Archive of SID

علوم زیستی ورزشی – بهار ۱۳۹۹
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۱، ص: ۱۰۷ – ۹۳
تاریخ دریافت : ۱۹ / ۰۵ / ۹۸
تاریخ پذیرش : ۱۰ / ۱۱ / ۹۸

مقایسهٔ تأثیر تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر میزان IGF-1، تستوسترون و مایونکتین سرمی مردان جوان

عبدالرضا کاظمی[*۱] – هادی کرندی [۲] – ولی الله شعاعی[۳]

۱.دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان، ایران ۲.دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران ۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

چکیده

شیوه‌های تمرینی متفاوت می‌تواند اثر متفاوتی بر میزان و پاسخ هورمون‌ها داشته باشد. تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون، یکی از روش‌های تمرینی است که به افزایش عملکرد و قدرت عضلانی منجر می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش، مقایسهٔ تأثیر تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر میزان IGF-1، تستوسترون و مایونکتین سرمی مردان جوان بود. گروه‌های پژوهش شامل دو گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) بود. برنامهٔ تمرین مقاومتی به مدت چهار هفته انجام گرفت. در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون، غلظت سرمی IGF-1، تستوسترون و مایونکتین به روش الایزا اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین معناداری تفاوت بین متغیرهای پژوهش از آزمون تحلیل کوواریانس یکطرفه در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که میزان IGF-1 و تستوسترون در گروه تمرین با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون، افزایش معناداری (P=۰/۰۰۱) دارد، با این حال، در میزان مایونکتین افزایش غیرمعناداری مشاهده شد (P=۰/۰۸). این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون، در بهبود عوامل مرتبط با افزایش حجم عضلانی بسیار مؤثر است.

واژه‌های کلیدی

IGF-1، تستوسترون، تمرین مقاومتی، مایونکتین، محدودیت جریان خون.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن: ۰۹۱۳۳۹۸۲۷۰۶ Email: a.kazemi@vru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پژوهش‌های گسترده‌ای دربارهٔ تأثیر تمرینات ورزشی مختلف بر پاسخ هورمون‌های بدن انجام گرفته است. در این زمینه یافته‌های بیشتر بررسی‌ها نشان می‌دهد که شیوه‌های تمرینی متفاوت می‌تواند اثر متفاوتی بر میزان و پاسخ هورمون‌ها داشته باشد. اگرچه اهمیت فیزیولوژیک بسیاری از این پاسخ‌ها در حال حاضر کشف نشده، این واقعیت که این متغیرها نسبت به تمرینات و فعالیت‌های مختلف ورزشی پاسخ نشان می‌دهند، از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱). تمرینات مقاومتی محرک اصلی برای افزایش در رهایش هورمون‌های بدن است (۲) و برای بهبود آمادگی جسمانی ورزشکاران به‌کار می‌رود (۳). همچنین بهبود قدرت و استقامت عضلانی، تغییر در ترکیب بدن و چربی‌های خون، افزایش چگالی مواد استخوانی و بهبود عملکرد ورزشی از سازگاری‌های ناشی از این تمرینات است (۴،۵). به‌عنوان یک اصل کلی پذیرفته شده است که تمرینات مقاومتی با شدت بالا برای افزایش توده و قدرت عضلانی مورد نیاز است (۴) و نیز گزارش شده است که برخی هورمون‌های آنابولیک تنها در پاسخ به تمرینات مقاومتی سنگین دچار تغییر می‌شوند (۶). از سوی دیگر، شدت زیاد این‌گونه تمرینات ممکن است به آسیب‌دیدگی منجر شود (۷). بر این اساس متخصصان ورزشی همواره در پی روش‌های تمرینی ایمن و کارامد جهت بالا بردن قدرت، عملکرد و تودهٔ عضلانی در ورزشکاران هستند (۸). در این زمینه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون ایکی از روش‌های تمرینی است که در آن از طریق بستن قسمت پروگزیمال بازو یا ران، جریان خون ورودی به عضلات درگیر در تمرین را محدود می‌کنند (۹). از ویژگی‌های این شیوهٔ تمرینی، شدت پایین آن است که بسیار پایین‌تر از شدت‌های مورد استفاده در تمرینات مقاومتی سنتی است (۹). محدودیت در جریان خون می‌تواند عضلات را دچار هیپوکسی موضعی کند (۱۰). در این روش تمرینی، تأثیر محرک تمرین از طریق ایجاد استرس متابولیک، افزایش می‌یابد. با محدود شدن جریان خون، بازگشت وریدی به قلب کاهش یافته و در پی این کاهش، جریان خون شریانی به عضو فعال نیز کاهش می‌یابد. کاهش اکسیژن در بافت‌های عضلانی فعال می‌تواند به فراخوانی تارهای عضلانی نوع دو منجر شود. این پدیده برخلاف اصل اندازه در فراخوانی تارهای عضلانی است (۱۱). تارهای عضلانی نوع دو یا تارهای تندانقباض ظرفیت بیشتری برای حجیم شدن و افزایش قدرت عضلانی دارند و هر محرکی که بتواند موجب افزایش فراخوانی این تارها شود، قدرت و حجم عضلات را بیشتر افزایش خواهد

