مقایسه اثر هشت هفته تمرین مقاومتی با انسداد عروق و بدون انسداد عروق بر حفظ تکرارهای حرکت پرس پا در ورزشکاران رشته دو و میدانی

کلثوم پارسافر [*] [1]***، دکتر ناصر بهپور*** [2]***، فردین مرادی*** [3]

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه رازی

۲- عضو هیأت علمی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه رازی

۳- دانشجوی دکتری فیزولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه رازی

چکیده

هدف کلی از انجام این پژوهش بررسی تفاوت اثر تمرین مقاومتی با انسداد عروق و بدون انسداد عروق بر حفظ تکرارهای حرکت پرس پا در ورزشکاران رشته دو و میدانی بود. به این منظور تعداد ۲۲ نفر از ورزشکاران رشته دو و میدانی مرد شهر کرمانشاه که دارای سابقه‌ی قهرمانی در سطح استان بودند به دو گروه ۱۱ نفره تمرین با انسداد عروق و شدت کم(۲۰٪ 1RM؛ سن: سال ۱/۶۲±۲۳/۱۴) و تمرین بدون انسداد عروق با شدت بالا(۸۰٪ 1RM؛ سن: سال ۱/۸۴±۲۳/۵۲) به صورت یکسان تقسیم شدند. ابزار اندازه‌گیری در این پژوهش شامل آزمون پرس پا در سه نوبت متوالی بود که پیش از شروع تمرین و پس‌از هشت هفته از گروه تمرینی و گروه کنترل گرفته شد. از آزمون‌های آماری t وابسته برای تفاوت درون گروهی و از آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت در بین دو گروه استفاده شد. نتایج تجزیه تحلیل داده‌ها نشان داد که هر دو گروه تمرینی با انسداد عروق و بدون انسداد عروق پیشرفت معناداری را نسبت به پیش‌آزمون خود داشتند($p<۰/۰۵$) و همچنین تفاوت معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون با یکدیگر نداشتند($p>۰/۰۵$). نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین مقاومتی با شدت کم همراه با انسداد عروق آثار مشابه با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت زیاد بر حفظ تکرارهای پرس پا در ورزشکاران دو و میدانی دارد. بنابراین به مربیان توصیه می‌شود که از تمرین مقاومتی با انسداد عروق و شدت کم می‌توان به عنوان جایگزین تمرین سنتی با شدت زیاد استفاده کنند.

کلید واژه‌ها:

تمرین مقاومتی با انسداد عروق، پرس پا، ورزشکاران رشته دو و میدانی

[1] edu.parsafar@yahoo.com

مقدمه

تمرینات مقاومتی، جزء مهم برنامهٔ تمرینی در بیشتر ورزش‌هاست، همچنین در پیشگیری از آسیب و توانبخشی نقش دارد. 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 دارد(کرامر و راتامس[1]، ۲۰۰۴). تمرینات مقاومتی 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 می کنند(کرامر و راتامس، ۲۰۰۴) تمرینات مقاومتی 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[2]، ۲۰۰۳). برای نیل به این اهداف طراحی صحیح برنامهٔ تمرینی ضروری است. بر حسب نوع هدفی که از برنامهٔ تمرین مقاومتی دنبال می‌شود(توان، استقامت، قدرت یا حجم عضلانی) متغیرهای مختلفی مثل شدت، مدت، تکرار، تناوب، فاصلهٔ استراحت و غیره قابل دستکاری است که از این بین شدت مهم ترین متغیر برنامهٔ تمرینی معرفی شده است. به طوری که عقیده بر آن است تمرین مقاومتی شدید (بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) موجب افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌شود (عنابستانی و همکاران، ۱۳۹۳). براین اساس تمرین با شدت کمتر از این مقدار، از تنش کافی برای افزایش قدرت و حجم عضلانی برخوردار نخواهد بود. اما نتایج نشان می‌دهند شدت زیاد تمرین مقاومتی برای افراد پیر، بیماران خاص و دیگر گروه هایی که به افزایش قدرت عضلانی نیاز دارند، ولی تمایل و تحمل این گونه تمرینات سخت را ندارند، مناسب نیست و در مواردی موجب آسیب‌های

[1] Kraemer & Rattamess
[2] *Fujita* et al.

