفه، قدرت پویا، قدرت ایستا، انتقال دو جانبه، IEMG.

۱ . کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان (نویسندهٔ مسئول) Email: salehi.alia@yahoo.com
۲ . استاد دانشگاه گیلان
۳ . دانشیار دانشگاه گیلان

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بی‌تحرکی عضو یا مفصل آسیب دیده اغلب پس از آسیب‌های عضلانی- اسکلتی یا جراحی مورد نیاز است. آسیب‌های مرتبط با ضربه‌های حاد و استفاده بیش از حد که نیازمند بی‌تحرکی عضو آسیب دیده هستند در بیشتر ورزش‌ها چون فوتبال، نت بال، بسکتبال، و همچنین در افراد سالخورده در طی زندگی روزانه و همچنین در محیط کار دیده می‌شود (۲). متاسفانه، حتی یک دوره‌ی کوتاه بی‌تحرکی (ناشی از آسیب نظیر شکستگی) منجر به کاهش قابل توجهی در عملکرد عضو مورد نظر می‌شود که اغلب یک دوره‌ی طولانی مدت از توانبخشی نیاز است تا بازیافت صورت گیرد (۵). از آنجایی که آتروفی و کاهش قدرت ناشی از بی‌تحرکی اثر بسیار منفی در عملکرد ورزشی و زندگی روزانه دارد، به حداقل رساندن چنین آثاری در طی دوره‌ی بی‌تحرکی بسیار مطلوب خواهد بود. در حال حاضر تمرین مقاومتی به عنوان یک بخش کامل و جدایی ناپذیر برنامه‌های توان بخشی و ارتقای سلامتی در یک طیف وسیعی از حوزه‌های بالینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳). یکی از روش‌هایی که می‌تواند آثار نامطلوب بی‌تحرکی پس از آسیب را کاهش دهد، اجرای برنامه‌های تمرین قدرتی بر روی عضو سالم است که در طرف قرینه‌ی عضو آسیب دیده قرار دارد و با هدف کسب مزایای انتقال متقاطع در عضو تمرین نکرده انجام می‌شود (۱). این اثر ناشی از تمرین که در عضلات طرف مقابل عضو تمرین کرده به وجود می‌آید و به سازگاری عصبی نسبت داده می‌شود، اثر تمرین متقابل[1]، انتقال دوجانبه[2] یا آموزش متقاطع[3] نامیده شده است (۳). اگرچه این پدیده در یک قرن اخیر شناخته شده است، اما بسیاری از مطالعات به اندازه‌ی کافی خوب طراحی نشده‌اند تا میزان این اثر را به خوبی نشان دهند (۴). اولین محدودیت در این مطالعات، نبودن گروه شاهد بود. برای مثال، بسیاری از مطالعاتی که اثر آموزش متقابل را نشان داده‌اند، از عضو تمرین نکرده‌ی طرف مقابل به عنوان گروه شاهد استفاده کرده‌اند. نتایج این مطالعات، این احتمال را بوجود می‌آورد که کسب قدرت در عضو تمرین نکرده‌ی طرف مقابل ممکن است حاصل آشنایی با پروتکل آزمون و محیط تمرینی باشد (۸،۷،۶). دومین محدودیت، عدم انتخاب تصادفی عضو تمرینی و عضو شاهد (بدون تمرین) بود . محدودیت دیگر، این بود که معیار اندازه‌گیری معتبر در حداکثر قدرت ارادی که توسط گاندویا[4] (۹) تعیین شده، بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است (۱۰). از

1.Cross exercise, Cross training
2.Bilateral Transfer
3.Cross Education
4.Gandevia

Archive of SID

www.SID.ir

آنجایی که مطالعات موفق به کنترل و ارزیابی هر چه تمام‌تر ملاحظات مورد نظر نشده‌اند؛ لذا، نتایج بدست آمده در ارتباط با مواردی همچون نوع تمرین (ایستا یا پویا[1]) مورد استفاده که مورد نظر محققین در پژوهش حاضر است، نیز محل سوال است. نوع تمرین مقاومتی در برنامه-های توان بخشی دارای اهمیت بسیاری است. تعیین اینکه چه نوع تمرینی می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای نسبت به نوع دیگر تمرین داشته باشد، می‌تواند در برنامه‌های توان‌بخشی بسیار موثر واقع شود. هورتوبای[2] و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای مشاهده کردند که تمرین کانسنتریک[3] قدرت کانسنتریک را به میزان ۳۰٪ و قدرت ایزومتریک را به میزان ۲۲٪ در عضو استراحتی (تمرین نکرده) افزایش می‌دهد. اما تمرین اکسنتریک[4]، قدرت اکسنتریک را ۷۷٪ و قدرت ایزومتریک را ۳۹٪ در عضو استراحتی (تمرین نکرده) افزایش می‌دهد (۱۱). مان[5] و همکاران (۲۰۰۴) نیز در یک مطالعه‌ی فراتحلیل، با استفاده از داده‌های خام چندین مطالعه اثرات تمرین ایزومتریک و پویا را با یکدیگر مقایسه کردند، اما تفاوت‌ها معنی‌دار نبودند (۶). گرچه تفاوت معنی‌داری در این مطالعه‌ی فراتحلیل دیده نشد، اما این شواهد نشان می‌دهد اثر انتقال دوجانبه‌ی قدرت نسبت به نوع انقباض بسیار اختصاصی است. به نظر می‌رسد کنترل و ارزیابی دقیق‌تر ملاحظات مورد نظر ممکن است میزان اثر انتقال دوجانبه را نسبت به نوع انقباض تغییر دهد. بنابراین، در این تحقیق تلاش کردیم تا اثر دو نوع تمرین مقاومتی ایزومتریک و ایزوتونیک را بر پدیده‌ی انتقال دو جانبه بررسی نماییم.