1. Strength training with blood flow restriction

www.SID.ir

Archive of SID

داد (۱۲). نشان داده شده است که میزان کاتکولامین‌ها در اثر تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون افزایش می‌یابد (۱۳). برای مثال افزایش ترشح اپی‌نفرین سبب افزایش مصرف گلیکوژن می‌شود که این رویداد، تولید لاکتات را در سلول عضلانی افزایش می‌دهد (۱۴). این سازوکارها به افزایش کارایی و حجم در عضلاتی منجر می‌شود که با استفاده از روش تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون، تمرین داده می‌شوند.

براساس یافته‌های پژوهشی، تغییر در میزان ترشح هورمون‌های بدن مهم‌ترین عامل در تولید پروتئین‌های عضلانی پس از تمرینات مقاومتی است (۱۵). نشان داده شده است که هورمون‌های آنابولیک از جمله هورمون فاکتور رشد شبه‌انسولین-۱ (IGF-1)[1] و تستوسترون در رشد و هایپرتروفی بافت‌های بدن اهمیت بسزایی دارند (۱۶). IGF-1 از مهم‌ترین فاکتورهای رشدی است که در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، افزایش تولید پروتئین، مهار تخریب پروتئین و افزایش حجم عضلانی نقش مهمی دارد (۱۷).

تستوسترون از دیگر هورمون‌های آنابولیک است که به‌وسیلهٔ سلول‌های لیدیگ بیضه در پاسخ به محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گنادی تولید و ترشح می‌شود و تأثیرات سازنده‌ای بر تولید پروتئین‌های عضلانی و کاهش تجزیهٔ سلول‌های عضلانی دارد (۱۹، ۱۸). این هورمون اثرات هایپرتروفیک غیرمستقیمی از طریق تحریک رهایی برخی هورمون‌ها مانند فاکتور رشد مکانیکی (MGF)[2]، IGF-1 و هورمون رشد (GH)[3] دارد و نقش مهمی در فعال‌سازی مسیرهای آنابولیک در سلول‌های عضلانی ایفا می‌کند (۲۰).

عضلهٔ اسکلتی به‌عنوان بافت درون‌ریز در نظر گرفته می‌شود و از طریق ترشح هورمون‌هایی که به‌عنوان مایوکاین[4] شناخته می‌شوند، با سایر بافت‌ها در ارتباط است. همچنین پذیرفته شده است که انقباض عضلهٔ اسکلتی، رهایش مایوکاین‌هایی را که تأثیرات مفیدی بر دیگر دستگاه‌های بدن دارند، کنترل می‌کند (۲۱). مایونکتین[5] مایوکاینی است که به‌صورت عمده از بافت عضلانی ترشح می‌شود. مایونکتین با سوخت‌وساز بافت‌های بدن (چربی، کبد، عضله و ...) در ارتباط است و موجب تحریک افزایش برداشت اسیدهای چرب آزاد در بافت چربی و کبد می‌شود. ترشح این پروتئین تحت تأثیر شرایط مختلف از جمله تغذیه و فعالیت بدنی است. سازوکار احتمالی در افزایش سطوح پلاسمایی این پروتئین را می‌توان به

1. Insulin-like growth factor 1
2. Mechano growth factor
3. Growth hormone
4. Myokine
5. Myonectin

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش سطوح کلسیم و آدنوزین مونوفسفات حلقوی[1](cAMP) درون‌سلولی بر اثر انقباضات ناشی از فعالیت ورزشی نسبت داد (۲۲).

با این حال، پژوهش‌های انجام‌گرفته در زمینهٔ تأثیر تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر میزان پروتئین‌های IGF-1، تستوسترون و مایونکتین بسیار محدود است. با توجه به اهمیت هورمون‌های IGF-1، تستوسترون و مایونکتین در افزایش تودهٔ عضلانی و سوخت‌وساز بدن و همچنین تأثیرات مفید تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون در افزایش حجم عضلانی و عملکرد ورزشی، شناخت سازوکارهای سلولی-مولکولی درگیر در این زمینه اهمیت زیادی دارد؛ بنابراین هدف از این پژوهش، مقایسهٔ تأثیر تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر میزان IGF-1، تستوسترون و مایونکتین سرمی مردان جوان بود.