عضلانی و بافتی شدید می‌شود(شریفیان و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین معرفی روش‌های ایمن و مؤثر برای حفظ و توسعهٔ قدرت عضلانی برای دامنهٔ گسترده‌ای از مردم همواره مورد نظر محققان بوده است. بر حسب هدفی که از برنامه تمرین مقاومتی دنبال می شود، متغیرهای مختلفی مثل شدت، مدت، تکرار، تناوب، فاصله استراحت و غیره قابل دستکاری می‌باشد. در این بین" شدت "به عنوان مهمترین متغیر برای دستیابی به اهداف تمرینی معرفی شده است(برد و همکاران[1] ، ۲۰۰۵). به طوری که عقیده بر آن است تمرین مقاومتی با شدت بالا (تمرینات مقاومتی سنتی) به منظور هایپرتروفی و افزایش قدرت عضله مورد نیاز است. بر این اساس تمرین با شدت پایین تنش کافی به منظور افزایش قدرت و حجم عضلانی را نخواهد داشت (مور و همکاران[2]، ۲۰۰۴) از طرفی تمرینات مقاومتی با شدت بالا احتمال آسیب دیدگی را نیز افزایش می‌دهند. بنابراین این سوال به ذهن محققین متبادر گشت که آیا می‌توان با کاهش شدت تمرین مقاومتی به همان اهداف تمرینات سنتی دست یافت. در این راستا ساتو[3](۲۰۰۵) نوعی از تمرین مقاومتی با عنوان تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروق را پیشنهاد کرد. تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروق(OST[4]) عبارت است از انجام تمرین مقاومتی 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). با این عمل تحویل شریانی کاهش می‌یابد و متعاقب آن توقف بازگشت خون وریدی صورت می‌گیرد که به اعتقاد بسیاری از پژوهشگران 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

[1] Bird et al.
[2] Moor et al.
[3] Sato et al.
[4] Occlusion Strength Training (OST)

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، بکار گرفته شوند (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). معمولاً شدت این تمرینات ۲۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه می‌باشد که تقریبا معادل فعالیت روزانه افراد بوده و بنابراین قابل تحمل برای اکثر افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت می‌باشد(لونک و همکاران[1]، ۲۰۰۹). برخی مطالعات حاکی از آن است کهOST همان فواید تمرین، حتی بیشتر، را دارد(سوگا و همکاران[2]، ۲۰۰۹). به عنوان مثال، تاکارادا و همکاران[3](۲۰۰۰) اثر ۱۶ هفته تمرینات مقاومتی درسه گروه آزمودنی را مطالعه کردند، یک گروه تمرینات مقاومتی 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 مقاومتی سنتی خم کردن آرنج با شدت ۸۰ درصد 1RMرا انجام دادند. نتیجه تحقیق حاکی از افزایش معنی دار قدرت و سطح مقطع عضلانی درگروه 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؛تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰؛ آبه و همکاران، ۲۰۰۵) و اینکه پژوهش‌های اندکی بر روی ورزشکاران صورت گرفته است، ازاین رو آگاهی از اثر انجام این تمرینات در افراد ورزشکار مهم است. بنابراین پژوهش حاضر به طور مشخص درصدد پاسخ به این پرسش است که آیا تفاوتی در حفظ تکرارهای پرس پا در اثر هشت هفته تمرین

[1] Loenneke et al.
[2] Suga et al.
[3] Takarada et al

مقاومتی بدون انسداد عروق و تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروق در بین ورزشکاران رشته دو و میدانی وجود دارد یا خیر؟

روش پژوهش

جامعه و نمونه آماری

جامعهٔ آماری شامل ورزشکاران نخبه رشته ورزشی دو و میدانی شهر کرمانشاه که حداقل دارای یک مقام اول تا سوم در سطح استانی و بالاتر بودند به صورت نمونه در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. از بین این افراد تعداد ۲۲ نفر به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۱ نفره با تمرین مقاومتی با انسداد عروق و گروه تمرین مقاومتی بدون انسداد عروق تقسیم شدند.

ابزار اندازه‌گیری

ابزار اندازه‌گیری در این پژوهش شامل آزمون پرس پا بود.

آزمون تکرارهای پرس پا

آزمون پرس پا با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه برای هر فرد در سه نوبت متوالی اجرا شد، که میانگین این سه نوبت به عنوان نمره آزمون هر فرد در نظر گرفته شد. این آزمون قبل و بعد از هشت هفته تمرین از آزمودنی‌ها گرفته شدند.