روش شناسی

تعداد ۴۰ دانشجوی مرد تمرین نکرده که حداقل به مدت ۶ ماه در هیچ یک از برنامه‌های تمرین مقاومتی شرکت نکرده بودند، پس از اعلام فراخوان به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. در این پژوهش به منظور کاهش تفاوت‌های فردی و جسمانی آزمودنی‌ها، شاخص توده‌ی بدن آنها را در حد طبیعی (۲۰ تا ۲۵) قرار دادیم. بنابراین آزمودنی‌های داوطلب واجد شرایط می‌توانستند در پژوهش شرکت کنند. قبل از اجرای تحقیق، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی و ورزشی آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. وجود هرگونه سابقه‌ی آسیب عضلانی-اسکلتی و بیماری‌های اورتوپدیک بویژه در پاها، و همچنین مصرف مکمل و دارو

1.Isometric or Dynamic
2.Hrtobagyi
3.Concentric Training
4.Eccentric Training
5.Munn

Archive of SID

www.SID.ir

معیارهای خروج آزمودنی از پژوهش بود. بر اساس این اطلاعات تمام آزمودنی‌ها در شروع پژوهش دچار هیچ گونه بیماری و عارضه‌ای بویژه در پایین تنه نبودند. آزمودنی‌ها به طور کامل با فرآیند پژوهش به صورت کتبی و شفاهی آشنا و سپس فرم رضایت نامه را تکمیل کردند. به منظور انجام پژوهش از طرح پیش و پس آزمون استفاده شد. ابتدا به مدت ۳ روز جلسات آشنایی برگزار و متغیرهای مورد مطالعه اندازه‌گیری شدند. به این منظور، پس از مراجعه هر آزمودنی، ویژگی‌های فردی، ترکیب بدنی (با استفاده از دستگاه In body مدل ۲۰۰۱ ساخت کشور کره جنوبی)، اندازه‌گیری‌های مربوط به چربی زیر پوستی (با استفاده از کالیپر لافایت[1] مدل ۰۱۱۲۷ ساخت ایالات متحده) و حداکثر قدرت بیشینه (1RM[2]) در حرکت جلو پا در هر پا به صورت مجزا اجرا شد. همچنین در جلسه‌ی دیگری حداکثر قدرت ارادی (MVC[3]) و تغییرات الکترومیوگرافی ادغامی (IEMG[4]) هر دو پا به صورت مجزا در حرکت جلو پا بدست آمد. پس از اینکه اندازه‌گیری‌های پیش آزمون انجام شد، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به ۳ گروه ایزومتریک (۱۵ نفر)، ایزوتونیک (۱۵ نفر) و شاهد (۱۰ نفر) تقسیم شدند. همچنین، در هر گروه پای تمرینی نیز به صورت تصادفی (ابتدا اسامی آزمودنی‌ها داخل کیسه‌ای قرار داده شد و سپس از کیسه خارج و به ترتیب شماره گذاری شدند. اعداد زوج به عنوان پای تمرینی راست و اعداد فرد پای تمرینی چپ بودند) انتخاب شد. سپس برنامه‌ی تمرینی را آغاز کردند.

اندازه‌گیری قدرت ایستا

این آزمون در حرکت باز کردن زانو در هر دو پا به صورت مجزا بر روی دستگاه ایزومتریک انجام گرفت. پشتی دستگاه و پایه دستگاه با توجه به طول پاها و تنه فرد تنظیم و زاویه ران (۹۰درجه) و زانو (۹۰ درجه) و مچ پا (۹۰ درجه) کنترل شد. برای جلوگیری از حرکات اضافی، تنه، ران و مچ پا از طریق بندهای مخصوص این آزمون ثابت شد. سپس، با استفاده از دستگاه MMT[5] قدرت ایستا اندازه‌گیری شد. این دستگاه در قسمت جلوی ساق پا کمی بالاتر از مچ پا ثابت شد و سپس از آزمودنی خواسته شد با حدکثر قدرت، نیرو اعمال کند. میزان عددی که دستگاه نشان می‌داد به عنوان قدرت ایستا اندازه‌گیری شد. این دستگاه قابلیت اندازه گیری دو درجه اعشار و همچنین تا ۱۰۰ کیلوگرم را دارد (۳۳،۳۴).

