پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۵
ص ص : ۱۲۹- ۱۱۹

تأثیر فشارهای متفاوت کاهش جریان خون با فعالیت ایزومتریک بر تغییرات الکترومیوگرافی عضله

عارف باسره*[۱]- خسرو ابراهیم [۲] – فریبرز هوانلو [۳] – پونه دهقان [۴]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران*[*]*۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، استاد دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران ۳. دکتری طب ورزشی، دانشیار دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران ۴. دکتری رادیولوژی، استادیار مرکز تحقیقات بالینی بیمارستان طالقانی، تهران

(تاریخ دریافت : ۱۲ / ۰۷ / ۱۳۹۲، تاریخ تصویب : ۱۹ / ۱۱ / ۱۳۹۲)

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر حاد فعالیت‌های ایزومتریک با فشارهای مختلف کاهش جریان خون بر تغییرات الکترومیوگرافی عضله است. بدین منظور ۱۰ مرد دانشجوی سالم با میانگین سن ۰/۳۳±۲۵/۸ سال و قد ۱/۶۷±۱۷۶/۶ سانتی‌متر و وزن ۲/۱±۷۵/۲ کیلوگرم که سابقه تمرین مقاومتی را داشته‌اند به‌طور داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. در ابتدا فشارخون قوزک پا آزمودنی‌ها به‌وسیله دستگاه سونوگرافی داپلر رنگی و توسط متخصص سونوگرافی تعیین گردید و همین مقدار فشار جهت کاهش جریان خون در جلسات فعالیت همراه با کاهش جریان خون به‌وسیله کاف بر بالاترین نقطه ران پای غالب آزمودنی‌ها اعمال شد. پروتکل این تحقیق شامل ۶ انقباض ایزومتریک ۱۰ ثانیه‌ای و بین هر دو انقباض آزمودنی‌ها ۶۰ ثانیه استراحت می‌کردند. این پروتکل در هر چهار جلسه فعالیت که با یکی از فشارهای صفر،۷۰،۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی انجام شد، عیناً تکرار شد. با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنف طبیعی بودن داده‌ها بررسی شد و سپس از آزمون تحلیل واریانس مکرر یک‌طرفه جهت تشخیص معنادار بودن تغییرات (الکترومیوگرافی ادغامی) iEMG بین چهار جلسه استفاده شد. نتایج داده‌ها نشان داد که بین جلسات ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی در iEMG تفاوت معنادار مشاهده نشد (P>۰/۰۵) ، ولی بین سایر جلسات تفاوت معنادار در iEMG مشاهده شد (P<۰/۰۵). همچنین اگر فعالیت همراه با کاهش جریان خون با بار ۶۵ درصد MVC با فشاری معادل ۱۰۰ درصد فشار سیستولی انجام شود، فعالیت الکتریکی بیشتر از انجام همین فعالیت با بار یکسان و فشارهای کم تر (صفر و ۷۰ درصد فشار سیستولی) و برابر با انجام فعالیت با بار یکسان و فشار ۱۳۰ درصد فشار سیستولی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی

کاهش جریان خون، فعالیت ایزومتریک، کاآتسو، الکترومیوگرافی، انسداد عروق.

* - نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۱۸۴۶۱۲۶۵۵ Email: aref.shim@gmail.com

*. محل انجام پژوهش: دانشگاه شهید بهشتی و بیمارستان طالقانی تهران

مقدمه

بی‌تحرکی عضو یا مفصل آسیب‌دیده اغلب پس از آسیب‌های عضلانی اسکلتی یا جراحی موردنیاز است (۴). متأسفانه، حتی یک دوره کوتاه‌مدت بی‌تحرکی (ناشی از آسیب، شکستگی) منجر به کاهش قابل‌توجهی در عملکرد عضو موردنظر می‌شود که اغلب یک دوره طولانی‌مدت از توان‌بخشی نیاز است تا بازیافت صورت گیرد (۱۴). ازآنجای 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 دوره بی‌تحرکی بسیار مطلوب خواهد بود. در حال حاضر تمرین مقاومتی به‌عنوان یک بخش کامل و جدایی‌ناپذیر برنامه‌های توان‌بخشی و ارتقای سلامتی در یک طیف وسیعی از حوزه‌های بالینی مورداستفاده قرار می‌گیرد (۲۹).

