

اثر تمرینات قدرتی با و بدون انسداد عروق بر توان

بی‌هوازی ورزشکاران و غیرورزشکاران

علی عبدالملکی^۱، دکتر ناصر بهپور^۲، دکتر احمد همت فر^۲

۱- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزش، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزش، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

چکیده

هدف کلی از انجام این پژوهش بررسی تفاوت اثر تمرینات قدرتی با و بدون انسداد عروق بر توان بی‌هوازی و توان انفجاری در ورزشکاران قدرتی نخبه و غیرورزشکاران بود. ۲۰ تن از ورزشکاران وزنه‌بردار و پاورلیفتینگ مرد (سن: $22/30 \pm 1/56$ سال) شهر کرمانشاه که دارای سابقه‌ی قهرمانی در سطح استان بودند و ۲۰ تن از جوانان غیر ورزشکار ($22/55 \pm 2/29$ سال)، هر کدام به دو گروه ۱۰ نفره تمرین با انسداد عروق و شدت کم ($1RM/20\%$) و تمرین بدون انسداد عروق با شدت بالا ($1RM/80\%$) به صورت همگن تقسیم شدند. برنامه‌ی تمرینی شامل هشت هفته (هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه) و در مجموع ۲۴ جلسه بود. قبل و بعد از هشت هفته تمرین، آزمون وینگیٹ ۳۰ ثانیه‌ای برای ارزیابی توان بی‌هوازی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنوف نشان دهنده طبیعی بودن داده‌های بدست آمده بود. از آزمون‌های آماری t وابسته برای تفاوت درون گروهی و از آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت در بین دو گروه استفاده شد. نتایج نشان داد که هر دو گروه تمرینی با انسداد عروق و بدون انسداد عروق در ورزشکاران قدرتی پیشرفت معناداری را در توان بی‌هوازی داشتند ولی تفاوت معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با یکدیگر نداشتند. به همین ترتیب نتایج در افراد غیرورزشکار نشان داد که با اینکه هر دو گروه تمرین با انسداد عروق و بدون انسداد عروق نسبت به پیش‌آزمون خود پیشرفت معناداری را در توان بی‌هوازی داشتند اما تفاوتی بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات قدرتی با شدت کم همراه با انسداد عروق آثار مشابه با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت زیاد بر توان بی‌هوازی (اوج توان در آزمون وینگیٹ) هم در ورزشکاران قدرتی و هم در غیرورزشکاران دارد. بنابراین می‌توان از تمرینات قدرتی با انسداد عروق و شدت کم به عنوان جایگزین تمرینات سنتی با شدت زیاد استفاده کرد.

کلید واژه‌ها:

تمرین قدرتی با انسداد عروق، توان بی‌هوازی، ورزشکاران رشته قدرتی

مقدمه

تمرینات قدرتی رواج زیادی به ویژه در دو دهه اخیر پیدا کرده‌اند. این تمرینات از طریق افزایش قدرت، توان، سرعت، استقامت، هایپرتروفی، تعادل و هماهنگی به بهبود عملکرد ورزشکاران کمک می‌کنند (کرامر و راتامس^۱، ۲۰۰۴). تمرینات قدرتی علاوه بر ورزشکاران، برای افراد معمولی که با هدف سلامت عمومی و به طور تفریحی ورزش می‌کنند، همچنین افراد مسن و برخی بیماران خاص مفید بوده و توصیه می‌شوند (فوجیتا و همکاران^۲، ۲۰۰۳). تمرینات مقاومتی، جزء مهم برنامه تمرینی تمرینی در بیشتر ورزش‌ها هستند، همچنین در پیشگیری از آسیب و توانبخشی نقش دارند. تمرینات مقاومتی از طریق افزایش قدرت عضله، توان، سرعت، هایپرتروفی، استقامت عضلانی، عملکرد حرکتی، تعادل و هماهنگی، نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی بر عهده دارند (کرامر و همکاران، ۲۰۰۲). برای نیل به این اهداف در برنامه تمرینی قدرتی، طراحی صحیح برنامه تمرینی ضروری است. بر حسب نوع هدفی که از برنامه تمرین قدرتی دنبال می‌شود (توان، استقامت، قدرت یا حجم عضلانی)، متغیرهای مختلفی مثل شدت، مدت، تکرار، تناوب، فاصله استراحت و غیره قابل دستکاری است که از این بین شدت مهم‌ترین متغیر برنامه تمرینی معرفی شده است. به طوری که عقیده بر آن است که تمرین قدرتی شدید (بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) موجب افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌شود (عنابستانی و همکاران، ۱۳۹۳). بر این اساس، تمرین با شدت کمتر از این مقدار، از تنش کافی برای افزایش قدرت و حجم عضلانی برخوردار نخواهد بود. اما نتایج نشان می‌دهند که شدت زیاد تمرین قدرتی برای افراد پیر، بیماران خاص و دیگر گروه‌هایی که به افزایش قدرت عضلانی نیاز دارند، ولی تمایل و تحمل این گونه تمرینات سخت را ندارند، مناسب