1.Lafayette caliper
2.One Repetition Maximum
3.Maximal Voluntary Contraction
4.Integrated Eletromyography
5.Micro Manual Muscle Tester

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری قدرت پویا

آزمون تعیین قدرت یک تکرار بیشینه افراد در حرکت باز کردن زانو توسط دستگاه جلو ران در هر دو پا به صورت مجزا با استفاده از معادله‌ی برزیکی (۱۲) انجام گرفت. آزمودنی‌ها قبل از اجرای این آزمون به مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و حرکات کششی در پایین تنه را انجام و ۲ نوبت با شدت کم حرکت باز کردن زانو را اجرا کردند، سپس برای اجرای آزمون اصلی تلاش نمودند. آزمودنی‌ها پس از هر نوبت از وزنه زدن (گرم کردن و اجرای آزمون) ۳ تا ۵ دقیقه استراحت نمودند. برای تخمین حداکثر قدرت فرد دامنه تکرارها نباید از ۸ تکرار بالاتر می‌رفت (۱۳). در حین اجرای آزمون، آزمودنی‌ها به طور کلامی تشویق می‌شدند تا حداکثر نیروی عضلانی خود را به کار ببرند (۱۴). از آزمودنی‌ها خواسته شد که پای دیگر را به صورت کاملا شل و بدون انقباض حفظ کنند، تا از اثرات فرآیند آزمون‌گیری بر انتقال دو جانبه جلوگیری و کاسته شود. این وضعیت در تمام اندازه‌گیری‌های مربوط به قدرت پا (قدرت پویا، قدرت ایستا و همچنین ثبت تغییرات الکتریکی) مورد لحاظ قرار گرفت.

ثبت الکترومیوگرافی

در تحقیق حاضر از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی (Muscle Tester ME3000P8) ساخت شرکتMega Electronic Ltd (کشور فنلاند) استفاده شد. الکترودهای مورد استفاده در این تحقیق از نوع ECG تک قطبی و از جنس آلیاژ نقره با کلرید نقره بود. محل اتصال الکترودها بر روی نقطه ۵۰ درصدی میان خار خاصره‌ای قدامی فوقانی تا سطح بالایی کشکک و محل اتصال الکترود مرجع بر روی استخوان کشکک زانو بود. برای کاهش امپدانس الکتریکی در محل اتصال لیدها، ابتدا موهای زاید از بین برده شد و با استفاده از یک پنبه‌ی آغشته به الکل تمیز شد. سپس لیدها بر روی محل مورد نظر قرار گرفتند. لیدها متعلق به شرکت اسکین تکت[1] بودند و یکی از بهترین نوع الکترودها برای ثبت فعالیت الکترومیوگرافی سطحی هستند. برای جلوگیری از جابجایی محل الکترودها در صورت تعویض، از ماژیک ماندگار برای علامت‌گذاری محل الکترودها استفاده شد. سپس آزمون MVC به منظور ثبت علائم الکتریکی عضله راست رانی اجرا شد و برای تجزیه و تحلیل در مراحل بعد توسط رایانه ضبط و نگهداری شد.

آزمون MVC به منظور ثبت فعالیت الکتریکی عضله‌ی راست رانی

این آزمون در حرکت باز کردن زانو در هر دو پا به صورت مجزا از طریق دستگاه ایزومتریک انجام گرفت. پشتی دستگاه و پایه دستگاه با توجه به طول پاها و تنه فرد تنظیم و زاویه ران

1.Skin tact

Archive of SID

www.SID.ir

(۹۰درجه) و زانو (۹۰ درجه) و مچ پا (۹۰ درجه) کنترل شد. برای جلوگیری از حرکات اضافی، تنه، ران و مچ پا از طریق بندهای مخصوص این آزمون ثابت شد. سپس، علائم الکترومیوگرافی ثبت شد. آزمودنی در آغاز با شنیدن علامت آزمونگر، با مقدار تقریبی۳۰ درصد از نیروی بیشینه خود، فشار می‌آورد و به تدریج در مدت ۳ ثانیه نیروی اعمالی خود را افزایش و پس از شنیدن صدای بوق از دستگاه الکترومیوگرافی با تمامی توان نیروی خود را علیه مقاومت پایه ثابت اعمال و پس از شنیدن سوت پایان (سه ثانیه بعد) به تدریج نیروی اعمال شده را کاهش و کمربند و بندهای تثبیت کننده توسط آزمون‌گیر باز می‌شد. بین هر تکرار از MVIC آزمودنی اجازه داشت به مدت سه دقیقه استراحت نماید (۱۶،۱۵).

پردازش سیگنال: برای پردازش سیگنال و محاسبه‌ی IEMG از نرم افزار Mega win ver.2 ساخت شرکتMega electronic استفاده شد. ابتدا سیگنال‌ها از دو الکترود ثبت شد و سپس اختلاف پتانسیل بین دو الکترود ۱ و ۲ بوسیله‌ی دستگاه فیلتر و تقویت می‌شود. سیگنال بعد از فیلتر شدن ابتدا یکسویه می‌شود، سپس به صورت میانگین فعالیت الکتریکی عضله در فاصله‌ی زمانی از پیش تعیین شده، انتگرال سطح زیر منحنی بر حسب واحد میکرو ولت ثانیه به شکل عددی نمایش داده می‌شود.