تمرین مقاومتی واژه‌ای کلی است که شکل‌ها و روش‌های گوناگون فعالیت را شامل می‌شود. هدف از تمرین مقاومتی می‌تواند پیشگیری از آسیب و باز توانی، بهبود توان، قدرت، استقامت عضلانی و حجم عضلانی باشد (۱،۲۹). به‌طورکلی فعالیت مقاومتی که جهت افزایش حجم و قدرت عضلانی انجام می‌گیرید، باید شدتی در حدود ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه (1-RM)[1] یا ۸۰ درصد حداکثر انقباض ایزومتریک (MVC)[2] داشته باشد (۱،۲). اگرچه استفاده از وزنه‌هایی سنگین تأثیر مثبتی دارد، اما استفاده از این وزنه‌ها برای افراد پیر یا افراد در حال باز توانی به دلیل فشاری که این وزنه‌ها بر مفاصلشان وارد می‌کند و صرفاً به استفاده از وزنه‌های سبک محدود می‌شوند، توصیه نمی‌شود. باوجوداینکه انجام تمرینات سبک برای این افراد بهتر از بی‌تحرک بودن است، اما جهت افزایش حجم و قدرت عضلانی باید حتماً از وزنه‌های سنگین استفاده شود (۱)، بنابراین مشکلی که اغلب این افراد به آن دچار می‌شوند، از دست دادن حجم عضلانی (آتروفی) است.

یکی از روش‌هایی که جهت جلوگیری از آتروفی عضلانی در افراد بی‌تحرک استفاده می‌شود ممانعت از رسیدن خون به اندام موردنظر است (۹،۱۰،۱۹). تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰a) نشان دادند که با مسدود کردن عروق خون رسان به‌پای ورزشکارانی که بعد از پارگی رباط صلیبی قدامی (ACL)[3] تحت عمل جراحی قرارگرفته و بعدازآن مجبور به استراحت در بستر بوده‌اند، می‌توان از آتروفی عضلانی آن‌ها جلوگیری کرد (۱۸)؛ اما در زمان باز توانی یا در تمرینات مقاومتی برای افراد مسن علاوه بر جلوگیری از آتروفی عضلانی، افزایش حجم و قدرت نیز یکی دیگر از اهداف مهم است؛ بنابراین تاکارادا و همکاران(۲۰۰۰b) در ادامه تحقیقات خود پیشنهاد کردند که اگر کاهش جریان خون به عضو موردنظر همراه با تمرین مقاومتی برای همین عضو انجام شود علاوه بر جلوگیری از آتروفی، افزایش اندازه و قدرتی که قابل‌مقایسه با تمرین مقاومتی با شدت بالا است مشاهده می‌شود (۱۹).

یکی از مکانیسم‌هایی که بیشترین تأثیرگذاری را داشته و در اکثر منابع به‌عنوان دلیل اصلی تأثیرگذاری تمرین همراه با کاهش جریان خون برافزایش حجم و قدرت عضلانی بیان‌شده است، فراخوانی بیشتر تارهایی نوع II در این تمرینات است (۱۱). در تمرین با شدت کم به همراه کاهش جریان خون به دلیل کمبود خون در عضله و درنتیجه کمبود اکسیژن در دسترس، فشار متابولیکی افزایش‌یافته و عضلات نوع اول خیلی زود خسته می‌شوند و درنتیجه تکیه بر عضلات نوع II و متابولیسم غیر هوازی بیشتر می‌شود (۱۱،۱۸،۲۰) که این

1. One-repetition maximum
2. Maximal voluntary isometric contraction
3. anterior cruciate ligament

درگیری بیشتر تارهای عضلانی نوع II باعث پاسخ‌هایی هورمونی شدیدتر (۸)، افزایش فشار مکانیکی و افزایش انباشت متابولیت‌ها می‌شود (۵). افزایش انباشت متابولیت‌ها به نوبه خود باعث تحریک تولید فاکتورهای رشد محیطی و موضعی می‌گردد و درنتیجه همانندسازی و ترجمه پروتئین‌ها افزایش می‌یابد (۱۵،۲۰) که افزایش همانندسازی و ترجمه، باعث افزایش تولید پروتئین و نهایتاً افزایش حجم و قدرت عضلانی می‌گردد (۱۳).

مطالعات انجام‌گرفته تاکنون دارای محدودیت‌های بوده‌اند، مانند چینوهارا و همکاران (۱۹۹۷) که در مطالعه خود فشار اعمال‌شده جهت کاهش جریان خون بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر جیوه بوده است که اول اینکه فشاری بالاست و دوم اینکه مقدار کاهش جریان خون بدون هیچ قاعده خاصی و صرفاً با توجه به تحقیقات قبلی تعیین‌شده است (۷). کاربولت و همکاران (۲۰۰۶) تحقیقی به‌منظور بررسی فعالیت ایزومتریک با کاهش جریان خون بر روی فعالیت عضلانی انجام دادند. در این مطالعه میزان فشار کاف برای انسداد جریان خون به‌طور میانگین ۱۸۰ میلی‌متر جیوه بود و مقدار کاهش جریان خون بدون هیچ قاعده خاصی و صرفاً با توجه به تحقیقات قبلی تعیین‌شده است (۶).