¹ Kraemer & Rattamess

² Fujita et al.

نیست و در مواردی موجب آسیب‌های عضلانی و بافتی شدید نیز می‌شود (شریفیان و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین، ابداع روش‌های ایمن و مؤثر برای حفظ و توسعه قدرت عضلانی برای دامنه گسترده‌ای از مردم همواره مورد نظر محققان بوده است.

برد و همکاران^۱ (۲۰۰۵)، بر حسب هدفی که از برنامه تمرین قدرتی دنبال می‌شود، شدت تمرین را به عنوان مهمترین متغیر برای دستیابی به اهداف تمرینی نموده و عقیده داشته‌اند که تمرینات قدرتی با شدت بالا (تمرینات قدرتی سنتی) به منظور هایپرتروفی و افزایش قدرت عضله مورد نیاز است. با توجه به اینکه تمرین با شدت پایین، تنش کافی به منظور افزایش قدرت و حجم عضلانی را نداشته (مور و همکاران^۲، ۲۰۰۴) و تمرینات قدرتی با شدت بالا نیز احتمال آسیب دیدگی را افزایش می‌دهند، بنابراین این سوال مطرح می‌گردد که آیا می‌توان با کاهش شدت تمرین قدرتی به همان اهداف تمرینات سنتی دست یافت. در این راستا، ساتو^۳ (۲۰۰۵) نوعی از تمرین قدرتی با عنوان تمرین قدرتی همراه با انسداد عروق را پیشنهاد کرده است. تمرین قدرتی همراه با انسداد عروق (OST^۴) عبارت است از انجام تمرین قدرتی با شدت پایین همراه با بستن یک کش سبک و انعطاف پذیر دور بخش فوقانی بازو یا ران، به منظور ایجاد یک فشار سطحی مناسب (ساتو، ۲۰۰۵). معمولاً شدت این تمرینات ۲۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه می‌باشد که تقریباً معادل فعالیت روزانه افراد بوده و بنابراین قابل تحمل برای اکثر افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت می‌باشد (لونک و همکاران^۵، ۲۰۰۹). برخی مطالعات حاکی از آن است که OST همان فواید تمرینات، حتی بیشتر را

¹ Bird et al.

² Moor et al.

³ Sato et al.

⁴ Occlusion Strength Training (OST)

⁵ Loenneke et al.

دارد(سوگا و همکاران^۱، ۲۰۰۹). به عنوان مثال، تاکارادا و همکاران^۲(۲۰۰۰)، اثر ۱۶ هفته تمرینات قدرتی در سه گروه آزمودنی را مطالعه کردند. یک گروه تمرینات قدرتی خم کردن آرنج همراه با انسداد عروق با شدت ۵۰ درصد 1RM گروه دوم همین تمرین و شدت ولی بدون انسداد عروق و گروه سوم تمرینات قدرتی سنتی خم کردن آرنج با شدت ۸۰ درصد 1RM را انجام دادند. نتیجه تحقیق حاکی از افزایش معنی دار قدرت و سطح مقطع عضلانی در گروه اول و سوم بود. در حالی که افزایش معنی داری در قدرت و سطح مقطع عضلات آزمودنی‌های گروه دوم دیده نشد. با توجه به گفته‌های یاد شده و پژوهش‌های صورت گرفته که اکثراً بر روی افراد مبتدی صورت گرفته است(حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ تاکارادا و همکاران، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۰؛ آبه و همکاران، ۲۰۰۵؛ مور و همکاران، ۲۰۰۴) و اینکه تا بحال پژوهشی در این زمینه که تفاوت بین اثرات تمرینات با انسداد عروق و بدون انسداد عروق در ورزشکاران قدرتی کار و غیرورزشکاران انجام نشده است، آگاهی از چگونگی انجام این تمرینات در افراد ورزشکار و غیرورزشکار(مبتدی) مهم است. بنابراین پژوهش حاضر به طور مشخص درصدد ارائه پاسخ به این پرسش است که آیا تفاوتی در اثر هشت هفته تمرین مقاومتی با و بدون انسداد عروق بر توان بی‌هوازی در بین ورزشکاران نخبه رشته ورزشی پاورلیفتینگ و وزنه‌برداری و غیرورزشکاران وجود دارد؟