برنامه‌ی تمرینی

آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی ۱۸ جلسه تمرین طی ۶ هفته (۳ جلسه تمرین در هر هفته) در یک پا را انجام دادند. در طی دوره‌ی تمرینی از آزمودنی‌ها خواسته شد که در هیچ یک از فعالیت‌های ورزشی شرکت نکنند و فعالیت‌های عادی زندگی روزانه را انجام دهند. گروه شاهد نیز به تعداد برابر با گروه‌های تمرین در جلسات تمرین حضور پیدا کردند. قبل از اجرای تمرین اصلی آزمودنی‌ها زیر نظر پژوهشگر ۵ دقیقه گرم کردن عمومی و سپس به اجرای سه نوبت تمرینات کششی پایین تنه پرداختند (۱۹). تمرین اصلی با یک نوبت گرم کردن با ۱۵ تکرار در ٪۴۵ 1RM در پای تمرینی (۲۰) آغاز و سپس، آزمودنی‌ها پروتکل تمرین را در پای تمرینی در حرکت جلو پا آغاز کردند که شامل ٪۸۰ 1RM و حداکثر ۶ تا ۸ تکرار بود (۱۷). با توجه به اینکه نشان داده شده است که انقباض‌های با سرعت بالاتر قدرت و انتقال دوجانبه‌ی بیشتری فراهم می‌کنند (۱۷)، در این تحقیق سرعت انقباض بالا (۱ ثانیه مرحله‌ی کانسنتریک و ۱ ثانیه مرحله‌ی اکسنتریک) انتخاب شد. تناوب استراحتی بین هر نوبت حداکثر ۲ دقیقه بود (۱۷). تمرین ایزومتریک نیز شامل۳۰ انقباض ایزومتریک بیشینه در ۶۰ درجه از فلکشن زانو با ۲ تا ۴ ثانیه مدت انقباض و ۱۵ ثانیه استراحت بین هر انقباض بود (۱۸). آهنگ حرکت در هر روش تمرینی توسط مترونوم کنترل شد. هرگاه آزمودنی‌ها قادر به اجرای تعداد تکرار بیشتری

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شدند، میزان وزنه افزایش می‌یافت تا تعداد تکرارها در هر نوبت حفظ شود. به منظور جلوگیری از ایجاد کوفتگی عضلانی و همچنین ایجاد سازگاری، آزمودنی‌ها به مدت ۵ جلسه برنامه‌ی تمرین مقاومتی مورد نظر را با شدت ۴۵ درصد قدرت بیشینه اجرا کردند.

روش آماری

برای آزمون تفاوت‌های بین پیش و پس آزمون از آزمون t همبسته و برای مقایسه تفاوت‌های بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک سویه برای گروه‌های متفاوت (ANOVA) استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمامی آزمون‌ها $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. همچنین، تمامی عملیات توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.

نتایج

ویژگی‌های بدنی شامل سن، وزن، قد، ترکیب بدن و درصد چربی بدن در جدول ۱ ارائه شده است. از ۴۰ آزمودنی تعداد ۳ آزمودنی (۱ آزمودنی در گروه ایزوتونیک و ۲ آزمودنی در گروه ایزومتریک) نتوانستند تا انتهای دوره‌ی تمرینی شرکت کنند و از تحقیق حذف شدند. نتایج تجزیه و تحلیل چین پوستی و محیط ران در عضو تمرین نکرده تغییر معنی‌داری نسبت به پیش آزمون در هیچ یک از گروه‌ها نشان نداد. داده‌های MVC، 1RM و میانگین IEMG عضله‌ی راست رانی پای تمرین کرده و تمرین نکرده گروه‌های تمرینی در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. به منظور بررسی بین گروهی داده‌های مورد نظر از تغییرات بین پیش آزمون و پس آزمون گروه‌ها استفاده شد که در شکلهای الف، ب و ج آمده است. در گروه شاهد تنها یک پا به عنوان عضو تمرین نکرده مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، لذا در بررسی تفاوت‌ها داده‌های یک پا بررسی شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر دو نوع تمرین مقاومتی (ایزوتونیک و ایزومتریک) یکطرفه بر پدیده‌ی انتقال دو جانبه بررسی شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرین‌های قدرتی یکطرفه باعث افزایش معنی‌دار قدرت و فعالیت IEMG عضلات اکستنسور زانو نه فقط در عضو تمرین کرده بلکه در عضو تمرین نکرده نیز شدند. از آنجایی که گروه شاهد تغییر معنی‌داری بین پیش آزمون و پس آزمون در متغیرهای مورد مطالعه نشان ندادند؛ بنابراین، تغییرات مشاهده شده در گروه‌های تمرین حاصل برنامه‌ی تمرین مقاومتی بود. کومی[1] و همکاران، کروتکایسکی[1] و همکاران،

1.Komi

Archive of SID

www.SID.ir

شیما[2] و همکاران گزارش کردند اجرای تمرین‌های یکطرفه باعث افزایش معنی‌دار در قدرت و IEMG و فعال سازی ارادی در هر دو عضو تمرین کرده و تمرین نکرده‌ی طرف مقابل شدند (۲۳،۲۲،۳۱). مان و همکاران نیز در مطالعه‌ی فرا تحلیلی خود آثار انتقال دو جانبه را تایید کردند (۶). اویتویچ[3] و همکاران در پژوهش خود چنین گزارش کردند که تمرین در یک طرف باعث ایجاد تغییرات در قابلیت‌های تولید نیرو در عضو تمرین نکرده به دنبال اجرای تمرین‌های یکطرفه در عضو مقابل شد (۲۱). با توجه به تحقیقاتی که از تمرین‌های قدرتی بدست آمده، تمرین‌های ایزومتریک نسبت به سایر تمرین‌ها کمتر موفق به تایید آثار انتقال دو جانبه شده‌اند (۲۷،۲۶،۲۵). محققان بر این اساس گزارش کرده‌اند پروتکل تمرینی شاید به عنوان یک عامل درگیر باعث ایجاد آثار متفاوت انتقال دو جانبه در رابطه با قدرت عضلانی شود (۲۳).