روش‌شناسی پژوهش

این بررسی به‌صورت طرح نیمه‌تجربی دارای پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. مردان جوان رزمی‌کار باشگاه‌های شهر کرمان به‌عنوان جامعهٔ آماری پژوهش درنظر گرفته شدند. ملاک‌های ورود افراد به پژوهش شامل مواردی مانند نداشتن سابقهٔ بیماری، عدم مصرف دخانیات، عدم مصرف الکل و انجام فعالیت ورزشی منظم حداقل سه جلسه در هفته به مدت حداقل شش ماه مانده به مسابقه بود. تعداد ۲۰ نفر از این افراد براساس نمونهٔ در دسترس و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۰ نفره قرار گرفتند. شیوهٔ جایگزینی آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش به این صورت انجام گرفت:

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابه‌جاشده (کیلوگرم)}}{[(\text{تعداد تکرار تا خستگی} \times ۰/۰۲۷۸) - ۱/۰۲۷۸]}$$

که پس از تعیین IRM در حرکات جلوباز، پشت بازو، جلو پا و اسکوات با استفاده از فرمول برزینسکی آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون قرار گرفتند. برنامهٔ تمرین مقاومتی به مدت چهار هفته انجام گرفت. هر جلسه تمرین حدود یک ساعت بود که فعالیت اصلی با ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل حرکات کششی و سبک آغاز

1. Cyclic adenosine monophosphate

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شد و بعد از اجرای برنامه، فرایند سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌گرفت. مشخصات برنامهٔ تمرینی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برنامهٔ تمرین مقاومتی

متغیرهای تمرین مقاومتی	گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون	گروه تمرین با محدودیت جریان خون
شدت تمرین	٪۷۰	٪۳۰
تعداد حرکات	۴	۴
تعداد ست	۳	۳
تعداد تکرار	۱۵	۱۵
فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها	۱ دقیقه	۱ دقیقه
فاصلهٔ استراحت بین حرکات	۳ دقیقه	۳ دقیقه

از کاف فشار برای بستن عضو و ایجاد محدودیت در جریان خون در گروه تمرین با محدودیت جریان خون استفاده شد. براساس استاندارد مطرح‌شده، عرض کاف بالاتنه چهار سانتی‌متر و عرض کاف پایین‌تنه پنج سانتی‌متر بود که درون آنها یک تیوب لاستیکی (با قطر ۳ سانتی‌متر) قرار داشت و دارای دو مجرا بود (یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر). فشار داخل آن نیز تا ۳۰۰ میلی‌متر جیوه قابل افزایش بود. میزان فشار کاف در این پژوهش، ۱۰۰ میلی‌متر جیوه برای اندام بالاتنه و ۱۲۰ میلی‌متر جیوه برای اندام پایین‌تنه بود. محل بستن کاف، ناحیهٔ پروکسیمال در بازو و ران بود، به‌صورتی که کاف از شروع تمرین تا انجام کامل تمرین بسته بود (۱۱). میزان فشار در استراحت بین ست‌ها همچنان حفظ و تنها در استراحت بین حرکات برداشته می‌شد (۹).

برای اندازه‌گیری میزان IGF-1، تستوسترون و مایونکتین سرمی، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، نمونهٔ خونی نخست آزمودنی‌ها به مقدار ۱۰ سی‌سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصص خون‌گیری آزمایشگاه گرفته شد. همچنین نمونهٔ خونی دوم آزمودنی‌ها ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرین، مشابه نمونه‌گیری نخست گرفته شد. پس از سانتریفیوژ نمونه‌های خونی و جدا کردن سرم، نمونه‌ها برای تجزیه‌وتحلیل‌های بعدی در دمای ^{o}C ۷۰- نگهداری شد.

اندازه‌گیری مقدار IGF-1 با استفاده از کیت MADIAGOST ساخت آلمان با حساسیت ۰/۰۱ نانوگرم در میلی‌لیتر و با استفاده از روش الایزا انجام گرفت. غلظت تستوسترون براساس نانوگرم در میلی‌لیتر با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از کیت DiaPlus ساخت آمریکا به روش الایزا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات درون‌سنجی و برون‌سنجی به‌ترتیب ۴/۵ و ۶/۳ درصد و حساسیت ۰/۳۸ نانوگرم در میلی‌لیتر بود. مقادیر مایونکتین سرمی با استفاده از کیت Aviscera Bioscience ساخت آمریکا با حساسیت ۵ نانوگرم در میلی‌لیتر و به روش الایزا اندازه‌گیری شد.

طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تجانس واریانس‌ها به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون آزمون شد که نشان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها و متجانس بودن واریانس داده‌های پژوهش ($P\geq ۰/۰۵$) داشت. پس از احراز این مفروضه‌ها، از آزمون تحلیل کوواریانس یکطرفه برای تعیین معناداری تفاوت بین متغیرها در سطح معناداری ۰/۰۵، استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتریک و شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ آزمودنی‌ها در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است (مقادیر براساس انحراف استاندارد ± میانگین گزارش شده است).