روش پژوهش

جامعه آماری شامل ورزشکاران مرد نخبه رشته‌های پاورلیفتینگ و وزنه‌برداری شهر کرمانشاه دارای حداقل یک مقام اول تا سوم در سطح استانی و بالاتر بود. همچنین افراد غیرورزشکار از بین جوانانی که سابقه هیچ نوع تمرین مقاومتی نداشتند انتخاب شدند. از بین آنان، تعداد ۲۰ نفر

¹ Suga et al.

² Takarada et al

ورزشکار نخبه و ۲۰ نفر افراد غیرورزشکار انتخاب شدند که هر یک در دو گروه همگن ۱۰ نفره تمرین قدرتی با انسداد عروق و گروه تمرین قدرتی بدون انسداد عروق تقسیم شدند. توان بی‌هوازی با استفاده از آزمون ۳۰ ثانیه دوچرخه وینگیت (اوج توان) بود. این آزمون قبل و بعد از هشت هفته تمرین از آزمودنی‌ها به عمل آمد.

روش تمرین

برنامه تمرینی شامل هشت هفته (هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه) و در مجموع ۲۴ جلسه بود. این برنامه در هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، ۴۰ دقیقه برنامه تمرین اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. برنامه تمرین اصلی شامل سه حرکت برای اندام تحتانی شامل حرکت باز شدن زانو، پرس پا و هاک پا در چهار ست بود. در گروه انسداد عروقی قبل از تمرین اصلی قسمت پروگزیمال هر دو ران با تورنیکه لاستیکی بسته شد و تمرین با شدت ۲۰٪ یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام شد. همین تمرینات با شدت ۸۰٪ یک تکرار بیشینه البته بدون بستن تورنیکه در گروه بدون انسداد عروقی انجام شد. استراحت بین ست‌ها ۱ تا ۱/۵ دقیقه و بین ایستگاه‌ها سه تا چهار دقیقه بود. در گروه انسداد عروقی، بین حرکات تورنیکه باز می‌شد تا جریان خون باردیگر و به مدت کوتاهی برقرار شود و قبل از حرکت بعدی بسته می‌شد.

نتایج

تحلیل اولیه جدول (۱) نشان داد که آزمودنی‌های دو گروه از نظر سن، قد و وزن اختلاف

معناداری نداشتند ($p > 0.05$).

جدول (۱) اطلاعات توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن(سال)	وزن(کیلوگرم)	قد(سانتی‌متر)	سن		وزن		قد	
					P	f	p	f	p	f
ورزشکار-با انسداد	۱۰	۲۲/۳±۱/۵۶	۷۵/۸±۶/۹۴	۱۷۶/۶±۳/۵۳						
ورزشکار-بدون انسداد	۱۰	۲۲/۷±۲/۷۵	۷۵/۷±۴/۱۲	۱۷۹/۰±۲/۵۳						
غیرورزشکار-با انسداد	۱۰	۲۲/۵±۲/۲۹	۷۳/۱±۴/۴۵	۱۷۵/۰±۳/۳۶						
غیرورزشکار-بدون انسداد	۱۰	۲۲/۲±۱/۵۳	۷۳/۱±۴/۴۹	۱۷۵/۹±۳/۹۰	۰/۱۱۹	۰/۹۴۹	۰/۱۸۹۰	۰/۴۶۵	۲/۵۸	۰/۰۶۸

در بخش آمار استنباطی، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد که نتایج نشان داد که توزیع داده‌ها در تمامی گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون طبیعی می‌باشد ($p > 0.05$)، بنابراین در تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها (دو به دو با یکدیگر) از آزمون t مستقل و برای بررسی تفاوت درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد.