آزمون یک تکرار بیشینه

از روش برآورد از طریق معادله [یک تکرار بیشینه = وزنهٔ جا به جا شده (کیلوگرم) / ((۰/۰۲۷۸ ×تعداد تکرار تا خستگی) – ۱/۰۲۷۸)] برآورد خواهد شد و اینکه وزنه باید طوری انتخاب شود که بیش از ۶ تکرار نتوان آن حرکت را انجام داد.

روش تمرین

برنامۀ تمرینی شامل هشت هفته (هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه) و در مجموع ۲۴ جلسه انجام گرفت. این برنامه در هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، ۴۰ دقیقه برنامۀ تمرین اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. برنامۀ 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 تورنیکت لاستیکی بسته شد و تمرین با شدت ۲۰٪ یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام خواهد گرفت. همین تمرینات با شدت ۸۰٪ یک تکرار بیشینه البته بدون انسداد عروقی در گروه بدون انسداد عروقی انجام خواهد گرفت. استراحت بین ست ها ۱ تا ۱/۵ دقیقه و بین ایستگاه ها سه تا چهار دقیقه خواهد بود. در گروه انسداد عروقی بین حرکات تورنیکت باز می‌شد تا جریان خون باردیگر و به مدت کوتاهی برقرار شود و قبل از حرکت بعدی بسته شد(حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

روش آماری

از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین، از آزمون کولموگراف – اسمیرنف برای تعیین نحوه توزیع داده‌ها، از آزمون آماری t وابسته برای بررسی تفاوت درون‌گروهی و از آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت بین دو گروه تمرین سنتی و تمرین با انسداد عروق در سطح $P<۰/۰۵$ استفاده شد. اطلاعات با کمک نرم افزارSPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (جدول۱) نشان داد که آزمودنی‌های دو گروه از نظر سن، قد و وزن اختلاف معناداری نداشتند(**p**>٪۵).

جدول(۱) اطلاعات توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن		وزن		قد	
					f	p	f	p	f	p
تمرین-باانسداد	۱۱	۲۳/۱۴±۱/۶۲	۷۳/۸±۶/۳۸	۱۷۶/۶±۳/۵۳	۰/۱۲۱	۰/۹۳۹	۰/۸۸۵	۰/۵۸۶	۲/۱۸	۰/۰۸۴
تمرین-بدون‌انسداد	۱۱	۲۳/۵۴±۱/۸۴	۷۵/۷±۴/۹۲	۱۷۹/۰±۲/۵۳						

جدول(۲) نتایج آزمون t وابسته و مستقل بین دو گروه تمرینی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آزمون تکرارهای پرس پا

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	**t وابسته**	**Sig**
تمرین-باانسداد	**۱۲/۲۴±۱/۲۲**	**۱۷/۳۲±۱/۰۸**	**۱۱/۴۳۲**	**۰/۰۰۰**
تمرین-بدون‌انسداد	۱۱/۹۰±۱/۳۸	۱۸/۳۰±۱/۳۴	۶/۹۵۶	۰/۰۰۰
t مستقل	**۱/۹۳۳**	**۱/۸۱۹**		
Sig	**۰/۰۶۹**	**۰/۰۸۶**		