جدول ۲. ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها

		قد	وزن (kg)	BMI (kg/m^2)
گروه تمرین با محدودیت جریان خون	قبل	۴±۱۷۷/۷	۷۳/۴±۵/۳	۲۳/۱±۳۷/۳۵
	بعد		۷۳/۳±۲/۹	۲۳/۰±۳۶/۸۷
گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون	قبل	۳±۱۷۶/۱	۷۷/۶±۲/۸	۲۴/۲±۴/۱۱
	بعد		۷۶/۶±۷/۳	۲۴/۱±۳۳/۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. میزان شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده (IGF-1، تستوسترون و مایونکتین)

		IGF-1 (ng/l)	تستوسترون (ng/l)	مایونکتین (ng/l)
گروه تمرین با محدودیت جریان خون	قبل	۶۵/۰±۶۱/۲۴	۷/۰±۴۵/۸۳	۵۱۲/۰±۳۷/۴۶
	بعد	*۷۱/۰±۹۱/۲۳	#۹/۰±۱۶/۴۸	۵۲۸/۰±۲۶/۷۴
گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون	قبل	۶۵/۰±۶۰/۲۷	۷/۰±۳۹/۱۴	۵۱۲/۰±۷۴/۴۳
	بعد	۶۶/۰±۰۳/۲۲	۷/۰±۳۵/۱۸	۵۲۲/۰±۹۰/۵۴

* و #به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ افزایش معنادار (P=۰/۰۰۱) در میزان IGF-1 و تستوسترون در گروه تمرین با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون است.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که مقدار IGF-1 در گروه تمرین با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون، افزایش معناداری (P=۰/۰۰۱) دارد (جدول ۴). همچنین در گروه تمرین با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون، افزایش معناداری در میزان تستوسترون مشاهده شد (P=۰/۰۰۱) (جدول ۵)، با این حال، در میزان مایونکتین در گروه تمرین با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون افزایش غیرمعناداری مشاهده شد (P=۰/۰۸) (جدول ۶).

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای متغیر IGF-1

	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	P
مدل تصحیح‌شده	۲	۹۱/۲۱۳	۱۳/۶۵۹	۰/۰۰۱
مقادیر اولیهٔ IGF-1	۱	۹/۱۸۲	۱/۳۷۴	۰/۲۵۷
گروه	۱	۱۷۳/۱۵۹	۲۵/۹۱۰	۰/۰۰۱
خطا	۱۷	۶/۶۸۳		

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای متغیر تستوسترون

	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F	P
مدل تصحیح‌شده	۲	۸/۳۳۱	۱۷۴/۷۵۳	۰/۰۰۱
مقادیر اولیهٔ	۱	۰/۱۳۷	۲/۸۶۸	۰/۱۰۹
تستوسترون	۱	۱۶/۰۱	۳۳۵/۸۲۹	۰/۰۰۱
گروه	۱۷	۰/۰۴۸		
خطا				

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای متغیر مایونکتین

	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
مدل تصحیح‌شده	۲	۰/۷۲۹	۴۱/۶۹۳	۰/۰۶
مقادیر اولیهٔ	۱	۱/۱۵۲	۶۵/۹۱	۰/۰۰۱
مایونکتین	۱	۰/۰۶	۳/۴۴۵	۰/۰۸
گروه	۱۸	۰/۰۱۷		
خطا				

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر مقدار IGF-1، تستوسترون و مایونکتین سرمی بررسی و مشاهده شد که چهار هفته تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون، اختلاف معناداری در سطوح IGF-1 و تستوسترون ایجاد می‌کند و به افزایش سطوح این متغیرها در گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت جریان خون منجر می‌شود. همچنین دیگر یافتهٔ این پژوهش به‌گونه‌ای بود که در میزان مایونکتین در گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون افزایش غیرمعناداری مشاهده شد.

با توجه به یافته‌های پژوهش پیش رو مشخص شد که مقدار IGF-1 پس از چهار هفته در گروه تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون به‌طور معناداری بیش از گروه تمرین بدون محدودیت جریان خون بود. نشان داده شده است که IGF-1 از مهم‌ترین فاکتورهای رشدی است که نقش مهمی در فعال‌سازی مسیرهای رشدی در عضلات اسکلتی (۲۴) و فعال‌سازی سلول ماهواره‌ای، افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیهٔ پروتئین، افزایش حجم و رشد عضلات اسکلتی دارد (۲۳). در برخی پژوهش‌ها گزارش شده است که مقدار IGF-1 در پی تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. برای مثال آبه[1] و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود نشان دادند که دو هفته و روزی دو بار تمرین کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون سبب افزایش در مقدار IGF-1 می‌شود (۴) که این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همراستاست. از سوی دیگر، پژوهشگران در برخی پژوهش‌ها نتایج متناقضی با پژوهش پیش رو گزارش کرده‌اند. اجرای سه هفته تمرین مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت

1. Abe

www.SID.ir

Archive of SID

جریان خون با عدم تغییر معنادار در بیان ژن IGF-1 همراه است (۲۴). این تناقض شاید به مدت زمان اجرای برنامهٔ تمرینی، نوع آزمودنی‌ها و سایر عوامل اثرگذار مربوط باشد.

