

تأثیر تمرین مقاومتی کم شدت با جریان خون محدود شده بر سطح سرمی برخی هورمون‌های مرتبط با قدرت و اندازه عضله در مردان جوان

*شهرام محمدی^۱، رحیمه مهدی‌زاده^۲، علیرضا خوشدل^۳، ایرج میرزایی دیزگاه^۴

چکیده

مقدمه: تمرین مقاومتی از مؤلفه‌های ضروری اکثر برنامه‌های ورزشی محسوب می‌گردد. هدف کلی از انجام این تحقیق، بررسی اثر تمرین مقاومتی کم شدت با جریان خون محدود شده بر سطح سرمی هورمون رشد (GH) و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1) در مردان جوان بود.

روش بررسی: ۳۰ مرد جوان سالم با دامنه سنی ۲۴-۱۹ سال که داوطلب شرکت در مطالعه شدند، به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در سه گروه تمرین مقاومتی کم شدت با جریان خون محدود شده (BFR) (با شدت ۲۰٪ یک تکرار بیشینه [one repetition maximum یا 1RM]، ۳ ست ۱۵ تکرار)، تمرین مقاومتی شدید بدون BFR (سه ست ۱۰ تکرار با شدت ۸۰٪ 1RM) و کنترل قرار گرفتند. هر دو گروه تمرینی هفته‌ای سه روز تمرین‌های اسکوات و جلو پا را به مدت سه هفته انجام دادند. سطح سرمی GH و IGF-1 قبل و بعد از تمرین صبح و در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد. برای مقایسه تفاوت میانگین متغیرها از آزمون آماری ANOVA استفاده شد. سطح معنی‌داری آماری $p < 0.05$ تعیین شد.

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها نشان داد تمرین مقاومتی BFR باعث افزایش معنی‌دار سطح سرمی GH و IGF-1 در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین شد ($p < 0.05$). در گروه تمرین مقاومتی بدون BFR فقط افزایش در سطح سرمی GH در مقایسه با مقادیر پیش از تمرین معنی‌دار بود ($p < 0.05$). بین سطوح سرمی GH و IGF-1 گروه تمرین BFR با گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و گروه کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تمرین مقاومتی کم شدت BFR کوتاه مدت می‌تواند باعث افزایش بیشتر هورمون‌های آنابولیک در مردان جوان شود.

کلمات کلیدی: تمرین مقاومت، قدرت عضلات، هورمون رشد، فاکتور رشد شبه انسولین-۱

مقدمه

تمرین مقاومتی از مؤلفه‌های ضروری و مهم بیشتر برنامه‌های ورزشی محسوب می‌شود. براساس نتایج مطالعات انجام شده، شدت ۷۰-۸۰٪ یک تکرار بیشینه [تمرین مقاومتی one repetition maximum یا 1RM] که شدتی مناسب برای افزایش قدرت و اندازه عضله گزارش شده است، برای ایجاد تغییر در هورمون‌های مربوط به افزایش قدرت و اندازه عضله نیز ضروریست [۱]. علی‌رغم توصیه‌های فراوان برای انجام تمرین‌های مقاومتی با شدت بالا (بیشتر از ۸۰٪ 1RM) برای پیشگیری از کاهش توده عضلانی، این تمرین‌های با عوارض متعددی از قبیل آسیب‌های بافتی و مفصلی همراه است [۲]. اخیراً نتایج پژوهش‌ها شکل تازه‌ای از تمرین‌های مقاومتی را ارائه کرده‌اند که محدودیت اجرایی کمتری در مقایسه با تمرین‌های مقاومتی با شدت بالا دارند و در عین حال اهدافی را که از تمرین‌ها با شدت بالا انتظار می‌رود، برآورده می‌سازد. این تمرین‌ها که تمرین مقاومتی با جریان خون محدود شده (blood flow restriction یا BFR) نام دارند، در مدت زمان کوتاه باعث هایپرتروفی عضله و افزایش قدرت عضلانی می‌شود که این میزان سازگاری با سازگاری‌های ایجاد شده در اثر تمرین‌های مقاومتی با شدت بالا برابری می‌کند [۳، ۴]. ویژگی منحصر بفرد تمرین‌های مقاومتی BFR، انجام آنها با شدت پایین (معمولاً ۲۰ تا ۳۰ درصد 1RM) است [۵].