جدول (۲) نتایج آزمون t وابسته و مستقل بین دو گروه ورزشکار نخبه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

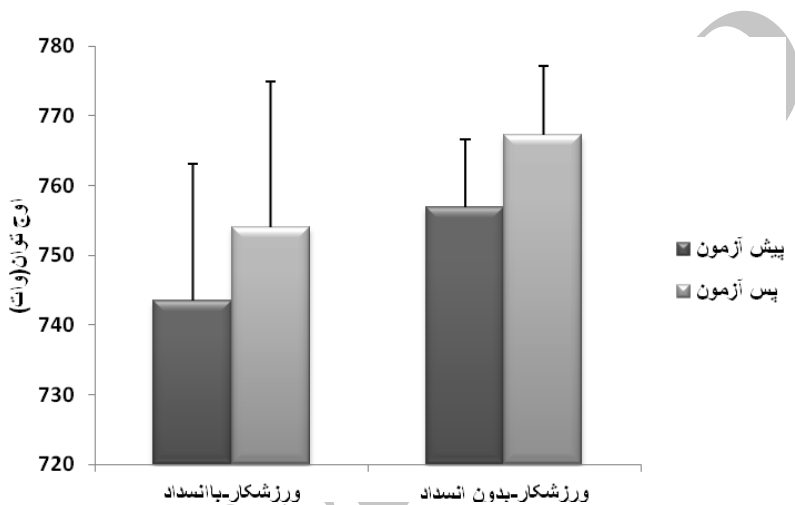
گروه	پیش‌آزمون اوج توان	پس‌آزمون اوج توان	t وابسته	Sig
ورزشکار-با انسداد	۷۴۳/۵۰±۱۹/۶۲	۷۵۴/۰۰±۲۰/۸۹	۱۱/۱۰۲	۰/۰۰۰
ورزشکار-بدون انسداد	۷۵۶/۹۰±۹/۷۸	۷۶۷/۳۰±۹/۹۲	۶/۹۰۱	۰/۰۰۰
t مستقل	۱/۹۳۳	۱/۸۱۹		
Sig	۰/۰۶۹	۰/۰۸۶		

جدول (۳) نتایج آزمون t وابسته و مستقل بین دو گروه غیرورزشکار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

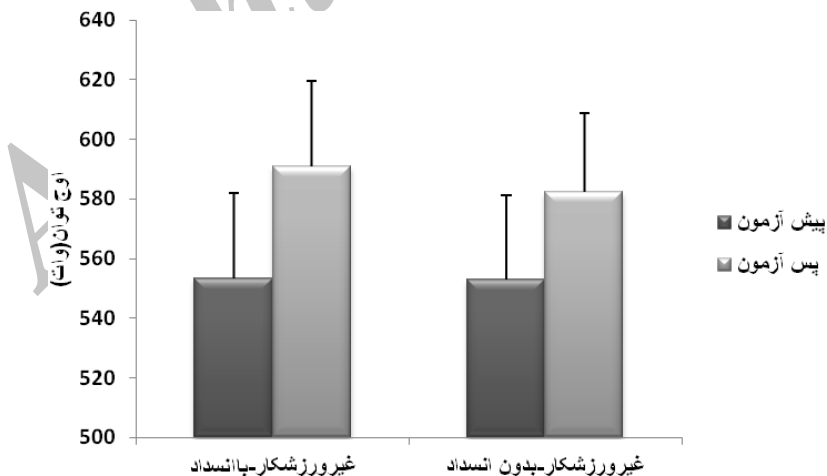
گروه	پیش‌آزمون اوج توان	پس‌آزمون اوج توان	t وابسته	Sig
غیرورزشکار-با انسداد	۵۵۳/۵۰±۲۸/۳۵	۵۹۱/۱۰±۲۸/۶۱	۶/۴۷۵	۰/۰۰۰
غیرورزشکار-بدون انسداد	۵۵۳/۱۰±۲۸/۱۳	۵۸۲/۳۰±۲۶/۵۴	۱۰/۵۶	۰/۰۰۰
t مستقل	۰/۰۳۲	۰/۷۱۶		
Sig	۰/۹۷۵	۰/۴۸۳		

نتایج آزمون t وابسته نشان داد که هر چهار گروه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون خود پیشرفت معناداری را داشته‌اند ($P < 0.05$). همچنین نتایج آزمون t مستقل نیز نشان داد که تفاوتی بین دو گروه ورزشکار (با انسداد و بدون انسداد عروق) و دو گروه غیرورزشکار (با انسداد و بدون

انسداد عروق) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت ($P > 0.05$). با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که تفاوتی بین اثر تمرین مقاومتی با انسداد عروق (شدت کم) و بدون انسداد عروق (شدت بالا) بر توان بی‌هوازی ورزشکاران و غیرورزشکاران وجود نداشت.