چند عامل اثرگذار مهم در مورد پاسخ فیزیولوژیک IGF-1 پیشنهاد شده است. در برخی پژوهش‌ها رابطهٔ مستقیمی بین مقدار غلظت هورمون IGF-1 و هورمون رشد با افزایش قدرت و اندازهٔ عضلات مشاهده شده است (۲۵،۱۶). همچنین نشان داده شده است که تمرینات ورزشی مناسب می‌تواند از طریق ترشح هورمون رشد و در پی آن ترشح هورمون IGF-1 بر رشد نهایی قد، افزایش تودهٔ عضلانی و بهبود سوخت‌وساز در بدن اثرگذار باشد (۲۶). علاوه‌بر این عنوان شده است که هورمون IGF-1 به افزایش جریان خون منجر می‌شود. در این زمینه بیان شده است که نیتریک اکساید می‌تواند به‌عنوان واسطه‌ای در جهت افزایش جریان خون عمل کند (۲۷). از سوی دیگر، میزان اسیدی بودن سلول‌ها که به افزایش ترشح هورمون رشد منجر می‌شود نیز از سازوکارهای احتمالی در افزایش ترشح هورمون IGF-1 است. این احتمال وجود دارد که افزایش میزان اسیدی بودن سلول‌های عضلانی در اثر تمرین مقاومتی به تحریک گیرنده‌های متابولیکی و ارسال بازخورد حسی به سیستم عصبی مرکزی و هیپوتالاموس منجر شود و در نهایت ترشح هورمون رشد افزایش یابد (۲۸). از دیگر سازوکارهای افزایش مقدار هورمون IGF-1 می‌توان به افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک با ترشح هورمون‌های آدرنالین و نورآدرنالین در اثر فعالیت بدنی اشاره کرد که به تحریک فعالیت سیستم عصبی مرکزی آدرنرژیک منجر می‌شود و در پی آن، تحریک ترشح هورمون رشد در هیپوفیز قدامی رخ می‌دهد که در نهایت افزایش ترشح هورمون IGF-1 را در پی دارد (۲۹). همچنین گزارش شده است که شرایط تغذیه‌ای مانند مصرف مکمل‌های حاوی اسید آمینه و زینک اکساید[1] می‌تواند در افزایش میزان ترشح هورمون IGF-1 مؤثر باشد (۳۱،۳۰).

انجام تمرین ورزشی همراه با محدودیت جریان خون به فعال‌سازی سیگنال‌های آنابولیک درون سلول عضلانی، افزایش استرس متابولیک و فراخوانی تارهای عضلانی بدون افزایش شاخص‌های آسیب عضلانی منجر می‌شود (۳۳،۳۲). نشان داده شده است که این روش تمرینی، فراخوانی تارهای تندانقباض را افزایش می‌دهد (۳۴). از سوی دیگر گزارش شده است که تمرین همراه با محدودیت جریان خون، با افزایش هیپوکسی، ADP[2] و لاکتات همراه است (۳۷ - ۳۵). با اینکه در پژوهش حاضر، یکی از محدودیت‌های پژوهش، عدم اندازه‌گیری این متغیرها بود، این احتمال وجود دارد که این متغیرها به افزایش IGF-1 منجر

1. Zinc Oxide
2. Adenosine diphosphate

www.SID.ir

Archive of SID

شده باشند، چراکه گزارش شده است، تغییرات ایجادشده در میزان این متابولیت‌ها، با تأثیر بر هورمون رشد به رهایش IGF-1 منجر می‌شود (۳۹، ۳۸).

دیگر یافتهٔ پژوهش حاضر، افزایش معنادار میزان تستوسترون در گروه تمرین همراه با محدودیت جریان خون نسبت به گروه بدون محدودیت جریان خون بود. هورمون تستوسترون یک هورمون استروئیدی است که خواص آنابولیک دارد. این هورمون از سلول‌های لیدیگ بیضه ترشح می‌شود و سنتز پروتئین را تحریک می‌کند. نشان داده شده است که توده و قدرت عضلانی در اثر ترشح این هورمون افزایش می‌یابد (۴۰). همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر، در پژوهش‌های متعددی، افزایش میزان تستوسترون سرم در اثر تمرینات مقاومتی گزارش شده است (۴۱). با این حال در برخی پژوهش‌ها نیز نتایج متناقضی در این زمینه گزارش شده است (۴۳،۴۲،۲۵). این تفاوت‌ها ممکن است به نوع، شدت و مدت برنامهٔ تمرینی، حجم عضلات درگیر و همچنین سن و میزان آمادگی آزمودنی‌ها مرتبط باشد. سازوکارهای افزایش میزان تستوسترون در پی تمرین ورزشی به‌خوبی مشخص نشده است. با این حال در پژوهش‌های انجام‌گرفته در این زمینه برخی سازوکارهای احتمالی مانند افزایش تولید و ترشح هورمون در گنادها، گشاد شدن عروق، افزایش جریان خون بیضه‌ها، افزایش در تحریک، ضربان پذیری و تولید هورمون لوتئینی، افزایش تجمع لاکتات و افزایش فعالیت سمپاتیک ناشی از تمرین پیشنهاد شده است (۴۴-۴۷). با توجه به محدودیت پژوهش حاضر در اندازه‌گیری این سازوکارها، این احتمال وجود دارد که افزایش سطوح تستوسترون در گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون ناشی از این سازوکارهای احتمالی باشد.