در این راستا، Takarada و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که تمرین‌های مقاومتی با شدت کم BFR به‌طور چشمگیری منجر به هایپرتروفی عضله و افزایش قدرت عضلانی در مقایسه با تمرین‌های با شدت بالا و بدون محدودیت عروق شد [۶]. Abe و همکاران (۲۰۰۵) و Fujita و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند سنتز پروتئین عضله در تمرین‌های مقاومتی BFR با شدت ۲۰٪ 1RM موجب هایپرتروفی می‌شود [۷، ۸]. نتایج پژوهش دیگر Fujita و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان

داد که افزایش اندازه عضله پس از تمرین‌های مقاومتی کم شدت BFR و تمرین‌های مقاومتی شدید بدون BFR مشابه است [۹]. در سال ۲۰۰۹ گروه تحقیقاتی دیگری دریافتند که هایپرتروفی ناشی از تمرین‌های مقاومتی کم شدت BFR با تمرین‌های شدید اما بدون BFR برابری می‌کند [۱۰]. بیشتر تحقیقات انجام شده در این خصوص بر تأثیر تمرین‌های مقاومتی BFR بر قدرت و اندازه عضله بدون در نظر گرفتن سازگاری هورمونی مرتبط با افزایش قدرت و تغییر ساختاری عضلات اسکلتی تمرکز کرده‌اند. علاوه بر این، مطالعات زیادی افزایش قابل توجه GH را به تمرین‌های مقاومتی یک جلسه‌ای BFR گزارش کرده‌اند [۸، ۱۱، ۱۲]؛ این درحالی است که نتایج مطالعات در زمینه پاسخ IGF-1 به تمرین‌های مقاومتی یک جلسه‌ای BFR متناقض است [۱۳]. بر اساس مطالعات محقق، در زمینه سازگاری‌های بلند مدت هورمون‌های GH و IGF-1 به دنبال تمرین‌های مقاومتی BFR مطالعات محدودی وجود دارد. از این رو پژوهش حاضر با بررسی تأثیر تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون بر سطح سرمی GH و IGF-1، در صدد پاسخ به این سوال است که آیا افزایش احتمالی در قدرت و اندازه عضله پس از سه هفته تمرین مقاومتی BFR به سازگاری هورمونی وابسته است؟

روش بررسی

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و طرح تحقیق از نوع پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری تحقیق حاضر را دانشجویان پسر سال سوم پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی ارتش شهر تهران تشکیل می‌دهد. یک ماه پس از اعلام فراخوان، ۴۰ دانشجو که داوطلب همکاری با پژوهش حاضر شدند، پس از انجام مصاحبه حضوری و بررسی سوابق پزشکی به روش نمونه‌گیری هدفمند به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. شرایط حضور در تحقیق شامل: نداشتن سابقه استعمال سیگار، فشار خون بالا، اضافه وزن، عدم مصرف دارو و یا مکمل‌های نیروزا و سایر عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی-

CG175f (ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی قبل و بعد از ۳ هفته تمرین، ساعت ۸ صبح، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد. در خونگیری مرحله اول، از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از آزمایش خون از انجام هر نوع فعالیت ورزشی خودداری کنند. خونگیری مرحله دوم (پس از ۳ هفته تمرین) ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام گرفت. سطح سرمی GH توسط کیت هورمونی مخصوص انسان، ساخت شرکت Monobind, Inc ساخت کشور آمریکا و سطح سرمی IGF-1 توسط کیت هورمونی مخصوص انسان، شرکت immunodiagnostic system ساخت کشور انگلستان به روش الیزا اندازه‌گیری شد.