با توجه تحقیقات انجام‌شده درگیری تارهایی نوع دوم در فعالیت یا تمرین همراه با کاهش جریان خون بیشتر بوده و همین عامل باعث می‌شود که این فعالیت اگرچه با بار کم‌تر از ۷۰ درصد (RM-۱) [حداقل بارکار لازم جهت افزایش حجم و قدرت عضلانی(۱)] انجام شود ولی باعث افزایش حجم و قدرت عضلانی می‌شود. این افزایش حجم و قدرت می‌تواند برای کسانی که به دلایلی نمی‌توانند از وزنه‌هایی سنگین استفاده کنند مثل ورزشکاران، بیماران در حال باز توانی مخصوصاً افرادی با مشکل پارگیACL ، افراد مسن و حتی فضانوردان مفید باشد. انجام تمرینات ایزومتریک برای این‌گونه افراد کم آسیب تر بوده و قابلیت اجرای راحت‌تر دارد؛ بنابراین در این تحقیق تلاش کردیم اولاً مشخص کنیم که آیا بستن کاف می‌توانند تأثیری بر فعالیت عضلانی در حین فعالیت ایزومتریک داشته باشد و ثانیاً اینکه در صورت وجود تأثیر، کدام فشار کاهش جریان خون می‌تواند تأثیر بیشتری بر فعالیت عضله داشته باشد؟

روش‌شناسی

نمونه تحقیق

آزمودنی‌های این تحقیق را ۱۰ مرد فعال (۱ تا ۳ جلسه فعالیت در هفته) با میانگین سن ۲۵/۸±۰/۳۳ سال ، قد ۱۷۶/۶±۱/۶۷ سانتی‌متر و وزن ۷۵/۲±۲/۱ کیلوگرم که سابقه تمرین مقاومتی را داشتند، تشکیل دادند.

آزمودنی‌ها از طریق اطلاعیه و به‌صورت هدفمند جهت حضور در این تحقیق انتخاب شدند. آزمودنی‌ها سابقه اختلالات عصبی-عضلانی- اسکلتی، سابقه ضربه یا شکستگی در اندام تحتانی، فشارخون کم یا زیاد، مصرف دارو یا مکمل نداشتند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا هیچ‌گونه فعالیت ورزشی را در طول دوره تحقیق انجام ندهند تا بدین‌وسیله از تداخل اثرات ورزش با جلسات آزمون جلوگیری شود. آزمودنی‌ها در پنج جلسه مجزا به آزمایشگاه مراجعه کردند. جلسه اول باهدف آشنایی با محیط آزمایشگاه، اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتریک (قد با استفاده از قد سنج سکا مدل ۷۶۷ با دقت ۱ میلی‌متر، ساخت کشور آلمان، وزن با استفاده از ترازوی دیجیتالی سکا مدل ۲۰۷ با دقت ۰/۱ کیلوگرم، ساخت کشور آلمان و همچنین فشارخون با استفاده از فشارسنج دیجیتال بازوی ساخت کشور چین)، تکمیل فرم رضایت‌نامه، پرسشنامه و سابقه پزشکی و آشنایی با روند اجرایی پروتکل تمرین و روش کاهش جریان خون برگزار شد. بعد از این مراحل آزمودنی‌ها در بخش رادیولوژی

بیمارستان طالقانی تهران حضور یافتند و مقدار فشار سیستولی پا آزمودنی‌ها توسط متخصص رادیولوژی و با کمک دستگاه داپلر رنگی (دستگاه سونوگرافی داپلر مدل MP4 ساخت کشور فرانسه) برآورد شد تا در جلسات فعالیت همراه با کاهش جریان خون مورد استفاده قرار گیرد.

ثبت الکترومیوگرافی

به‌منظور ثبت داده‌های الکترومیوگرافی از دستگاه ME6000 مدل MT-M6T16 استفاده شد. این دستگاه دارای ۱۶ کانال است که قادر به‌اندازه گیری فعالیت الکتریکی ۴ تا ۸ عضله به‌طور همزمان است برای تجزیه و تحلیل نتایج آن از نرم‌افزارMEGAVIN Software Version 3.1 استفاده شد.

به‌منظور ثبت اطلاعات ابتدا محل الکترود گذاری را با حذف موهای زائد و سپس با الکل تمیز گردید. الکترودها را بر روی عضله راست رانی قرار داده و با حصول اطمینان از اینکه الکترودها بر روی شکم عضله قرار دارد، الکترودها موازی با جهت تارهای عضلانی و به فاصله دو سانتی‌متر (مرکز تا مرکز) از هم بر روی برآمدگی مرکز عضله قرار داده شدند. الکترودهای خنثی نیز روی زوائد استخوانی متصل شده بودند.