در پژوهش حاضر، افزایش قدرت (پویا و ایستا) عضلات اکستنسور زانو همراه با افزایش فعالیت IEMG عضله‌ی راست رانی عضو تمرین نکرده در هر دو نوع تمرین مشاهده شد. اما تفاوت معنی‌داری بین تغییرات قدرت ایستا و پویا بین گروه‌های تمرینی در پای تمرین نکرده مشاهده نشد. هر چند مکانیزم‌های تحت اثر انتقال دو جانبه هنوز به طور کامل شناخته نشده است، اما توافق زیادی وجود دارد که قدرت کسب شده‌ی عضلات تمرین نکرده در طرف مقابل عضو تمرین کرده نمی‌تواند ناشی از هایپرتروفی عضله باشد (۱). انتقال دو جانبه نشان می‌دهد سازگاری‌هایی که در دستگاه عصبی مرکزی[4] صورت می‌گیرد تنها بر مجموعه‌ی نرون‌های حرکتی عضلات تحریک شده متمرکز نمی‌شود، بلکه نرون‌هایی که فعالیت عضلات طرف مقابل (تمرین نکرده) را نیز کنترل می‌کنند، تحت تاثیر قرار می‌گیرند (۱). بازتاب توسعه‌ی دوجانبه به منزله‌ی گذرگاهی است که به واسطه‌ی آن ممکن است عملکرد عضله‌ی طرف مقابل تغییر کند (۲۸). رایج‌ترین سازوکارهای مرتبط در این زمینه عبارتند از افزایش تسهیل عصبی عضلانی، کاهش ایمپالس‌های بازدارنده به عضو تمرین نکرده و انقباض ایزومتریکی نامحسوس عضو تمرین نکرده در طول تمرین‌های قدرتی. آثار ناشی از تسهیل در سیستم عصبی، نرون‌های حرکتی هر دو عضو را در طرفین تحت تاثیر قرار می‌دهند و ممکن است در ایجاد آثار انتقال دوجانبه شرکت داشته باشند (۱). هورتوبای[5] و همکاران گزارش کردند انقباض‌های ارادی یکطرفه، تغییرات پیچیده‌ای در گذرگاه حرکتی به وجود می‌آورند که عضلات طرف مقابل را

1.Krotkiewski
2.Shima
3.Eveytovich
4.Central Nervous System
5.Hortobagyi

Archive of SID

www.SID.ir

کنترل می‌کند. نتایج پژوهش آنها شواهدی را نشان می‌دهند که فعالیت‌های حسی و حرکتی یکطرفه، ساختارهای دو طرفه‌ی بدن را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در این پژوهش، مقایسه‌ی آثار انقباض‌های عضلانی ناشی از تحریک و انقباض‌های ارادی روی MEP[۱] و بازتاب H[۲] نشان داد که هر دو فعالیت‌های حسی و فرامین حرکتی برای انقباض در یک طرف بدن می‌تواند گذرگاه حرکتی عضو تمرین نکرده را نیز تحت تاثیر قرار دهد (۲۹). از آنجایی که آثار انتقال دو جانبه در تمرین‌های غیر ارادی عضلات (تحریک الکتریکی) ظاهر می‌شود، این امکان وجود دارد که سازوکارهای نخاعی نیز در این امر مشارکت داشته باشند (۶). در این پژوهش، تغییر معنی‌داری در محیط عضو تمرین نکرده مشاهده نشد. اگرچه، ابزار استفاده شده در اندازه‌گیری محیط ران به اندازه‌ی سایر ابزار مانند اولتراسوند (۳۰) حساس نبود تا تغییرات خیلی کوچک در محیط ران را نشان دهد. بنابراین، به نظر می‌رسد بهبود فعال سازی ارادی از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی و افزایش فرکانس شلیک از طریق مکانیزم‌های عصبی مرکزی ممکن است مسئول اثر متقابل تمرین قدرتی یکطرفه باشد (۱۷). با توجه به مطالعاتی که انجام شده، تفاوت معنی‌داری بین نوع تمرین (ایستا یا پویا) بر پدیده‌ی انتقال دو جانبه مشاهده نشده است (۶). در پژوهش حاضر، ۶ هفته تمرین پویا (۱۰,۱۶٪) انتقال دو جانبه‌ی قدرت پویا در گروه ایزوتونیک و (۶,۲۱٪) انتقال دو جانبه‌ی قدرت پویا در گروه ایزومتریک ایجاد کرد. همچنین، میزان انتقال دو جانبه‌ی قدرت ایستا در گروه ایزوتونیک (۸,۳۳٪) و در گروه ایزومتریک (۱۰,۱۸٪) بود. مان و همکاران در مطالعه‌ی فرا تحلیلی که از داده‌های مطالعات مختلف استفاده کرده بودند، به طور میانگین ۸٪ انتقال دو جانبه را گزارش کردند (۶). کومی[۳] و همکاران ۱۲,۱٪ انتقال دو جانبه را پس از ۱۲ هفته تمرین ایزومتریک در قدرت ایزومتریک مشاهده کردند (۳۱). کانوس[۴] و همکاران نیز از آزمون ایزومتریک در تعیین قدرت استفاده کرده بودند، ۱۳,۳٪ انتقال دو جانبه را گزارش کردند (۳۰). در این پژوهش، زمانی که نوع تمرین با نوع آزمون مشابه بود، میزان انتقال دو جانبه در هر دو نوع تمرین بیشتر بوده است. اکثر مطالعاتی که انتقال دو جانبه را مورد بررسی قرار داده‌اند، از آزمون ایزومتریک (ایستا،MVC) برای ارزیابی قدرت استفاده کرده بودند. نوع آزمون در ارزیابی انتقال دو جانبه دارای اهمیت است. شیما و همکاران در مطالعه‌ی خود، طی یک دوره تمرینات پویا از آزمون MVC برای سنجش انتقال دو جانبه‌ی قدرت استفاده کرده بودند تا از اثرات مثبت نوع آزمون بر انتقال دو جانبه جلوگیری شود (۲۳).