برنامه تمرین مقاومتی BFR، شامل دو حرکت جلوپا و اسکوات‌پا به مدت ۳ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه زیر نظر مربی بدنسازی دانشگاه انجام شد. هر جلسه تمرین شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن، اجرای حرکات با تکرارهای ۱۵-۱۵-۱۵ و شدت ۲۰٪ 1RM و ۱۵ دقیقه سرد کردن بود. استراحت بین هر ست و بین تمرین‌های ۳۰ ثانیه بود. شدت تمرین در طول دوره تمرین ثابت بود. برای تعیین میزان محدودیت جریان خون، باند کشی پاورلیفتینگ با کشش‌های مختلف دور ران چند نفر از آزمودنی‌ها با حجم ران و فنوتیپ متفاوت بسته و جریان خون شریان با دستگاه داپلر اندازه‌گیری شد. میزان کشش باند طوری بود که باعث محدودیت جریان خون وریدی می‌شد. سونوگرافی داپلر برای اندازه‌گیری جریان خون و فشار خون و همچنین سرعت جریان خون استفاده می‌شود [۱۷]. در هفته اول برنامه تمرینی، تکنیک صحیح بستن باند پاورلیفتینگ به انتهای پروگزیمال ران و انجام درست حرکات به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. برنامه تمرین مقاومتی کم شدت BFR در پژوهش حاضر، با تغییرات جزئی از مطالعه Abe و همکاران (۲۰۰۵) و Yasuda و همکاران (۲۰۰۵) گرفته شده است [۱۶، ۱۵].

برنامه تمرین مقاومتی بدون BFR، شامل حرکت جلوپا و اسکوات‌پا با ۸۰٪ 1RM و سه ست با ۱۰ تکرار بود. زمان استراحت بین هر ست و همچنین بین تمرین‌های ۳۰ ثانیه بود.

عروقی به تشخیص پزشک متخصص و براساس مدارک پزشکی در یک آزمایش تشخیصی بود. همچنین آزمودنی‌ها حداقل ۶ ماه قبل از شروع تحقیق، به صورت منظم در تمرین‌های مقاومتی شرکت نکرده بودند [۷]. ابتدا طی جلسه‌ای، آزمودنی‌ها با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به طور کتبی و شفاهی آشنا شدند. به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آنها کاملاً محرمانه خواهد ماند و جهت بررسی داده‌ها از روش کدگذاری استفاده خواهد شد. همچنین به آنها اجازه داده شد تا در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری، انصراف دهند. پس از تأیید موضوع در شورای پژوهشی دانشگاه، آزمودنی‌ها آگاهانه فرم رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند و پرسشنامه‌های اطلاعات شخصی، سوابق پزشکی و ورزشی را پر کردند. در تحقیق حاضر اصول مندرج در اعلامیه هلسینکی و ضوابط اخلاق پزشکی به طور کامل رعایت شده است. قبل از اجرای برنامه‌های تمرینی، برای تعیین غلظت سرمی هورمون‌های GH و IGF-1، نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته شد. یک هفته پیش از شروع برنامه تمرینی اندازه‌های آنتروپومتریک شامل سن، قد، وزن و نمایه توده بدن (BMI) و اندازه دور ران، متغیرهای فیزیولوژیکی شامل فشارخون سیستولی و دیاستولی و 1RM اندازه‌گیری شدند. سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در سه گروه تمرین مقاومتی کم شدت BFR (۱۵ نفر) با شدت ۲۰٪ 1RM، گروه تمرین مقاومتی بدون BFR (۱۲ نفر) با شدت ۸۰٪ 1RM و گروه کنترل بدون انجام تمرین و بدون BFR (۱۳ نفر) قرار گرفتند. به آزمودنی‌ها توصیه شد که در مدت زمان انجام تحقیق، فعالیت ورزشی دیگری به غیر از برنامه تمرینی ارائه شده انجام نداده و رژیم غذایی خود را تغییر ندهند. پس از ۳ هفته تمرین، کلیه اندازه‌گیری‌ها بجز قد مجدداً تکرار شد. برای محاسبه 1RM، از فرمول زیر استفاده شد [۱۴]:

$$1RM = [(تعداد تکرار) / 30 + 1] \times \text{وزنه مورد استفاده}$$

دور ران از وسط ران توسط متر نواری اندازه‌گیری شد. فشارخون توسط فشارسنج دیجیتال مارک accumed مدل

تفاوت معنی داری مشاهده شد، اما تفاوت بین دو گروه تمرین معنی دار نبود.