برای ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی از الکترودهای سطحی یک‌بارمصرف مدل Lifen ساخت کشور چین استفاده‌شده است. این الکترودها از طریق یک واسط هادی ژل‌مانند که دارای ترکیب نقره/کلرید نقره است امواج را از روی پوست دریافت می‌کنند. این الکترودها از نوع نقره/کلرید نقره، یک‌بارمصرف با ابعاد ۵۵×۵۰ میلی‌متر جیوه بوده، ضد حساسیت هستند و به‌راحتی به پوست چسبیده و از آن جدا می‌شوند.

پردازش سیگنال

داده‌های مورداستفاده از سیگنال ثبت‌شده الکترومیوگرافی شامل الکترومیوگرافی ادغامی[1] (IEMG) بود که پس از یک فیلتر پایین گذر جهت حذف نویز، یک‌سویه شد و به‌صورت میانگین برحسب میکرو ولت در ثانیه به دست آمد. داده‌های IEMG بر اساس MVC هر آزمودنی نرمال‌سازی شد. داده‌ها پس از فرایندهای فیلترینگ با برنامه مگاوین و نرمال‌سازی دریافت و سپس برای تحلیل وارد spss شد.

ابزار کاهش جریان خون

در این پژوهش جهت کاهش جریان خون در ناحیه ران از ترکیب یک کاف به عرض ۸ سانتی‌متر و فشارسنج دستی جهت اعمال فشار استفاده شد. بدین‌صورت که این کاف در بالاترین نقطه ران بسته می‌شود و با فشارسنج تا فشار موردنظر بر ران فشار وارد می‌شود تا جریان خون آن کاهش یابد.

روش اندازه‌گیری فشار سیستولی پا

برای تعیین مقدار فشار کاف در جلسات همراه با کاهش جریان خون ابتدا آزمودنی‌ها در حالت خوابیده قرار گرفتند و سپس همان کافی که در جلسه فعالیت جهت کاهش جریان خون استفاده می‌شد در نقطه ابتدایی ران آزمودنی‌ها بسته شد و زیر نظر متخصص سونوگرافی با دستگاه داپلر فشار سیستولی قوزک پا مطابق مراحل زیر اندازه‌گیری شد و در جلسات کاهش جریان خون بکار گرفته شد:

مرحله اول: باد کردن کاف به مقدار ۵۰ میلی‌متر جیوه و نگه‌داشتن این فشار به مدت ۳۰ ثانیه، سپس خالی کردن باد کاف و ۱۰ ثانیه استراحت، مرحله دوم: باد کردن کاف به مقدار ۱۳۰ درصد فشار سیستولی گرفته‌شده از بازو و اعمال آن به مدت ۳۰ ثانیه، سپس خالی کردن باد

1. Integrated Electromyography

کاف و ۱۰ ثانیه استراحت، مرحله سوم: در این مرحله ۴۰ میلی‌متر جیوه به فشار اعمال شده در مرحله دوم اضافه شد و فشار به مدت ۳۰ ثانیه حفظ شد و سپس خالی کردن باد کاف و ۱۰ ثانیه استراحت داده شد. در مراحل چهارم، پنجم و..... هر بار ۴۰ میلی‌متر جیوه به فشار مرحله قبل اضافه می‌شد و این فشار برای ۳۰ ثانیه نگه داشته می‌شد و سپس ۱۰ ثانیه استراحت داده می‌شد، این کار تا زمانی ادامه پیدا می‌کرد که خون قابل تشخیص از سرخرگ تیبیال که به‌وسیله دستگاه داپلر رنگی دیده می‌شد، قطع شود. بعد از قطع خون فشار کاف در هر مرحله ۱۰ میلی‌متر جیوه به‌صورت کاهنده، کمتر می‌شد تا جایی که برقراری مجدد جریان خون به‌وسیله دستگاه داپلر تشخیص داده می‌شد و همین مقدار فشار کاف ثبت‌شده و در جلسه فعالیت همراه با کاهش جریان خون ۱۰ میلی‌متر جیوه بیشتر از این فشار جهت کاهش جریان خون مورداستفاده قرار می‌گرفت (۱۲).

گرم کردن

آزمودنی‌ها پس از حضور در آزمایشگاه، از آن‌ها خواسته شد تا ابتدا به مدت ۲۰ دقیقه در حالت نشسته استراحت کنند تا بدن به حالت طبیعی برگردد، سپس فشارخون و ضربان قلب گرفته شود. در ادامه بعد از ۱۵ دقیقه پروتکل گرم کردن که شامل ۵ دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه کار سنج با بار ۷۰ وات و سپس ۳ نوبت انقباض ایزومتریک زیر بیشینه کمتر از ۲۰ درصد MVC که مدت هر انقباض ۵ ثانیه و استراحت بین انقباض‌ها ۱۰ ثانیه بود، انجام شد (۲۸). زاویه‌ای که در آن انقباض ایزومتریک صورت گرفت بدین‌صورت تعیین گردید که باز کردن کامل ران صفر درجه فرض شد و با این رفرنس پای آزمودنی در ۷۰ درجه خم کردن قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد که با استفاده از عضلات چهار سر ران به سمت جلو (برگشتن به حالت باز کردن) به دستگاه سایبکس آیزوکنتیک نیرو وارد کنند.