1.Motor-Evoked Potential
2.H-Reflex
3.Komi
4.Kannus

Archive of SID

www.SID.ir

هورتوبای و همکاران گزارش کردند قدرت عضلات چهار سر در عضو تمرین نکرده تا ۱۵٪ با آزمون ایزومتریک و تا ۲۳٪ با آزمون اکسنتریک افزایش یافت (۳۲). این یافته پیشنهاد می‌کند میزان انتقال دو جانبه بسته به نوع آزمون، قابل تغییر است (۲۳). این موضوع در پژوهش حاضر، در هر دو نوع تمرین مشاهده شد؛ که موید این است که نوع تمرین نسبت به اثر انتقال دو جانبه اختصاصی است. در این پژوهش به منظور مقایسه‌ی نوع تمرین بر انتقال دو جانبه از دو نوع آزمون قدرت (1RMوMVC) استفاده شد. اگرچه شدت تمرین در گروه ایزوتونیک نسبت به گروه ایزومتریک کمتر بود، اما اثر انتقال دو جانبه‌ی آنها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. از طرفی زمانی که نوع تمرین با نوع آزمون متفاوت بود، میزان انتقال دو جانبه در گروه ایزوتونیک (آزمون MMT؛ ۸,۳۳٪) نسبت به گروه ایزومتریک (آزمون1RM؛ ۶,۲۱٪) بیشتر بود. مقایسه‌ی تغییرات (تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون) قدرت ایستا و پویا در پای تمرین نکرده بین گروه‌های تمرینی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. اما تغییرات IEMG در گروه ایزوتونیک به طور معنی‌داری از گروه شاهد بیشتر بود. همچنین، تغییرات قدرت پویا در پای تمرین کرده به طور معنی‌داری از گروه ایزومتریک بیشتر بود.

در این پژوهش، انتقال دو جانبه در هر دو نوع تمرین مقاومتی مشاهده شد. اگرچه تفاوت‌های معنی‌داری در انتقال دوجانبه بین گروه‌های تمرینی وجود نداشت، اما با در نظر گرفتن شدت تمرین در هر گروه و میزان انتقال دو جانبه، به نظر می‌رسد انقباض‌های ایزوتونیک آثار سودمند بیشتری نسبت به انقباض‌های ایزومتریک داشته باشند. با توجه به اینکه آثار سودمند تمرین‌های یکطرفه در عضو بی‌حرکت مشاهده شده است، این موضوع می‌تواند کاربردهای بالینی بسیاری در برنامه‌های توان بخشی برای بیمارانی که دارای محدویت در یک عضو هستند، داشته باشد.

جدول۱ . ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار).

گروه / متغیر	ایزوتونیک (N=۱۴)	ایزومتریک (N=۱۳)	شاهد (N=۱۰)
سن(سال)	۲۱/۲۹ ±۱/۲۶	۲۱/۵۴ ±۱/۵۶	۲۲/۶ ±۱/۸۹
قد(سانتی‌متر)	۱۷۵/۲۹±۴/۴۹	۱۷۲/۱۵ ±۳/۰۲	۱۷۷/۵۰ ±۳/۴۴
وزن(کیلوگرم)	۷۰/۴۷ ±۴/۲۲	۶۶/۶۵±۵/۳۶	۷۳/۵۰±۵/۹۴
شاخص توده بدن(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۹۳ ±۱/۲۶	۲۲/۴۹ ±۱/۸۷	۲۳/۳۰±۱/۲۸
چربی بدن(درصد)	۱۴/۸۷ ±۲/۷۶	۱۵/۰۵ ±۲/۵۳	۱۶/۲۲±۲/۴۴

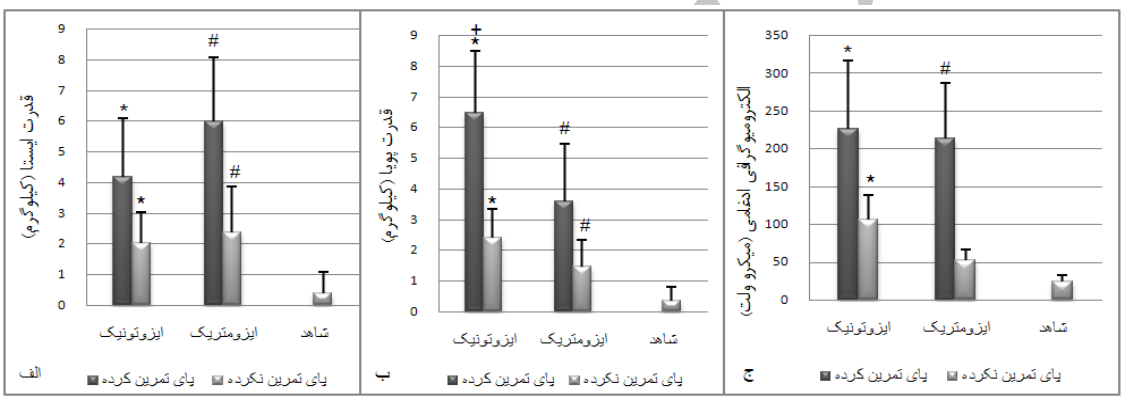
Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲ . نتایج پیش آزمون و پس آزمون در عضو تمرین کرده (T) و تمرین نکرده (UT) (میانگین ± انحراف معیار).