میانگین و انحراف استاندارد سطح سرمی GH و IGF-1 در گروه‌های تجربی و کنترل قبل و بعد از تمرین در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج نشان داد بین سطح سرمی GH ($p=0/006$) و IGF-1 ($p=0/008$) سه گروه در پایان مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد. نتایج حاصل از آزمون تعقیبی توکی نشان داد پس از ۳ هفته تمرین، بین سطح سرمی GH گروه تمرین BFR با گروه تمرین مقاومتی بدون BFR ($p=0/02$) و گروه کنترل ($p=0/01$) اختلاف معنی داری مشاهده شد. این در حالیست که تفاوت بین سطح سرمی GH گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و کنترل به لحاظ آماری معنی دار نبود. همچنین پس از ۳ هفته تمرین، بین سطح سرمی IGF-1 گروه تمرین BFR با گروه تمرین مقاومتی بدون TBFR ($p=0/03$) و گروه کنترل T ($p=0/01$) اختلاف معنی داری مشاهده شد. این در حالیست که تفاوت بین سطح سرمی IGF-1 گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و کنترل به لحاظ آماری معنی دار نبود ($p=0/99$).

بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار 1RM عضلات چهار سر ران (در حرکات جلوپا و اسکوات) در مردان جوان بعد از ۳ هفته تمرین مقاومتی کم شدت BFR (با شدت ۲۰٪ 1RM) درمقایسه با گروه کنترل و تمرین مقاومتی بدون

برای اطمینان از سلامتی آزمودنی‌ها، فشار خون قبل و بعد از هر جلسه تمرین و همچنین ۲۴ ساعت پس از پایان تمرین توسط پزشک اندازه‌گیری شد. برای مقایسه تفاوت‌ها قبل و بعد از تمرین از آزمون t جفتی و برای مقایسه تفاوت میانگین‌ها در پایان تمرین بین سه گروه از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی داری در کلیه آزمون‌ها $p < 0/05$ در نظر گرفته شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده گردید.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد اندازه‌های آنتروپومتریک، فیزیولوژیک و 1RM قبل و بعد از تمرین در جدول ۱ گزارش شده است. داده‌های تحلیل شده مربوط به ۳۰ نفر از آزمودنی‌هایی است که به طور منظم و تا پایان مطالعه با محقق همکاری کردند. ۴ نفر از گروه BFR و ۵ نفر از گروه مقاومتی بدون BFR به دلیل درد عضلانی شدید و یا آسیب دیدگی از ادامه همکاری انصراف دادند. تحلیل داده‌ها نشان داد بین 1RM اسکوات ($p=0/03$)، 1RM جلوپا ($p=0/04$) و فشار خون سیستولیک ($p=0/03$) سه گروه در پایان مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد، اما بین وزن بدن ($p=0/68$)، اندازه دور ران ($p=0/74$) و فشار خون دیاستولیک ($P=0/92$) سه گروه در پایان مطالعه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین مقدار 1RM اسکوات ($p=0/03$) و 1RM جلوپا ($p=0/04$) گروه تمرین BFR با گروه کنترل

جدول ۱ - مقایسه اندازه‌های آنتروپومتریک و متغیرهای فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف پیش و پس از آزمون