آزمون حداکثر انقباض ارادی (MVC)

پس از قرار گرفتن آزمودنی بر روی دستگاه سایبکس، حالت آناتومیکی بدن وی با اتصالات دستگاه هماهنگ می‌شد و سپس پای آزمودنی در زاویه ۷۰ درجه سانتی‌گراد (نسبت به منبع صفر درجه درباز کردن کامل زانو) قرار می‌گرفت (که برای تعیین دقیق این زاویه از گونیامتر استفاده شد) و سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد که بیشترین مقدار نیرو ممکن را به‌وسیله عضلات چهار سر ران و روبه‌جلو وارد کنند. مدت انقباض ۵ ثانیه و این انقباض دو بار تکرار می‌شد و بیشترین مقدار نیرویی که آزمودنی می‌توانست در یک‌لحظه اعمال کند، به‌عنوان MVC با استفاده از دستگاه آیزوکنتیک بایودکس سیستم 4، ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری و ثبت می‌شد (۲۲،۲۸).

اجرای فعالیت ایزومتریک

در هر یک از جلسات بعد از گرم کردن مقدار MVC با استفاده از دستگاه آیزوکنتیک بایودکس تعیین می‌شود و بعدازآن آزمودنی ۵ دقیقه استراحت می‌کرد. سپس کاف بسته‌شده و تا فشار تعیین‌شده باد می‌شود و ۵ ثانیه این شرایط حفظ می‌شود تا آزمودنی با این شرایط سازگار شود. بعد کاف برداشته‌شده و آزمودنی ۲ دقیقه استراحت می‌کند. بعد از ۲ دقیقه کاف دوباره بسته‌شده و باد می‌شود (به‌جز در جلسه اول که کاف اعمال می‌شود ولی باد نمی‌شود) و جلسه فعالیت آغاز می‌شود که شامل ۶ انقباض ۱۰ ثانیه‌ای به‌صورت ایزومتریک است و بین هر دو انقباض ۶۰ ثانیه قرار داشت و بارکار فعالیت، ۶۵ درصد MVC قبل از فعالیت در نظر گرفته‌شده بود. هر جلسه فعالیت با یکی از فشارهای صفر درصد فشار سیستولی،

۷۰ درصد فشار سیستولی، ۱۰۰ درصد فشار سیستولی و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی انجام می‌شود.

روش آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار spss نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل شدند. برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف- اسمیرنف استفاده شد. برای بررسی پاسخ میانگین IEMG از آنوای مکرر یک‌طرفه استفاده شد و آزمون بونفرونی نیز به‌عنوان آزمون تعقیبی در نظر گرفته شد. مقدار α در تمامی آنالیزهای آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های بدنی شامل سن، وزن، قد و ترکیب بدن در جدول ۱ ارائه‌شده است. از ۱۲ آزمودنی تعداد ۲ آزمودنی نتوانستند تا انتهای دوره‌ی تمرینی شرکت کنند و از تحقیق حذف شدند. داده‌های میانگین ۶ حرکت IEMG عضله‌ی راست رانی چهار جلسه فعالیت کاهش جریان خون در جدول ۲ نشان داده‌شده‌است. به‌منظور بررسی تغییرات IEMG بین جلسات از آنوای مکرر یک‌طرفه استفاده شد. نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که بین جلسات کاهش جریان خون تفاوت معنادار وجود دارد ($P< ۰/۰۰۱$، $F_{۳,۲۷}=۵۳/۵۲$) (شکل الف). نتایج مقایسه جفت زوجی‌ها آزمون تعقیبی در جدول زیر نشان داد شده است:

فعالیت	Sig.
صفر درصد با ۷۰ درصد	٭۰/۰۱۳
صفر درصد با ۱۰۰ درصد	٭۰/۰۰۰
صفر درصد با ۱۳۰ درصد	٭۰/۰۰۰
۷۰ درصد با ۱۰۰ درصد	٭۰/۰۰۲
۷۰ درصد با ۱۳۰ درصد	٭۰/۰۰۰
۱۰۰ درصد با ۱۳۰ درصد	۰/۱۰۳