نمودار (۱) بررسی توان بی‌هوازی (اوج توان) در دو گروه ورزشکار با و بدون انسداد عروق در پیش و پس‌آزمون



نمودار (۲) بررسی توان بی‌هوازی (اوج توان) در دو گروه غیرورزشکار با و بدون انسداد عروق در پیش و پس‌آزمون

بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی این پژوهش بررسی تفاوت اثر تمرینات قدرتی با و بدون انسداد عروق بر توان بی‌هوازی و توان انفجاری در ورزشکاران نخبه قدرتی و غیرورزشکاران بود. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین با انسداد عروق چه در ورزشکاران قدرتی و چه در افراد غیر ورزشکار تأثیری معنادار و مشابه به تمرین با شدت بالا و بدون انسداد عروق در افزایش قدرت انفجاری و افزایش توان بی‌هوازی دارد. نتایج این پژوهش با نتایج عنابستانی و همکاران (۱۳۹۳)، شریفیان و همکاران (۱۳۹۲)، حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۳)، تاکارادا و همکاران (۲۰۰۴)، تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) و آبه و همکاران (۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت. احتمالاً یکی از علت‌های هم‌خوانی استفاده از الگوهای مشابه از لحاظ سطح عملکرد (ورزشکار قدرتی و جوانان غیرورزشکار) باشد. احتمالاً یکی دیگر از علت‌های هم‌خوانی نزدیک بودن میانگین سنی آزمودنی‌ها در پژوهش‌های یاد شده و پژوهش حاضر باشد. از طرفی نتایج پژوهش حاضر با پژوهش مور و همکاران (۲۰۰۴) و تاکارادا و همکاران (۲۰۰۲) ناهم‌خوان بود. از دلایل احتمالی ناهم‌خوان بودن نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های یاد شده می‌توان به تفاوت‌های جنسی آزمودنی‌ها و نوع رشته ورزشی آزمودنی‌ها نام برد، چراکه آزمودنی‌ها در این پژوهش اکثراً ورزشکاران در سطح استانی بودند ولی در پژوهش‌های ناهم‌خوان از فوتبالیست‌های آمریکایی (یاماناکا و همکاران، ۲۰۰۹) استفاده شده بود. افزایش فعالیت عضله در تمرین با انسداد در سطوح پایین ممکن است به این دلیل باشد که طی آن فیبرهای نوع II بیشتری به کار گرفته می‌شوند تا سطح یکسانی از تولید نیرو را حفظ کنند (ساندبرگ و همکاران، ۱۹۹۴). همچنین عوامل دیگری مانند تجمع متابولیت‌ها (اسید لاکتیک، ADP و غیره) و ذخیره

پایین اکسیژن در عضلات اسکلتی موجب تغییرات میزان آتش باری^۱ واحدهای حرکتی می‌شود؛ که منجر به بکارگیری الگوهای می‌شود که سازگاریهای عصبی عضلانی و قدرت را افزایش می‌دهد(گوتو و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این، افزایش حجم و اندازه عضله بدنبال تمرینات قدرتی و هوازی با انسداد نیز مشاهده شده است(دیوید و همکاران، ۲۰۰۹). اگر چه در تحقیق حاضر EMG و سطح مقطع عضله اندازه‌گیری نشد اما می‌توان انتظار داشت که با توجه به افزایش قدرت مشاهده شده، فعالیت EMG و حجم عضله افزایش یافته باشد. این نکته می‌تواند در تحقیقات آینده مد نظر قرار گیرد. در مورد عمل اکسنتریک و کانسنتریک با یک الگوی حرکتی با کاهش جریان خون، الیاف‌های FT حتی در صورت عدم وجود بار خارجی سنگین نیز فراخوان شده و به خدمت گرفته می‌شوند. پس در این صورت با جلسات تمرینی BFR با بار کم نیز تارهای FT فراخوانی می‌شوند (تاکارادا^۲ و همکاران، ۲۰۰۰). کریسیلی (۲۰۰۸) بیان می‌کند که اگرچه براساس نظریه اصل اندازه، فراخوانی تارها براساس مقدار بار اعمال شده می‌باشد، اما این پژوهشگر بیان می‌کند که فراخوانی تارهای تند انقباض که آستانه بالاتری دارند، به میزان تلاش بکار رفته برای ایجاد عمل بستگی دارد و نه به میزان بار خارجی. در پژوهش‌های با تمرین همراه با محدود سازی جریان خون، نشان داده شده است که بکارگماری فیبرهای عضلانی تند انقباض با بارهای کم، شبیه به تمرینات قدرتی سنتی با بکارگیری الیاف FT با بارهای بالا می‌باشد (تاکارادا و همکاران، ۲۰۰۰). در حالت هیپوکسی (کاهش در دسترس بودن اکسیژن)، در عضله ممکن است متابولیت بالا و تجمع لاکتات رخ دهد. نشان داده شده است که در اعمال هیپوکسی با استفاده از روش انسداد، در حالی که