متغیرها	گروه تمرین BFR (n=11)		گروه تمرین بدون BFR (n=7)		گروه کنترل (n=12)	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
وزن بدن (kg)	۷۵/۶۳±۶/۵۴	۷۵/۹۰±۶/۵۹	۷۱/۱۴±۵/۴۵	۷۲/۴۲±۵/۶۲	۷۳/۴۶±۱۲/۰۸	۷۳/۵۳±۱۲/۳۶
دور ران (cm)	۵۴/۵۵±۲/۹۷	۵۷/۰۹±۲/۷۳	۵۴/۷۱±۲/۶۸	۵۵/۲۱±۳/۹۳	۵۳/۷۷±۲/۶۷	۵۳/۵۴±۳/۶۸
1RM اسکوات (kg)	۷۳/۵۲±۵/۸۲	۸۴/۳۳±۸/۹۷*	۶۵/۱۲±۱۰/۸۲	۷۱/۵۲±۱۰/۹۰	۶۸/۹۲±۱۰/۴۹	۶۸/۸۵±۱۰/۴۶
1RM جلوپا (kg)	۲۹/۰۰±۲/۵۶	۳۵/۹۰±۲/۴۶*	۲۸/۲۹±۱/۲۵	۳۱/۸۵±۱/۵۷	۲۹/۵۳±۴/۰۳	۲۹/۵۷±۴/۱۲
فشارخون سیستولیک (mm.Hg)	۱۲۶/۸۲±۷/۰۶	۱۲۶/۳۶±۷/۵۱	۱۲۵/۸۶±۴/۹۸	۱۱۸/۲۹±۴/۲۳	۱۲۲/۹۲±۸/۳۶	۱۲۶/۳۸±۱۰/۱۱
فشار خون دیاستولیک (mm.Hg)	۷۵/۹۱±۵/۵۰	۷۴/۸۲±۵/۲۶	۷۴/۲۹±۱۱/۰۱	۷۴/۲۹±۷/۰۶	۷۳/۶۹±۵/۷۶	۷۳/۲۳±۵/۳۴

‡ تفاوت معنی دار بین گروه‌ها قبل و بعد از تمرین ($p < 0/05$)

‡‡ تفاوت معنی دار بین گروه‌ها قبل و بعد از تمرین ($p < 0/01$)

* تفاوت معنی دار بین گروه BFR با گروه کنترل بعد از تمرین ($p < 0/05$)

† تفاوت معنی دار بین گروه بدون BFR با دو گروه دیگر بعد از تمرین ($p < 0/05$)

جدول ۲- مقایسه میزان سطح سرمی GH و IGF-1 در گروه‌های تجربی و کنترل پیش و پس از آزمون

متغیرها	گروه تمرین BFR (n=11)		گروه تمرین بدون BFR (n=7)		گروه کنترل (n=12)	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
GH (µg/ml)	۵/۱۵±۱/۲۴	۱۳/۵۴±۵/۴۰	۵/۷۱±۲/۴۵	۸/۹۹±۴/۶۴	۶/۶۹±۳/۵۸	۷/۳۶±۴/۰۲
IGF-1 (ng/ml)	۳۰۵/۹۶±۲۶/۹۸	۳۵۳/۲۴±۵۰/۴۶	۲۹۱/۷۳±۳۲/۲۹	۲۹۳/۲۹±۳۲/۵۹	۲۹۲/۵۶±۴۸/۹۹	۲۹۲/۴۴±۵۱/۰۱

† تفاوت معنی‌دار بین گروه BFR با دو گروه دیگر بعد از تمرین ($P < 0/05$)
 ‡ تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها قبل و بعد از تمرین ($P < 0/05$)
 †† تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها قبل و بعد از تمرین ($P < 0/01$)

BFR بطور معنی‌داری افزایش یافت. این در حالیست که تفاوت بین قدرت عضلانی گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و کنترل به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این یافته با نتایج تحقیقات Burgomaster و همکاران (۲۰۰۳)، Takarada و همکاران (۲۰۰۰، ۲۰۰۲، ۲۰۰۴)، Yasuda (۲۰۰۵) و Abe و همکاران (۲۰۰۶) همخوانی دارد [۳، ۴، ۶، ۱۰، ۱۶، ۱۸]. طول دوره تمرین در این تحقیقات بین ۲ تا ۱۶ هفته متفاوت بود. Takarada و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که IRM اکستنسورهای زانو بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی کم شدت BFR حدود ۵۰ درصد افزایش یافت [۳]. در همین راستا، Yasuda و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند دو هفته تمرین مقاومتی کم شدت BFR، هفته‌ای دو روز میزان قدرت عضله را حدود ۱۴٪ افزایش داد [۱۶]. مکانیسم دقیق درگیر در سازگاری قدرت عضلانی پس از تمرین مقاومتی کم شدت BFR بطور کامل شناخته نشده است. اگرچه تمرکز در مطالعات، بیشتر بر سازگاری‌های محیطی مانند هایپرتروفی است، اما احتمالاً سازگاری‌های عصبی نیز می‌توانند نقش مهمی در افزایش قدرت عضلانی بازی کنند. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، افزایش بکارگیری تارهای عضلانی تند انقباض در تمرین مقاومتی کم شدت BFR قویترین مکانیسم احتمالی شناخته شده است [۱۹، ۴].