علامت ٭ نشان دهنده افزایش معنادار

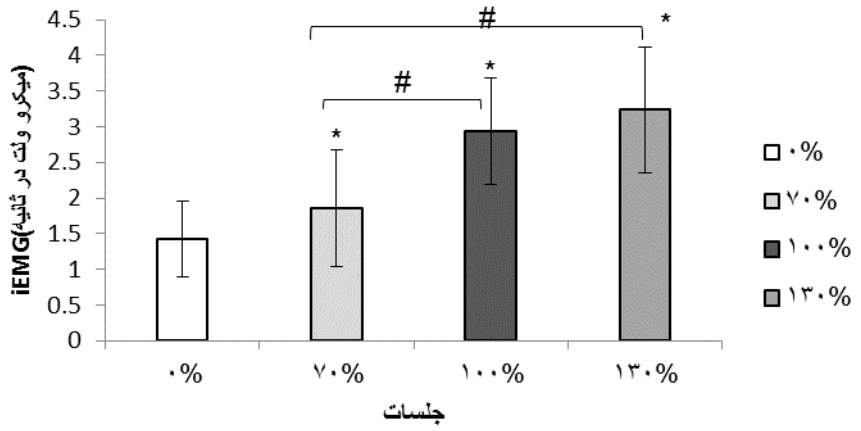
جدول ۱. ویژگی‌های عمومی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف استاندارد)

سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	فشارخون (میلی‌متر جیوه)	ضربان قلب (ضربه در دقیقه)	BMI (کیلوگرم/متر^۲)	فشار گرفته شده از قوزک پا (میلی‌متر جیوه)
۲۵/۸±۱/۳۳	۷۵/۲±۲/۱	۱۷۶/۶±۱/۶۷	۱۲۱±۱/۳۸	۷۲±۶/۴۳	۲۳/۰۸±۲/۸۰	۲۰۰±۷/۴۷

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد داده‌های iEMG

عضله	متغیر	جلسه	میانگین ± انحراف استاندارد
عضله راست رانی	IEMG (میکرو ولت در ثانیه)	صفر درصد فشار سیستولی	۱/۴۳±۰/۵۳
		۷۰ درصد فشار سیستولی	٭۱/۸۶ ± ۰/۸۲
		۱۰۰ درصد فشار سیستولی	٭۲/۹۳ ± ۰/۷۵
		۱۳۰ درصد فشار سیستولی	٭۳/۲۴± ۰/۸۸

علامت ٭ نشان دهنده افزایش معنادار است



شکل الف. تفاوت بین جلسات کاهش جریان خون. علامت* نشان‌دهنده افزایش معنادار و علامت # نشان‌دهنده تفاوت با جلسات دیگر است.

نتایج مقایسه جفت زوجی‌ها فقط بین فشارهای ۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی تفاوتی نشان نداد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر حاد فعالیت‌های ایزومتریک با فشارهای متفاوت کاهش جریان خون بر تغییرات الکترومیوگرافی بررسی‌شده است. تحلیل نتایج نشان داد که iEMG با افزایش فشار کاهش جریان خون افزایش می‌یابد، این یافته‌ها با یافته‌های برخی تحقیقات قبلی همسو است (۳،۱۶،۱۸،۲۱،۲۴،۲۵،۲۷،۲۸) اما نتایج به‌دست‌آمده با تحقیق کاربولت و همکاران (۲۰۰۶) و ورنبوم و همکاران (۲۰۰۹) متناقض است. در تحقیق کاربولت و همکاران (۲۰۰۶) که به‌منظور بررسی تأثیر فعالیت ایزومتریک با انسداد جریان خون بر روی عملکرد عضلانی بود. نتایج تحقیق نشان داد که iEMG بین دو جلسه با و بدون انسداد جریان تفاوت معناداری وجود نداشت. به نظر می‌رسد عامل اصلی معنادار نشدن اختلاف میان دو نوع فعالیت کم بودن شدت فعالیت (۲۰ درصد MVC) باشد که احتمالاً اگر این تحقیق با درصد بیشتری از MVC انجام می‌گرفت تفاوت معنادار می‌شد. دلیل تفاوت نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر علاوه بر کم بودن شدت فعالیت، نوع انقباض (متناوب) و روش برآورد میزان فشار انسداد جریان خون باشد (۶). در تحقیق وربنوم و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت عضلانی یکسانی برای هر دو جلسه با و بدون انسداد جریان خون مشاهده کردند و به نظر می‌رسد دلیل این امر حداکثر بودن فشار در هر دو پروتکل باشد، چراکه هر دو پروتکل تا واماندگی انجام‌گرفته بودند (۲۳). در تحقیقات گذشته فراخوانی تارهای تند انقباض یک عامل مهم جهت دست یافتن به حجم عضلانی عنوان کرده‌اند که طبق اصل اندازه با افزایش شدت تمرین این تارها کم‌کم فراخوانی می‌شوند، بنابراین این تارها در تمرین با شدت زیاد بیشترین فراخوانی رادارند (۲۵)؛ اما تحقیقات نشان داده است که تمرینات مقاومتی همراه با کاهش جریان خون اگرچه با بار کم انجام می‌شود اما واحدهای حرکتی با آستانه‌بالا که شامل تارهای تند انقباض می‌شود را فراخوانی می‌کند (۱۱).