متغیر / گروه		MVC		1RM		IEMG	
		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
T	ایزوتونیک	۲۴/۰۴±۲/۷۷	۲۸/۲۲±۳/۱۸*	۲۲/۵۲±۳/۰۸	۲۹/۰۲±۳/۰۱*	۱۳۱۰/۴۳±۱۷۶/۸۷	۱۵۳۶/۲۱±۲۰۲/۷۲*
T	ایزومتریک	۲۳/۲۵±۳/۰۶	۲۹/۲۴±۳/۱۰*	۲۴/۰۶±۳/۱۵	۲۷/۶۴±۳/۲۲*	۱۳۵۷/۲۳±۲۰۳/۱۷	۱۵۷۱/۳۱ ±۱۹۸/۱۴*
UT	ایزوتونیک	۲۴/۴۷±۲/۱۷	۲۶/۵۱±۲/۵۴*	۲۳/۷۰±۲/۸۴	۲۶/۱۱±۲/۸۵*	۱۳۷۷/۶۹±۱۸۰/۸	۱۴۸۴/۳۸ ±۱۸۶/۷۱*
UT	ایزومتریک	۲۳/۳۷±۲/۲۱	۲۵/۷۵±۱/۸۲*	۲۳/۸۱±۲/۵۱	۲۵/۲۹±۳/۰۳*	۱۲۸۹/۲۹±۱۸۶/۶۷	۱۳۴۱/۳۶±۲۰۸/۳۴*
UT	شاهد	۲۳/۶۴±۳/۲۹	۲۴/۰۵±۳/۰۶	۲۲/۸۵±۳/۱۶	۲۳/۲۱±۲/۸۱	۱۲۸۶/۶۰±۱۸۳/۱۶۸	۱۳۱۰/۳۱ ±۱۹۳/۸۱

* اختلاف معنی‌دار نسبت به پیش آزمون در سطح p≤۰/۰۵ .



شکل الف- تفاوت بین گروهی تغییرات بین پیش آزمون و پس آزمون قدرت ایستا در پای تمرین کرده و تمرین نکرده

شکل ب- تفاوت بین گروهی تغییرات بین پیش آزمون و پس آزمون قدرت پویا در پای تمرین کرده و تمرین نکرده

شکل ج- تفاوت بین گروهی تغییرات بین پیش آزمون و پس آزمون الکترومیوگرافی ادغامی در پای تمرین کرده و تمرین نکرده

* تفاوت معنی دار بین گروه ایزوتونیک و شاهد در عضو تمرین کرده یا تمرین نکرده در سطح p≤۰/۰۵ .

تفاوت معنی‌دار بین گروه ایزومتریک و شاهد در عضو تمرین کرده یا تمرین نکرده در سطح p≤۰/۰۵ .

+ تفاوت معنی‌دار بین گروه ایزوتونیک و ایزومتریک در عضو تمرین کرده یا تمرین نکرده در سطح p≤۰/۰۵ .

Archive of SID

www.SID.ir

منابع:

۱. دانشمندی حسن ، افشار نژاد طاهر و حسینی سید علی. (۱۳۸۵). اثر تمرین مقاومتی یکطرفه و بی تمرینی بر سازگاری‌های عصبی عضو تمرین نکرده. *فصل نامه المپیک*، ؛ شماره ۳: ۴۷-۶۰.

2. Hendy AM, Spittle M, Kidgell DJ. (2012). Review: Cross education and immobilization: Mechanisms and implications for injury rehabilitation. J Sci Med Sport, 15:94-101.
3. Zhou S. (2003). Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training. *J Exer Sci Fitt*, 1(1): 54-60.
4. Carroll TJ, Herbert RD, Munn J, Lee M, and Gandevia SC. (2006). Contralateral effect of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *J Appl Physiol*; 101:1514-1522.
5. Suetta C, Hvid LG, Justesen L, Christensen U, Neergaard K, Simonsen L, Ortenblad N,Magnusson SP, Kjaer M, and Aagaard P. (2009). Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *J Appl Physiol*; 107(4):1172–1180.
6. Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. (2004). Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. *J Appl Physiol*, 96:1861-1866.
7. Herbert RD, Dean C, Gandevia SC. (1998). Effects of real and imagined training on voluntary muscle activation during maximal isometric contractions. *Acta Physiol Scand*; 163: 361-368.
8. Gleeson NP, Mercer TH. (1996). the utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Med*; 21: 18-34.
9. Gandevia SC. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*; 81 (4): 1725-89.
10. Lee M and Carroll TJ. (2007). Cross Education: Possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. *Sports Med*; 37 (1): 1-14.
11. Hortobágyi T, Lambert NJ, and Hill JP. (1997). Greater cross education following training with muscle lengthening than shortening. *Med Sci Sport Exer*, 29(1): 107-112.
12. Brzycki M. (1993). Strength testing-predicting a one-rep max from reps to fatigue. *J Physi Edu Recr Dance*; 64: 88-90.
13. Edward M. (2007). Sport and exercise physiology testing, published by Routledge press.
14. McBride JM, McCaulley GO, Cormie P, Nuzzo JL, Cavill MJ, Triplett NT. (2009). Comparison of Methods to Quantify Volume During Resistance Exercise, *J Str Cond Research*: 23: 106-110.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Kraemer RR, Durand RJ, Hollander DB, Tryniecki JL, Hebert EP, Castracane VD. (2004). Ghrelin and other glucoregulatory hormone responses to eccentric and concentric muscle contractions. *Endocrine* 24: 93-98.

16. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular functions in humans. *J Appl Physiol*, 88: 2097–2106.

17. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ and Gandevia SC. (2005). Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol*, 99: 1880–1884.

18. Carolan B and Cafarelli E. (1992). Adaptations in coactivation after isometric resistance training. *J Appl Physiol*, 73: 911–917.

19. Benjamin S, Beynnon BD, Helie BV, Alosa DM, and Rennnstrom PA. (2000). The benefit of a single leg strength training program for the muscles around the untrained ankle. *Amer J Sport Med*. 28: 568-573.

20. Reeves ND, Narici MV, and Maganaris CN. (2004). In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age, *Exp Physiol*, 89 (6): 675-689.

21. Eveytovich TK, Housh DJ, Johnson GO, Smith DB and Ebersole KT. (2001). The effect of Concentric Isokenetic strength training of the Quadriceps Femoris on EMG and muscle strength in the trained and untrained limb. *J. strength & conditioning Research*; 15 (4): 439-445.

22. Krotkiewski M, Aniansson A, and Grimby G. (1979). The effect of unilateral isokenitic strength training on local adipose and muscle tissue morphology, thickness, and enzymes. *Eur. J. Appl. Physiol*; 42: 271-281

23. Shima N, Ishida K, Katayama K, Morotome Y, Sato Y, and Miamura M. (2002). Cross Education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur. J. Appl. Physiol*; 86 (4): 287-294.

24. Weir IP, Housh DJ, Housh TJ, and Weir IL. (1997). The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specifity, cross-training and the bilateral deficit. *J. Orthop. Sports Phys. Ther*, 25 (4): 264-270.

25. Ebersole KT, Housh TJ, Johnson GO, Perry SR, Bull AJ, and Cromer JT. (2002). Mechanomyographic and Electromyographic response to unilateral isometric training. *J. Strength Conditioning Research*; 16 (2): 192-201.

26. Gorfinkel S and Cafarelli E. (1992). Relative change in maximal force, EMG, and muscle cross sectional area after isometric training. Med. Sci. *Sports Exerc*; 24: 1220-1227.

27. Weir JP, Housh TJ, Weir LL, and Johnson, G.O. (1995). Effect of unilateral isometric strength training on joint angle specificity and cross-training, *Eur. J. Appl. Physiol*; 70: 337-343.

28. Jackson SW, Turner DL. (2003). Prolong Muscle vibration reduces maximal

Archive of SID

www.SID.ir

voluntary knee extension performance in both the ipsilateral and the contralateral limb in man. *Eur. J. Appl. Physiol*; 88:380-386.

29. Hortobagyi T, Taylor JL, Peterson NT, Russell G, and Gandevia SC. (2003). Change in segmental and motor cortical output with contralateral muscle contraction and altered sensory input in humans. *J. Neuro. Physiol*; 90: 2451-2459.

30. Kannus P, Alosa D, Cook L, Johnson RJ, Renstrom P, Pope M, Beynnon B, Yasuda K, Nichols C, and Kaplan M. (1992). Effect of one-legged exercise on the strength, power and endurance of the contralateral leg. A randomized, controlled study using isometric and concentric isokinetic training. *Eur J Appl Physiol* 64: 117–126.

31. Komi PV, Viitasalo JT, Rauramaa R, and Vihko V. (1978). Effect of isometric strength training of mechanical, electrical and metabolic aspects of muscle function. *Eur J Appl Physiol*; 40: 45–55.

32. Hortobagyi T, Scott K, Lambert J, Hamilton G, and Tracy J. (1999). Crosse ducation of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Motor Control*; 3: 205–219.

33. Bohannon RW. (1988). Make tests and break tests of elbow flexor muscle strength. *Phys Ther*; 68:193-4.

34. Baldwin C E, Paratz J D, Bersten A D. (2012). Muscle strength assessment in critically ill patients with handheld dynamometry: An investigation of reliability, minimal detectable change, and time to peak force generation. *J Critical Care;* In Press.

ارجاع دهی به روش APA

صالحی اکبر، رحمانی نیا فرهاد، میرزایی بهمن،(۱۳۹۲)،مقایسه اثر دو نوع تمرین مقاومتی ایزوتونیک و ایزومتریک بر قدرت و تغییرات الکترومیوگرافی عضله پای تمرین نکرده در دانشجویان مرد تمرین نکرده،فیزیولوژی ورزشی،(۱۸):۱۲۰-۱۰۷.

ارجاع دهی به روش ونکوور

صالحی اکبر، رحمانی نیا فرهاد، میرزایی بهمن.مقایسه اثر دو نوع تمرین مقاومتی ایزوتونیک و ایزومتریک بر قدرت و تغییرات الکترومیوگرافی عضله پای تمرین نکرده در دانشجویان مرد تمرین نکرده.فیزیولوژی ورزشی.۱۳۹۲;۵(۱۸):۱۲۰-۱۰۷

Archive of SID

www.SID.ir