¹ Firing

² Takarada

همزمان کاهش میزان پاکسازی لاکتات صورت می‌گیرد، افزایش تجمع لاکتات نیز انجام می‌شود (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). کاهش جریان خون شریانی اکسیژن دار به عضلات در حال کار و محدودیت تحویل اکسیژن، سبب ایجاد یک محیط بی‌هواری برای عضله می‌شود. افزایش تجمع متابولیت و کاهش پاکسازی ممکن است سبب تورم سلول گردد که یکی دیگر از مکانیسم‌های پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR است. توقف جریان وریدی نیز سبب حفظ این متابولیت می‌شود که اجازه نمی‌دهد برای سوخت و ساز بدن و دفع مواد تولید شده، جریان خون کافی به عضلات فعال برسد. تمامی این مراحل، یک محیط مطلوب را برای بکارگیری الیاف عضلانی FT با استفاده از بارهای کم (۲۰ IRM٪) فراهم می‌آورد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). با این عمل، خونرسانی شریانی کاهش می‌یابد و متعاقب آن، توقف بازگشت خون وریدی صورت می‌گیرد که به اعتقاد بسیاری از پژوهش‌گران، از جمله بهترین مکانیسم‌های پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR در افزایش قدرت عضلانی خواهد بود. برخی از نظریه‌های شناخته شده بیان می‌کنند که کاهش دسترسی به اکسیژن و تجمع متابولیت در عضلات سبب بکارگیری بیشتر تارهای تند انقباض خواهد شد. این اکسیژن کم و محیط متابولیت بالا سبب شده است تا افزایش بکارگیری واحدهای حرکتی با آستانه بالا که به طور معمول تنها تحت شرایط بارگذاری سنگین فراخوان می‌شدند، صورت بگیرد (یاسودا و همکاران، ۲۰۰۹). از دیدگاه محققان یکی از سازوکارهای افزایش قدرت می‌تواند سازگاری‌های عصبی عضلانی و تغییر شرایط متابولیکی موضعی عضله باشد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). به طوری که اعتقاد بر این است که تمرین مقاومتی در شرایط هایپوکسی موجب تجمع مواد متابولیکی (اسیدلاکتیک و غیره)، فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و افزایش فعالیت الکتریکی عضله می‌شود. نتیجه پژوهش تاکاردا و همکاران (۲۰۰۰) نیز حاکی از افزایش قدرت در

گروه تمرینی و گروه بدون انسداد عروق بود که البته در مقایسه با تحقیق حاضر افزایش کمتر قدرت را نشان می‌دهد. این مسئله ممکن است به دلایل زیر باشد: ۱) استفاده از عضلات پایین تنه در مقایسه با عضلات بالاتنه، چرا که تحقیقات نشان می‌دهند به طور کلی افزایش قدرت در اندام تحتانی (عضلات بزرگ‌تر) مشهودتر و بیشتر از اندام فوقانی است. ۲) تعداد حرکات بیشتر در پژوهش حاضر (سه حرکت در مقابل یک حرکت) و تعداد جلسات بیشتر (سه جلسه در هفته در مقابل دو جلسه). ۳) تفاوت در جنس و ویژگی آزمودنی‌ها، به طوری که در پژوهش تاکارادا، زنان یائسه و آزمودنی‌های تحقیق حاضر، پسران با انگیزه بود. البته باید خاطر نشان کرد که پژوهش تاکارادا و همکاران (۲۰۰۲) فاقد گروه کنترل برای مقایسه بهتر نتایج بود، که بحث در زمینه مقایسه نتایج را کمی با اشکال مواجه می‌سازد. در برخی تحقیقات در این زمینه علاوه بر سازگاری‌های عصبی عضلانی، سازگاری‌های هورمونی نیز بررسی شده است. این تحقیقات نشان می‌دهند تمرین در شرایط هایپوکسی عضلانی به مقدار زیادتری در تمرینات موجب تجمع متابولیت‌ها و در نتیجه افزایش غلظت هورمون GH و IGF-1 می‌شود و این عوامل رشد عضلانی و به تبع آن افزایش قدرت را به دنبال دارد. با این حال، هر چند در تحقیق حاضر هورمون GH یا دیگر محصولات فرعی متابولیکی اندازه گیری نشده، احتمالاً افزایش این عوامل را می‌توان دلیل افزایش قدرت در گروه‌های تمرینی دانست. از جمله سازوکارهای دیگر افزایش قدرت در اثر تمرینات را می‌توان افزایش مقادیر گزانتین اکسیداز و فعال سازی سلول‌های ستاره‌ای^۱ و افزایش سطح مقطع و هایپر تروفی عضلانی دانست. هر چند عقیده بر این است که در تمرین قدرتی با شدت کم، اغلب استقامت عضلانی بهبود می‌یابد، اما مشاهده می‌شود چنانچه این شدت کم با انسداد عروق همراه باشد موجب افزایش قدرت