از دیگر یافته‌های این پژوهش، عدم تأثیر معنادار تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون بر میزان مایونکتین بود. سازوکارهای مولکولی بیان، ترشح و عملکرد مایونکتین به‌خوبی شناسایی نشده است. همچنین کمبود اطلاعات و تناقض موجود در یافته‌های پژوهشی، امکان تشریح و توضیح دقیق در خصوص سازوکارهای تأثیر فعالیت ورزشی بر تغییرات این پروتئین را با مشکل مواجه می‌کند. با این حال به‌نظر می‌رسد شرایط تغذیه‌ای و فعالیت عضلانی (تمرین ورزشی) عوامل بسیار مؤثری در ایجاد تغییرات سطوح در گردش مایونکتین باشد (۲۲). مایونکتین با سوخت‌وساز بافت‌های بدن در ارتباط است و برداشت اسیدهای چرب آزاد را تحریک می‌کند. این تأثیرات به‌نظر می‌رسد ناشی از وساطت افزایش میزان پروتئین‌های انتقال‌دهندهٔ اسید چرب باشد (۴۸). همچنین گزارش شده است که کاهش سطوح مایونکتین موجب کاهش برداشت اسیدهای چرب آزاد توسط بافت چربی و کبد می‌شود (۴۹). بیان شده است که

www.SID.ir

Archive of SID

مایونکتین همئوستاز لیپید در بافت چربی و کبد را به‌وسیلهٔ عضلهٔ اسکلتی- در پاسخ به تغییرات سطوح انرژی مانند گرسنگی یا فعالیت ورزشی- و توسط انتقال‌دهنده‌های اسید چرب و گلوکز مرتبط می‌سازد (۵۱،۵۰،۲۲). سازوکار پیشنهادشده در این زمینه این است که مصرف مواد غذایی مانند چربی‌ها و قندها و همچنین انجام انقباضات عضلانی با فعال کردن مسیر PI3K-AKT-mTOR در عضلات اسکلتی موجب افزایش بیان مایونکتین و در نتیجه فعال شدن آدنوزین مونوفسفات کیناز در آدیپوسیت‌ها و هپاتوسیت‌ها می‌شود که در نهایت، بیان و چگالی ناقل‌های اسید چرب و گلوکز افزایش می‌یابد (۵۱-۵۲). از سوی دیگر نشان داده شده است که سطوح در گردش مایونکتین با شرایط سوخت‌وسازی بدن تنظیم می‌شود، به‌طوری‌که گرسنگی آن را سرکوب می‌کند و تغذیهٔ مجدد، بیان آن را افزایش می‌دهد. با این حال مسیر منتهی به بیان مایونکتین عضلانی پس از مصرف مواد غذایی کاملاً شناخته نشده است (۵۱-۵۳). همچنین پیشنهاد شده است که تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در میزان کلسیم و آدنوزین مونوفسفات حلقوی درون‌سلولی در تحریک ترشح مایونکتین مؤثر است. در این زمینه نشان داده شده است که افزایش مقدار کلسیم و آدنوزین مونوفسفات حلقوی درون‌سلولی در عضلات اسکلتی به افزایش بیان مایونکتین منجر می‌شود (۵۴، ۲۲)؛ بنابراین به‌منظور روشن شدن و شناخت سازوکارهای احتمالی، به بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر همراه با کنترل دیگر متغیرهای مؤثر در این زمینه نیاز است.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر افزایش مقدار هورمون‌های IGF-1 و تستوسترون در پی تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون، می‌توان گفت که تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون، عامل مؤثری در تحریک عوامل مرتبط با افزایش حجم عضلانی است، هرچند در این پژوهش میزان تغییرات حجم و تودهٔ عضلانی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری نشد. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش، عدم کنترل شرایط تغذیه‌ای آزمودنی‌ها بود که می‌تواند عامل بسیار مهمی در زمینهٔ متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در پژوهش حاضر باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ

1. Mansoor, E., The relationship between serum testosterone and HDL - C in male athletes and weightlifters. Olympic, 1998. 5(1-2): p. 63-66 [Persian].
2. Faigenbaum, A.D., et al., Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2009. 23: p. S60-S79.
3. Raastad, T., T. Bjøro, and J. Hallen, Hormonal responses to high-and moderate-intensity strength exercise. European journal of applied physiology, 2000. 82(1-2): p. 121-128.
4. Abe, T., 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): p. 6-12.
5. Loenneke, J.P. and T.J. Pujol, The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. Strength & Conditioning Journal, 2009. 31(3): p. 77-84.
6. Madarame, H., et al., Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. Medicine+ Science in Sports+ Exercise, 2008. 40(2): p. 258.
7. Moore, D.R., et al., Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. European journal of applied physiology, 2004. 92(4-5): p. 399-406.
8. Kawada, S. and N. Ishii, Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. Medicine and science in sports and exercise, 2005. 37(7): p. 1144-1150.
9. Reeves, G.V., 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): p. 1616-1622.
10. Loenneke, J.P., et al., Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs. Frontiers in physiology, 2013. 4: p. 249.
11. Scott, B.R., et al., Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. Sports medicine, 2015. 45(3): p. 313-325.
12. Centner, C., et al., Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 2019. 49(1): p. 95-108.
13. Seo, D.-i., W.-Y. So, and D.J. Sung, Effect of a low-intensity resistance exercise programme with blood flow restriction on growth hormone and insulin-like growth factor-1 levels in middle-aged women. South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation, 2016. 38(2): p. 167-177.
14. Hargreaves, M., Exercise, muscle, and CHO metabolism. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2015. 25: p. 29-33.
15. Ribeiro, A.S., et al., Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2017. 31(7): p. 1888-1896.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Häkkinen, K., et al., Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. Journal of applied physiology, 2001. 91(2): p. 569-580.
17. Ikemoto-Uezumi, M., et al., Pro-Insulin-Like Growth Factor-II Ameliorates Age-Related Inefficient Regenerative Response by Orchestrating Self-Reinforcement Mechanism of Muscle Regeneration. Stem Cells, 2015. 33(8): p. 2456-2468.
18. Kelly, D. and T. Jones, Testosterone and obesity. Obesity Reviews, 2015. 16(7): p. 581-606.
19. Kadi, F., Cellular and molecular mechanisms responsible for the action of testosterone on human skeletal muscle. A basis for illegal performance enhancement. British journal of pharmacology, 2008. 154(3): p. 522-528.
20. Schoenfeld, B.J., Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. Sports medicine, 2013. 43(3): p. 179-194.
21. Giudice, J. and J.M. Taylor, Muscle as a paracrine and endocrine organ. Current opinion in pharmacology, 2017. 34: p. 49-55.
22. Seldin, M.M., et al., Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. Journal of Biological Chemistry, 2012. 287(15): p. 11968-11980.
23. Jennische, E. and H.A. Hansson, Regenerating skeletal muscle cells express insulin-like growth factor I. Acta Physiologica Scandinavica, 1987. 130(2): p. 327-332.
24. Drummond, M.J., et al., Human muscle gene expression following resistance exercise and blood flow restriction. Medicine and science in sports and exercise, 2008. 40(4): p. 691.
25. Hansen, S., et al., The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2001. 11(6): p. 347-354.
26. Borer, K.T., Exercise endocrinology. 2003: Human Kinetics.
27. Muniyappa, R., et al., Insulin like growth factor 1 increases vascular smooth muscle nitric oxide production. Life sciences, 1997. 61(9): p. 925-931.
28. Gosselink, K., et al., Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. Journal of Applied Physiology, 1998. 84(4): p. 1425-1430.
29. Eliakim, A., et al., Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. Journal of Applied Physiology, 2006. 100(5): p. 1630-1637.
30. Dillon, E.L., et al., Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2009. 94(5): p. 1630-1637.
31. Li, X., et al., Dietary supplementation with zinc oxide increases IGF-I and IGF-I receptor gene expression in the small intestine of weanling piglets. The journal of nutrition, 2006. 136(7): p. 1786-1791.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Lowery, R.P., et al., Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. Clinical physiology and functional imaging, 2014. 34(4): p. 317-321.
33. Loenneke, J., et al., Potential safety issues with blood flow restriction training. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2011. 21(4): p. 510-518.
34. Wilson, J.M., et al., Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2013. 27(11): p. 3068-3075.
35. Manimmanakorn, A., et al., Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. Journal of Science and Medicine in Sport, 2013. 16(4): p. 337-342.
36. Elander, A., et al., Metabolic adaptation to reduced muscle blood flow. I. Enzyme and metabolite alterations. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism, 1985. 249(1): p. E63-E69.
37. Loenneke, J., G. Wilson, and J. Wilson, A mechanistic approach to blood flow occlusion. International journal of sports medicine, 2010. 31(01): p. 1-4.
38. Jensen, A.E., et al., Exercise training with blood flow restriction has little effect on muscular strength and does not change IGF-1 in fit military warfighters. Growth Hormone & IGF Research, 2016. 27: p. 33-40.
39. Patterson, S.D., et al., Circulating hormone and cytokine response to low-load resistance training with blood flow restriction in older men. European journal of applied physiology, 2013. 113(3): p. 713-719.
40. Vingren, J.L., et al., Testosterone physiology in resistance exercise and training. Sports medicine, 2010. 40(12): p. 1037-1053.
41. Walker, S., et al., Effects of prolonged hypertrophic resistance training on acute endocrine responses in young and older men. Journal of aging and physical activity, 2015. 23(2): p. 230-236.
42. Cadore, E.L., et al., Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2008. 22(5): p. 1617-1624.
43. Roberts, M.D., et al., The expression of androgen-regulated genes before and after a resistance exercise bout in younger and older men. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2009. 23(4): p. 1060-1067.
44. Lu, S.-S., et al., Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. Medicine and science in sports and exercise, 1997. 29(8): p. 1048-1054.
45. Tremblay, M.S., J.L. Copeland, and W. Van Helder, Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. European journal of applied physiology, 2005. 94(5-6): p. 505-513.
46. Smilios, I., et al., Hormonal responses after various resistance exercise protocols. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2003. 35(4): p. 644-654.