تاکنون تحقیقی در مورد تأثیر فشارهای مختلف کاهش جریان خون بر عملکرد عضلانی انجام نگرفته است. میزان فشار کاهش جریان خون یکی از عوامل تأثیرگذار بر فراخوانی تارهای تند انقباض است، در پژوهش حاضر از فشارهای صفر،۷۰،۱۰۰ و ۱۳۰ درصد فشار سیستولی جهت کاهش جریان خون استفاده‌شده است. مطالعات

انجام‌گرفته نشان‌دهنده افزایش iEMG با افزایش فشار کاهش جریان خون است. در این زمینه می‌توان به دو تحقیق یاسودا (۲۰۰۹) و تاکاردا (۲۰۰۰) اشاره کرد. یاسودا و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقی به‌منظور بررسی فعالیت عضلانی در طی یک فعالیت با شدت کم با چندین سطح فشار خارجی (کاهش جریان خون) عضو انجام دادند. در این تحقیق از چند فشار متفاوت (۱۴۷،۱۲۱،۹۸،۰ میلی‌متر جیوه) برای کاهش جریان خون استفاده نمودند. فعالیت عضلانی iEMG در همه فشار افزایش معنادار نشان داد، ولی در ۱۴۷ میلی‌متر جیوه بیشتر بود. از این تحقیق چنین می‌توان نتیجه گرفت که در فشار ۱۴۷ میلی‌متر جیوه تغییر جریان ورود و خروج خون و هایپوکسی ناشی از آن سبب افزایش فعالیت عضلانی بدون کاهش در عملکرد فرد در طول فعالیت می‌شود (۲۷). تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) اثر حاد و طولانی‌مدت فعالیت مقاومتی با کاهش جریان خون موردبررسی قراردادند. تغییرات iEMG 5 آزمودنی مرد در حین و بعد از خم کردن بازو با کاهش جریان خون که فشار کاهش جریان خون ۰،۵۰،۱۰۰ میلی‌متر جیوه بود با شدت کم اندازه گرفتند. نتایج تحقیق نشان داده با افزایش کاهش جریان خون میانگین iEMG افزایش معنادار داشت، اما تغییر در فاکتور ذکرشده در شدت‌های بالا فعالیت با افزایش کاهش جریان خون‌دیده نشد. افزایش iEMG (۱۹،۲۰،۲۶) و جدا شدن فسفات غیر آلی (۱۷،۲۱) بیشتر به دلیل کاهش اکسیژن و نتیجتاً تجمع متابولیت‌ها در طول تمرین مقاومتی همراه با کاهش جریان خون بوده است. کاهش اکسیژن و تجمع متابولیت‌ها باعث افزایش فراخوانی تارهای عضلانی می‌شود که این کار از طریق تحریک آوران‌های III و IV انجام می‌شود و درنهایت باعث افزایش فراخوانی تارهای عضلانی نوع II جهت حفظ نیرو می‌شود (۲۶). بنا بر تحقیقات انجام‌شده در مورد تمرینات همراه با کاهش جریان خون افزایش حجم عضلانی مستقل از شدت تمرین و به دلیل فراخوانی تارهای تند انقباض اتفاق می‌افتد (۲۵).

نتایج این تحقیق نشان داد که در بارکار برابر، فعالیت الکتریکی عضلانی که با شاخصiEMG نشان داده شد، در فعالیت ایزومتریک همراه با کاهش جریان خون بیشتر بود است، بنابراین اگر فعالیت همراه با کاهش جریان خون با ۱۰۰ درصد فشار سیستولی گرفته‌شده از قوزک پا انجام شود، فعالیت الکتریکی عضلانی مشابه ای با فشارهای بالاتر و فعالیت الکتریکی عضلانی بیشتری نسبت به سایر فشارهای کاهش جریان خون پایین‌تر از خود خواهد داشت. اگرچه انجام فعالیت با ۱۳۰ درصد فشار سیستولی سبب فعالیت الکتریکی عضلانی بیشتری می‌شود، اما به دلیل درد ایسکیمی ناشی از آن سبب می‌شود که کاربرد آن به انگیزه بالای نیاز داشته باشد؛ بنابراین افرادی که قادر به استفاده از وزنه‌های سنگین نیستند می‌توانند از وزنه سبک‌تر با کاهش جریان خون استفاده نمایند.