¹ Satellit Cells

و اندازه عضله خواهد شد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۲). هر چند در این پژوهش، هایپرتروفی و سطح مقطع عضله بررسی نشده است، اما با توجه به افزایش مشهود قدرت عضلانی، احتمالاً سطح مقطع عضله چهارسرران و همسترینگ افزایش می‌یابد. بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان بررسی سطح مقطع و حجم عضله در کنار تغییرات عملکردی را مدنظر قرار داد.

در تحقیق حاضر توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها به طور معنی داری در گروه‌های تمرینی با انسداد و بدون انسداد تمرینی افزایش داشت. به نظر می‌رسد اثر تمرینات بر توان بی‌هوازی فقط در تحقیق ابه و همکاران (۲۰۰۵) بررسی شده است. در این پژوهش ورزشکاران دو و میدانی مرد دانشجو به دو گروه تقسیم شدند: گروه کنترل و گروه RTVO با تمرین دو جلسه در روز و به مدت هشت روز. در این تحقیق، قدرت و سطح مقطع عضله ران افزایش پیدا کرد در حالی که عملکرد پرش تغییر نکرد. محققان در تفسیر عدم افزایش پرش در اثر برنامه تمرینی، کافی نبودن مدت تمرین و افزایش کم حجم و قدرت عضله را دلیل این مسئله عنوان کردند (ابه و همکاران، ۲۰۰۵). بر این اساس، می‌توان گفت که در تحقیق حاضر، تمرین از طول مدت نسبتاً کافی برخوردار بود و قدرت عضلانی نیز افزایش مشهود داشته و بهبود عملکرد توانی انتظار می‌رفت. به طور کلی تحقیقات انجام گرفته در زمینه اثر تمرینات قدرتی بر توان انفجاری، هایپرتروفی عضلانی را دلیل بهبود عملکرد پرش معرفی کرده‌اند. در پژوهش حاضر هایپرتروفی عضلات ران بررسی نشد، ولی می‌توان انتظار داشت در اثر چنین برنامه تمرینی عضلات ران دچار هایپرتروفی شده باشند. بنابراین افزایش توان انفجاری را می‌توان به این مسئله نسبت داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین مقاومتی تأثیر معنی داری بر توان بی‌هوازی (تست وینگیت) داشت. این در حالی است که برخی تحقیقات نیز حاکی از آن است که تمرین مقاومتی اثر مثبتی بر توان بی‌هوازی و خصوصیات عصبی عضلانی دارد. به طوری که

گفته می‌شود، تمرین مقاومتی طولانی مدت می‌تواند توان بی‌هوازی را از طریق تغییر در سیستم عصبی و عضلانی، افزایش فعالیت آنزیم‌های بی‌هوازی، افزایش تولید نیرو، افزایش گلیکوژن داخل سلولی یا تغییر در نوع تارهای عضلانی بهبود بخشد (کارابولت و همکاران، ۲۰۰۷).

براساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که تمرینات قدرتی با شدت کم همراه با انسداد عروق آثار مشابه با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت زیاد بر توان بی‌هوازی (اوج توان در آزمون وینگیت) هم در ورزشکاران قدرتی و هم در غیرورزشکاران دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جوانان که از یک طرف به طور معمول تمایلی به انجام تمرینات سنگین با وزنه ندارند و از طرف دیگر خواهان افزایش قدرت عضلانی اند، می‌توانند به سادگی از تمرینات قدرتی با شدت کم همراه با انسداد عروق استفاده کنند و به اهداف تمرینی خود دست یابند. برای دستیابی به دانش بهتر در این زمینه، بهتر است سازوکارهای هورمونی، عصبی عضلانی و دیگر متابولیت‌های سلولی بررسی شوند. نتایج این پژوهش بار دیگر نشان داد که تمرینات مقاومتی سنتی و البته تمرینات مقاومتی با انسداد عروق در افراد سالم و جوان می‌تواند سبب بهبود قدرت عضلانی در این افراد شود.