www.SID.ir

Archive of SID

47. Popovic, B., et al., Acute Response to Endurance Exercise Stress: Focus on Catabolic/Anabolic Interplay Between Cortisol, Testosterone, and Sex Hormone Binding Globulin in Professional Athletes. Journal of medical biochemistry, 2019. 38(1): p. 6-12.
48. Seldin, M.M. and G.W. Wong, Regulation of tissue crosstalk by skeletal muscle-derived myonectin and other myokines. Adipocyte, 2012. 1(4): p. 200-202.
49. Peterson, J.M., R. Mart, and C.E. Bond, Effect of obesity and exercise on the expression of the novel myokines, Myonectin and Fibronectin type III domain containing 5. PeerJ, 2014. 2: p. e605.
50. Lim, S., et al., Effects of aerobic exercise training on C1q tumor necrosis factor α-related protein isoform 5 (myonectin): association with insulin resistance and mitochondrial DNA density in women. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2012. 97(1): p. E88-E93.
51. Gamas, L., P. Matafome, and R. Seiça, Irisin and myonectin regulation in the insulin resistant muscle: implications to adipose tissue: muscle crosstalk. Journal of diabetes research, 2015. 2015.
52. Seldin, M.M., et al., Skeletal muscle-derived myonectin activates the mammalian target of rapamycin (mTOR) pathway to suppress autophagy in liver. Journal of Biological Chemistry, 2013. 288(50): p. 36073-36082.
53. Adigozalpour, M. and A. Safarzade, Effect of Resistance Training with Two Different Volumes on Serum Myonectin Levels in Rats Fed with Sucrose Solution. Annals of Applied Sport Science, 2017. 5(2): p. 11-19.
54. Díaz, B.B., et al., Myokines, physical activity, insulin resistance and autoimmune diseases. Immunology letters, 2018.

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison of the effect of resistance training with and without blood flow restriction on serum levels of IGF-1, testosterone and mayonetin in young men

Abdolreza Kazemi [*1] – Hadi Kerendi[2] – Valiollah Shoaie[3]

1.Associate in exercise physiology, Dept of Physical Education, Faculty of Letters and Humanities, Vali E-Asr University, Rafsanjan, Iran 2.phD in exercise physiology, Dept of Exercise physiology, Faculty of Letters and Humanities, lorestan University, Khoramababd, Iran 3. M.Sc in exercise physiology, Dept of Physical Education, Faculty of Letters and Humanities, Islamic Azad University Kerman Branch, kerman , Iran

(Received:2019/08/10;Accepted:2020/01/30)

Abstract

Different types of training can have different effects on the responses and level of hormones. Resistance training with blood flow restriction is one of the exercise methods that lead to increase in muscle strength and performance. Therefore, the purpose of this study was to compare the effect of resistance training with and without blood flow restriction on the serum levels of IGF-1, testosterone and myonectin in young men. The research groups consisted of two groups: resistance training with blood flow restriction (10 subjects) and resistance training without blood flow restriction (10 subjects). The resistance training program was conducted for four weeks. In pre/post-test, serum concentrations of IGF-1, testosterone and myonectin were measured by ELISA method. To determine the difference between the variables, one-way covariance analysis was used at the significance level of 0/05. Results showed that IGF-1 and testosterone levels in the exercise group with blood flow restriction were significantly higher than the exercise group without blood flow restriction (P = 0.001). However, there was a non-significant increase in myonectin levels (P = 0.08). These findings suggest that resistance training with blood flow restriction is very effective in improving the factors associated with increased muscle mass.

Key words

IGF-1, Testosterone, Resistance exercise, Myonectine, Blood flow restriction .

* Corresponding Author: Email: a.kazemi@vru.ac.ir; Tel: +989133982706

www.SID.ir