نتایج آزمون t وابسته نشان داد که هر دو گروه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون خود پیشرفت معناداری را داشته‌اند(P<۰/۰۵)، همچنین نتایج آزمون t مستقل نیز نشان داد که تفاوتی بین دو گروه تمرینی(با انسداد و بدون انسداد عروق) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود نداشت(P>۰/۰۵). باتوجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که تفاوتی بین تمرین مقاومتی با انسداد عروق(شدت کم) و بدون انسداد عروق(شدت بالا) در ورزشکاران رشته دو و میدانی وجود نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین با انسداد عروق در ورزشکاران تأثیر معنادار و مشابه به تمرین با شدت بالا و بدون انسداد عروق در افزایش استقامت عضلانی در حفظ تعداد تکرارهای پرس پا دارد. نتایج این پژوهش با نتایج عنابستانی و همکاران (۱۳۹۳)، شریفیان و همکاران(۱۳۹۲)، حسن‌زاده و همکاران (۱۳۹۳)، تاکارادا و همکاران(۲۰۰۴)، تاکاردا و همکاران(۲۰۰۰) و آبه و همکاران(۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت. احتمالاً یکی از علت‌های همخوانی استفاده از الگوهای مشابه از لحاظ سطح عملکرد (در مطالعه‌های یاد شده و پژوهش حاضر از آزمودنی‌های ورزشکار استفاده شده است) باشد. از طرفی نتایج پژوهش حاضر با پژوهش مور و همکاران(۲۰۰۴) و تاکاردا و همکاران(۲۰۰۲) ناهم‌خوان بود. از دلایل احتمالی ناهم‌خوان بدون نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های یاد شده می‌توان به تفاوت‌های جنسی آزمودنی‌ها(آزمودنی‌های پژوهش حاضر همگی مرد بودند) 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 است. 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 بار واحدهای حرکتی می‌شود؛ که منجر به بکارگیری الگوهایی میشود که سازگاریهای عصبی عضلانی و قدرت را افزایش می‌دهد(گوتو و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این، افزایش حجم و اندازه عضله بدنبال تمرینات مقاومتی 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 می‌توانستیم شاهد افزایش فعالیت EMG و حجم عضله باشیم این نکته میتواند در تحقیقات آینده مد نظر قرار گیرد. در مورد عمل اکسنتریک و کانسنتریک با یک الگوی حرکتی با کاهش خون جریان، الیاف های FT حتی در صورت عدم وجود بار خارجی سنگین نیز فراخوان شده و به خدمت گرفته می‌شوند. پس در این صورت با جلسات تمرین با محدودیت جریان خون BFR[1] با بار کم نیز تارهای FT فراخوانی می‌شوند (تاکاردا[2] و همکاران، ۲۰۰۰). کرپیسیلی (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 وابسته به میزان تلاش بکار رفته برای ایجاد عمل بستگی دارد و نه به میزان بار خارجی. توانایی برای تمرین و تولید عمل عضلات قوی، که تکیه به شدت در غیر هوازی عضلانی، استفاده کم از قدر بارهای می تواند برای ورزشکاران و مربیان سودمند باشد. پژوهش‌های با تمرین با محدودیت جریان خون نشان داده شده که برای جذب فیبرهای عضلانی تند انقباض با بارهای کم، شبیه به تمرینات مقاومتی سنتی با بکارگیری الیاف FT با بارهای بالا می‌باشد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). در حالت هیپوکسی (کاهش در دسترس بودن اکسیژن)، یک عضله با متابولیت بالا تجمع لاکتات ممکن است رخ دهد. هیپوکسی با استفاده از روش انسداد نشان داده شده است که برای افزایش تجمع لاکتات در حالی که همزمان کاهش میزان پاکسازی لاکتات صورت می‌گیرد انجام می‌پذیرد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). کاهش جریان خون شریانی اکسیژن به عضلات در حال کار و محدودیت تحویل اکسیژن، سبب ایجاد یک محیط

[1] Blood Flow Restriction Training
[2] Takarada

بی هوازی برای عضله می‌شود. افزایش تجمع متابولیت و کاهش پاکسازی ممکن است سبب تورم سلول که یکی دیگر از مکانیسم پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR را القا کند. توقف جریان وریدی نیز سبب حفظ این متابولیت می‌شود که اجازه نمی‌دهد که جریان خون به عضلات در حال فعالیت برای سوخت و ساز بدن و دفع مواد تولید شده انجام شود. تمامی این مراحل یک محیط مطلوب را ایجاد برای بکارگیری الیاف عضلانی FT با استفاده از بارهای کم (۲۰٪ 1RM) فراهم می‌آورد (تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۰). با این عمل تحویل شریانی کاهش می‌یابد و متعاقب آن توقف بازگشت خون وریدی صورت می‌گیرد که به اعتقاد بسیاری از پژوهش‌گران بهترین مکانیسم های پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR در افزایش استقامت 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، بکار گرفته شوند (یاسودا و همکاران، ۲۰۰۹). از دیدگاه محققان یکی از ساز و کارهای افزایش استقامت می‌تواند سازگاری های 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. نتیجهٔ پژوهش تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) نیز حاکی از افزایش استقامت در گروه تمرینی و گروه بدون انسداد عروق بود که در مقایسه با تحقیق حاضر افزایش کمتر قدرت را نشان می دهد. این مسئله ممکن است به دلایل زیر باشد: ۱) استفاده از عضلات پایین تنه در مقایسه با عضلات بالاتنه، چرا که تحقیقات نشان می دهند به