منابع

۱. حسن زاده داوود، حسینی کاخک سید علیرضا، حقیقی امیرحسین. (۱۳۹۳). اثر تمرین مقاومتی با و بدون انسداد عروق بر عملکرد عضلانی نوجوانان پسر. پایان نامه دانشگاه تربیت معلم سبزواری. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
۲. شریفیان زهرا، حسینی کاخک سید علیرضا، حقیقی امیرحسین. (۱۳۹۲). مقایسه اثر یک جلسه تمرین مقاومتی با و بدون انسداد عروق بر شاخص‌های آسیب عضلانی در دختران جوان. پایان نامه دانشگاه تربیت معلم سبزواری. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.

۳. عنابستانی محبوبه، حسینی کاخک سید علیرضا، حامدی نیا محمدرضا (۱۳۹۳). مقایسه تمرینات ترکیبی با و بدون انسداد عروق بر عوامل منتخب آمادگی جسمانی در زنان یائسه. مجله فیزیولوژی ورزشی؛ شماره ۲۱؛ ص ص ۱۳۶-۱۲۳.

4. Abe T, Beekley M, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. (2005). "Day to day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days kaatsu resistance training: Acase study". *Int J Kaatsu training Res*; 1: PP: 71-76.
5. Bird SP, Tarpenting KM and Marino FE. (2005). "Designing resistance training programmers to enhance muscular fitness". *Sports Med*; 35(10): PP: 841-851.
6. Bompa T.O. and Haff G.G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. eds. Champaign, IL: Human Kinetics.
7. Carpinelli R.N. (2008). The size principle and a critical analysis of the unsubstantiated heavieris.
8. Fujita T, Brechue WF, Kurita K, Sato Y, Abe T. (2008). "Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow". *Int J Kaatsu Train Res*; 4: PP: 1-8.
9. Garber C.E., Blissmer B., Deschenes M.R., Franklin B.A., Lamonte M.J., Lee I.M., Nieman D.C., and Swain D.P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43, 1334-1359.
10. Henneman E., Somjen G., and D.O. Carpenter. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of Neurophysiology*, 28, 560-580.
11. Hofmann J. (2006). "Norms for fitness, performance, and health". *Human Kinetics*. Holm L, Reitelseder S, Pedersen TG, Doessing S, Petersen SG, Flyvbjerg training". *Med Sci Sports Exerc*; 36(4): PP: 697-708.

12. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction muscle strength in older men. *J Appl Physiol* 2010, (108):147-55.
13. Kraemer WJ and Ratamess NA. (2004). "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription". *Med Sci Sports Exerc*; 36(4): PP: 674-688.
14. McArdle W.D., Katch F.I, and Katch V.L. (2010). *Exercise Physiology 7th ed.: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Baltimore, MD. Wolters Kluwer: Lippincott Williams & Williams.
15. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. (2004). "Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion". *Eur J Appl Physiol*; 92: PP: 399-406.
16. Patterson SD, Ferguson RA. (2011). Resistance training with blood flow restriction enhances the increase in strength and calf blood flow in older people. *Journal of Aging and Physical Activity*, 19:201-13.
17. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi, et al (2010). "Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction". *J Appl Physiol*; 108: PP: 1563– 1567.
18. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. (2000 a). "Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion". *J Appl Physiol*; 88: PP: 61–65.
19. Takarada Y, Sato Y, Ishii N. (2002). "Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes". *Eur J Appl Physiol*, 86: PP: 308–314.
20. Takarada Y, Tsuruta T, Ishii N. (2004). "Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion". *Jpn J Physiol*; 54: PP: 585–592.
21. Wernbom M, Augustsson J, Raastad T. (2008). "Ischemic strength training a low-load alternative to heavy resistance exercise"? *Scand J Med Sci Sports*; 18: PP: 401–416.

22. Yasuda T., Ogasawara R., Sakamaki M., Ozaki H., Sato Y., and Abe T. (2011). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 2525-2533.

Archive of SID