منابع و مآخذ

1. American College of Sports Medicine (2009). **"position stand. Progression models in resistance training for healthy adults"**. Sci. Sports Exercise, 41(3): P.687–708.
2. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL (2007). **"Effects of Exercise Load and Blood-Flow Restriction on Skeletal Muscle Function"**. 39(10):P.1708-1713.
3. Fukuda. T, T Yasuda, K Fukumura, H Iida (2013). **"low-intensity kaatsu resistance exercises using an elastic band enhance muscle activation in patients with cardiovascular diseases"**. int.j.kaatsu training res, 9 (1):P. 1-5.
4. Hendy, A. M, Spittle, M, & Kidgell, D. J. (2012). **" Cross education and immobilisation: mechanisms and implications for injury rehabilitation"**. Journal of science and medicine in sport, 15(2):P. 94-101.
5. Jones D A,Rutherford O M(1978). **"Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes"**. J Physiol, 391(1):P. 1–11.
6. Karabulut.M, L. Anderson, H. R. Hull, Y. Sato, T. Abe, M. G. Bemben (2006). **"Effects of KAATSU on muscular function during isometric exercise"**. Health and Exercise Science,University of Oklaho, 2(2):P. 19-28.
7. Kouzaki. M, Yoshihisa. T, Fukunaga. T. (1997). **"Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance"**. European journal of applied physiology and occupational physiology, 77(1-2):P. 189-191.
8. Kraemer. WJ, Ratamess. NA (2005). **"Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training"**. Sports Med, 35(4):P. 339-361.
9. Kubota.A, K Sakuraba, K Sawaki, T Sumide (2008). **"Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow"**. Med Sci Sports Exerc, 40(3):P. 529-34.
10. Kubota.A, K Sakuraba, S Koh, Y Ogura (2011). **"Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness"**. J Sci Med Sport, 14(2):P. 95-9.
11. Loenneke. JP, CA Fahs, JM Wilson, MG Bemben (2011). **"Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory"**. Med Hypotheses, 77(5):P. 748-52.
12. Loenneke. JP, CA Fahs, LM Rossow, VD Sherk (2012). **"Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise"**. Eur J Appl Physiol, 112(8): p.2903-12.
13. Satoshi Fujita, Takashi Abe, Micah J. Drummond, Jerson G. Cadenas, Hans C. Dreyer (2007). **" Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis"**. J Appl Physiol, 103(3): P.903-910.
14. Suetta, L. G. Hvid, L. Justesen, U. Christensen, K. Neergaard, N. Ortenblad (2009). **" Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining"**. J Appl Physiol, 107(4):P. 1172-80.

15.Suga. T, K Okita, N Morita, T Yokota (2009). **"Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction"**. J Appl Physiol, 106(4):P. 1119-24.

16.Suga. T, K Okita, S Takada, M Omokawa (2012). **"Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction"**. Eur J Appl Physiol, 112(11): P.3915-20.

17.Takada, S, Omokawa, M, Kinugawa, S, & Tsutsui, H. (2010). **" Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood ow restriction"**. J Appl Physiol, 108(6):P. 1563-1567.

18.Takarada. Y, H. Takazawa, N. Ishii(2000a). **"Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles"**. Med Sci Sports Exerc, 32(12):P. 2035-2039.

19.Takarada.A, H Takazawa, Y Sato (2000b). **"Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans"**. J Appl Physiol, 88(6):P. 2097-2106.

20.Takarada.A, Y Nakamura, S Aruga (2000c). **"Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion"**. J Appl Physiol, 88(1): p.61-65.

21.Tomohiro Yasuda, Kazuya Fukumura, Yusuke Uchida, Hitomi Koshi, Haruko Iida (2014). **" *Effects of Low-Load, Elastic Band Resistance Training Combined With Blood Flow Restriction on Muscle Size and Arterial Stiffness in Older Adults"***. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, glu084.

22.Wernbom. M, G Paulsen, TS Nilsen, J Hisdal (2012). **"Contractile function and sarcolemmal permeability after acute low-load resistance exercise with blood flow restriction"**. Eur J Appl Physiol, 112(6):p. 2051-2063.

23.Wernbom. M, Järrebring. R, Andreasson. MA, and Augustsson, J(2009). **" Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load"**. J Strength Cond Res, 23(8):p. 2389-2395.

24.Yasuda, T. Fujita, T, Miyagi, Y, Kubota, Y, Sato, Y, Nakajima, M(2006). **"Electromyographic response of arm and chest muscle during bench press exercise with and without kaatsu"**. Int J KAATSU Train Res, 2(1):p. 15-18.

25.Yasuda. T, J Loenneke, R Ogasawara (2013). **"Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise"**. Acta Physiol Hung, 100(4):p. 419-26.

26.Yasuda. T, T Abe, WF Brechue, H Iida, H Takano(2010). **" Venous blood gas and metabolite response to low-intensity muscle contractions with external limb compression"**. Metabolism, 59(10):p. 1510 1519.

27.Yasuda. T, WF Brechue, T Fujita (2009). **"Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow"**. J Sports Sci, 27(5):p. 479-89.

28.Yasuda.T, WF Brechue, T Fujita, Y Sato(2008). **"Muscle activation during low-intensity muscle contractions with varying levels of external limb compression"**. J Sports Sci Med, 7(4):p. 467-474.

29.Zhou, S. (2003). **" Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training"**. Journal of Exercise Science and Fitness, 1(1):p. 54.