افزایش کم و غیر معنی‌دار در اندازه دور ران در گروه BFR در مقایسه با گروه بدون BFR، بیانگر افزایش در هایپرتروفی عضلانی پس از تمرین مقاومتی کم شدت BFR است. یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر، عدم اندازه‌گیری دقیق هایپرتروفی عضلانی است. براساس نتایج تحقیقات انجام شده، حداقل ۴ هفته زمان لازم است تا برخی از اشکال

هایپرتروفی پس از تمرین‌های مقاومتی شدید (تقریباً با شدت ۸۰٪ IRM) اتفاق بیفتد. این درحالی‌است که، نتیجه یک مطالعه موردی نشان داد که یک هفته تمرین مقاومتی کم شدت BFR با شدت ۲۰٪ IRM باعث ۳٪ افزایش سطح مقطع عضلانی گردید [۱۵]. شواهد رو به رشد نشان می‌دهد که هایپرتروفی عضلانی بعد از تمرین مقاومتی کم شدت BFR اتفاق می‌افتد [۳، ۴، ۷، ۱۵، ۱۶، ۲۰]. اما دلایل واقعی افزایش اندازه عضله پس از این تمرین‌های، هنوز به طور کامل شناخته نشده است.

تمرین مقاومتی کم شدت BFR باعث افزایش پاسخ غدد درون ریز به تمرین می‌شود [۲۱]. براساس نتایج تحقیق حاضر، بین سطح سرمی GH گروه تمرین مقاومتی کم شدت BFR با گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و گروه کنترل پس از ۳ هفته تمرین، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. این درحالی‌است که تفاوت بین سطح سرمی GH گروه تمرین مقاومتی بدون BFR و کنترل به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به بیان دیگر، محدود کردن جریان خون عامل مهمی در افزایش سطح سرمی GH است. زیرا با وجود پایین بودن قابل توجه شدت تمرین در گروهی که با محدودیت جریان خون مواجه شدند، میزان افزایش بعد از سه هفته تمرین، بیشتر از گروهی بود که تمرین مقاومتی با شدت بالا و بدون محدودیت جریان خون انجام دادند. ترشح GH متعاقب ورزش، به عواملی مانند ویژگی‌های برنامه تمرینی به‌ویژه شدت تمرین [۲۲]، نیازهای متابولیک و هیپوکسی [۲۳] بستگی دارد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که سازگاری‌های عضلانی پس از تمرین مقاومتی کم شدت BFR با افزایش هورمون‌های آنابولیک مانند GH ارتباط دارد [۲۳-۲۵]، اگرچه شواهد موجود در این

زمینه محدود است. در تحقیق حاضر که تمرین مقاومتی BFR با شدت ۲۰٪ IRM به مدت ۳ هفته انجام شد، سطح GH در این گروه حدود ۲/۵ برابر در مقایسه با سطح پیش از تمرین افزایش یافت. میزان افزایش سطح GH در تحقیق حاضر با نتایج تحقیق Manini و همکاران (۲۰۱۲) و Tanimoto و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی دارد [۲۶،۵]. این درحالی است که، میزان افزایش سطح GH پس از تمرین مقاومتی کم شدت BFR تک جلسه‌ای در تحقیق Kim و همکاران (۲۰۱۴) که بر روی زنان جوان انجام شد، کمی بیشتر از تحقیق حاضر بود [۲۷]. به دلیل تشابه شدت برنامه تمرینی و محدودیت‌های اعمال شده در تحقیق حاضر با مطالعه Kim و همکاران (۲۰۱۴)، به نظر می‌رسد علت اصلی تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های آنها، تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها و طول دوره تمرین باشد. در برخی پژوهش‌های انجام شده، میزان افزایش سطح GH پس از تمرین‌های مقاومتی BFR بسیار زیاد است [۲۵،۲۴،۲۳،۱۲]. از آنجایی که شدت تمرین در تحقیقاتی که نتایج متفاوتی در میزان افزایش GH گزارش کردند، تقریباً مشابه بود، لذا احتمالاً میزان فشار شریان بند، دلیل اصلی تفاوت بین مطالعات مختلف است. بر اساس شواهد پژوهشی موجود، مکانیسم پاسخ IGF-1 در گردش به تمرین مقاومتی کم شدت BFR در مطالعات مختلف، متفاوت است [۲۳،۸]. از اینرو، به نظر می‌رسد افزایش حاد در GH نمی‌تواند دلیل افزایش IGF-1 بلافاصله پس از تمرین باشد. زیرا سطح IGF-1 حتی ۱۶ تا ۲۸ ساعت پس از رهاسازی GH به اوج خود نمی‌رسد [۲۸]. در تحقیق حاضر، افزایش در سطح سرمی IGF-1 حتی به ۱/۵ برابر در مقایسه با پیش از تمرین نرسید.