طور کلی افزایش قدرت در اندام تحتانی (عضلات بزرگ تر) 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 نوع آزمودنی ها، به طوری که در پژوهش تاکارادا، زنان یائسه و آزمودنی های تحقیق حاضر، پسران با انگیزه بود. البته باید خاطرنشان کرد که پژوهش تاکارادا و همکاران (۲۰۰۲) فاقد گروه کنترل برای مقایسهٔ بهتر نتایج بود، که بحث در زمینهٔ مقایسهٔ نتایج را کمی با اشکال مواجه می‌سازد. در برخی تحقیقات در این زمینه علاوه بر سازگاری های عصبی عضلانی، سازگاری‌های هورمونی نیز بررسی شده است. این تحقیقات نشان می دهند تمرین در شرایط هایپوکسی عضلانی به مقدار زیادتری در تمرینات موجب تجمع متابولیت ها و در نتیجه افزایش غلظت هورمون GH و IGF-1 می‌شود و این عوامل رشد عضلانی و به تبع آن افزیش قدرت را به دنبال دارد(فوجیتا و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین هر چند در تحقیق حاضر هورمون GH یا دیگر محصولات فرعی متابولیکی اندازه گیری نشد. احتمالاً افزایش این عوامل را می توان دلیل افزایش استقامت عضلانی در گروه های تمرینی دانست. از جمله سازوکارهای دیگر افزایش استقامت عضلانی در اثر تمرینات را می‌توان افزایش مقادیر گزانتین اکسیداز و فعال سازی سلول‌های ساتلیت[1] و افزایش سطح مقطع و هایپرتروفی عضلانی دانست. هر چند عقیده بر این است که در تمرین مقاومتی با شدت کم، اغلب استقامت عضلانی بهبود می‌یابد، اما مشاهده می‌شود چنانچه این شدت کم با انسداد عروق همراه باشد موجب افزایش استقامت عضلانی و اندازهٔ عضله خواهد شد(تاکاردا و همکاران، ۲۰۰۲). در این پژوهش هایپرتروفی و سطح مقطع عضله بررسی نشد، البته با توجه به افزایش مشهود استقامت عضلانی احتمالا، سطح مقطع عضلهٔ چهارسرران و همسترینگ افزایش

[1] Satellit Cells

می‌یابد. بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان بررسی سطح مقطع و حجم عضله در کنار تغییرات عملکردی را مدنظر قرار داد.

در تحقیق حاضر استقامت عضلانی آزمودنی‌ها به طور معنی داری در دو 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 تمرین دو جلسه در روز و به مدت هشت روز انجام گرفت. نتایج نشان داد قدرت و سطح مقطع عضلهٔ ران افزایش پیدا کرد، در حالی که عملکرد پرش تغییر نکرد. محققان در تفسیر عدم افزایش پرش در اثر برنامهٔ 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 در این تحقیق تمرین از طول مدت نسبتاً کافی برخوردار بود و افزایش مشهود استقامت عضلانی نیز مشاهده شد و انتظار بهبود عملکرد تکرارهای پرس پا انتظار می‌رفت. به طور کلی تحقیقات انجام گرفته در زمینهٔ اثر تمرینات مقاومتی بر استقامت عضلانی را دلیل بهبود عملکرد تکرارهای پرس پامی‌شود معرفی کرد. در پژوهش حاضر هایپرتروفی عضلات ران بررسی نشد، ولی می‌توان انتظار داشت در اثر چنین برنامهٔ تمرینی عضلات ران دچار هایپرتروفی شده باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین مقاومتی با انسداد عروق تأثیری مشابه با تمرین مقاومتی سنتی با شدت بالا بر استقامت عضلات پا داشت. این در حالی است که برخی تحقیقات نیز حاکی از آن است که تمرین مقاومتی اثر مثبتی بر استقامت عضلانی دارد. به طوری که گفته می‌شود، تمرین مقاومتی طولانی مدت می‌تواند استقامت عضلانی را از طریق تغییر در سیستم عصبی و عضلانی،

افزایش فعالیت آنزیم‌ها، افزایش تولید نیرو، افزایش گلیکوژن داخل سلولی یا تغییر در نوع تارهای عضلانی بهبود بخشد(کارابولت و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق می توان گفت که تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با انسداد عروق آثار مشابه با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت زیاد بر استقامت عضلانی در ورزشکاران 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 استقامت عضلانی‌اند، می‌توانند به سادگی از تمرینات مقاومتی 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 استقامت 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 سبزوار. 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 سبزوار. 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 فیزلوژی 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, Tarpening 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- is-better recommendation for resistance training. journal of exercise science and fitness (jesf) 6(2) pp: 325-349.
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 motorneurons. 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. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction muscle strength in older men. J Appl Physiol, (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 Physiolgoy*, *111*, 2525-2533.