اگرچه همانند تفاوت معنی‌دار بین گروهی در سطح سرمی IGF-1، تفاوت درون گروهی آن نیز در گروه تمرین BFR معنی‌دار است، اما احتمالاً عدم افزایش سطح سرمی IGF-1 در پژوهش حاضر در مقایسه با تحقیقات پیشین که افزایش ۱۰ تا ۳۰ برابری را پس از تمرین گزارش کرده‌اند، زمان اندازه‌گیری سطح این هورمون باشد که قبل از رسیدن به مقدار اوج اندازه‌گیری شده است. اگرچه GH نیز پس از این نوع تمرین‌ها افزایش می‌یابد؛ اما شواهدی دال بر اینکه افزایش GH دلیل واقعی افزایش سنتز پروتئین پس از تمرین‌های BFR است، وجود ندارد.

به طور کلی بر اساس نتایج تحقیق حاضر، اگرچه الگوی تغییر سطح سرمی GH و IGF-1 در هر دو گروه تمرینی مشابه است، اما در پروتکل‌های کوتاه مدت، تمرین مقاومتی کم شدت BFR می‌تواند باعث افزایش بیشتر هورمون‌های آنابولیک در مقایسه با تمرین مقاومتی بدون BFR در مردان جوان شود. از اینرو به نظر می‌رسد محدود شدن جریان خون به هنگام تمرین، خود عامل مهمی در ایجاد پاسخ‌های هورمونی باشد. با اینحال، به دلیل محدود بودن تحقیقات از این دست، برای درک صحیح و دقیق مکانیسم پاسخ‌های هورمونی به تمرین‌های BFR تحقیقات گسترده‌تری لازم است.

تشکر و قدردانی

از کلیه دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی آجا در شهر تهران که در انجام این تحقیق با ما همکاری کردند، کمال تشکر را داریم.

References

- Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Heshmat R, Rajabi H, Kosari H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. *Endocrine*. 2012;41(1):144-151. [Persian].
- Miyachi M, Kawano H, Sugawara J, Takahashi K, Hayashi K, Yamazaki K, et al. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. *Circulation*. 2004;110(18):2858-2863.
- Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *European journal of applied physiology*. 2002;86(4):308-314.
- Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of applied physiology*. 2000;88(6):2097-2106.
- Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and sport sciences reviews*. 2009;37(2):78-85.
- Takarada Y, Tsuruta T, Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *The Japanese journal of physiology*. 2004;54(6):585-592.
- Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns C, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily "KAATSU" resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):6-12.
- Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of applied physiology*. 2007;103(3):903-910.
- Fujita T, Brechue W, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2008;4(1):1-8.
- Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of sports sciences*. 2009;27(5):479-489.
- Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2010;33(1):34-40.
- Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*. 2000;88(1):61-65.
- Madarame H, Sasaki K, Ishii N. Endocrine responses to upper- and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. *Acta physiologica Hungarica*. 2010;97(2):192-200.
- Soori R, Ranjbar K, Ravasi AA. The comparison of between endurance and resistance training on vaspin and adiponectin in obese middle-age men. *Sport Physiology*. 2014;5(20):97-114. [Persian].
- Abe T, Beekley M, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days KAATSU resistance training: a case study. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(2):71-76.
- Yasuda T, Abe T, Sato Y, Midorikawa T, Kearns C, Inoue K, et al. Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily KAATSU-resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(2):65-70.
- Hosseini Kakhk SAR, Sharifi Moghaddam A, Hamedinia MR, Azarnive MS. A comparison of the effect of traditional resistance training with resistance training with vascular occlusion on muscular function and cardiovascular endurance in young females. *Sport biosciences (Harakat)*. 2011;4(10):95-114 [Persian].
- Burgomaster KA, Moore DR, Schofield LM, Phillips SM, Sale DG, Gibala MJ. Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35(7):1203-1208.
- Krustrup P, Soderlund K, Relu MU, Ferguson RA, Bangsbo J. Heterogeneous recruitment of quadriceps muscle portions and fibre types during moderate intensity knee-extensor exercise: effect of thigh occlusion. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2009;19(4):576-584.
- Drummond MJ, Dreyer HC, Pennings B, Fry CS, Dhanani S, Dillon EL, et al. Skeletal muscle protein anabolic response to resistance exercise and essential amino acids is delayed with aging. *Journal of applied physiology*. 2008;104(5):1452-1461.
- Kumar V, Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *The Journal of physiology*. 2009;587(Pt 1):211-217.
- Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports medicine*. 2003;33(8):599-613.
- Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *European journal of applied physiology*. 2005;95(1):65-73.
- Pierce JR, Clark BC, Ploutz-Snyder LL, Kanaley JA. Growth hormone and muscle function responses to skeletal muscle ischemia. *Journal of applied physiology*. 2006;101(6):1588-1595.
- Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *Journal of applied physiology*. 2006;101(6):1616-1622.
- Tanimoto M, Madarame H, Ishii N. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between "KAATSU" and other types of regimen. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(2):51-56.
- Kim E, Gregg LD, Kim L, Sherk VD, Bemben MG, Bemben DA. Hormone responses to an acute bout of low intensity blood flow restricted resistance exercise in college-aged females. *Journal of sports science & medicine*. 2014;13(1):91-96.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports medicine*. 2005;35(4):339-361.

The effect of blood flow restricted resistance training on serum hormone levels in relation to muscle size and strength in young men

Mohammadi S¹, *Madizadeh R², Khoshdel AR³, Mirzaii-Dizgah⁴

Abstract

Background: Resistance training is one of the most essential components of exercise programs. The aim of the study was to investigate the effect of blood flow restricted resistance (BFR) training on serum levels of growth hormone (GH) and insulin like growth factor 1 (IGF-1).

Materials and methods: A total of 30 healthy young men (aged 19-24 yrs) were volunteered for this study. Subjects were randomly assigned into three groups: a low intensity blood flow restricted resistance exercise (BFR) group (20% of 1-RM, 3 sets 15 reps), a traditional high intensity resistance exercise without blood flow restriction (HI) group (3 sets of 10 repetitions at 80% of 1-RM) and a control group. Both BFR and HI groups trained 3 days per week for 3 weeks for knee extension and squat exercises. Fasting growth hormone (GH) and IGF-1 levels were measured in the morning pre- and post-exercise sessions. Data were analyzed with one-way ANOVA in the level of $p < 0.05$.

Results: GH and IGF-1 significantly increased in post exercise in BFR group compared to baseline ($P < 0.05$). GH significantly increased in post exercise in HI group compared to baseline ($P < 0.05$). After 3 weeks, serum GH and IGF-1 levels increased significantly in BFR group compared to HI and control groups ($P < 0.05$).

Conclusion: In conclusion, short term BFR exercise stimulated increases in anabolic hormones in young men.

Keywords: Resistance Training, Muscle Strength, Growth Hormone, Insulin-like growth factor 1

1. MSc of sport physiology, Shahrood University of Medical Sciences, Shahrood, Iran (*Corresponding author) shahrammohamadi131@gmail.com

2. Assistant Professor Shahrood University of Medical Sciences, Shahrood, Iran

3. Associate Professor, Department of epidemiology, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4. Associate Professor, Department of physiology, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran