Archive of SID

علوم زیستی ورزشی – تابستان ۱۳۹۹
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۲، ص: ۱۴۲ – ۱۲۷
تاریخ دریافت : ۱۴ / ۰۹ / ۹۵
تاریخ پذیرش : ۰۲ / ۱۱ / ۹۵

مقایسهٔ پاسخ‌های تستوسترون، کورتیزول و کراتین‌کیناز به دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در پسران ژیمناستیک‌کار

علی اکبرنژاد [*۱] – سیروس چوبینه [۲] – مرتضی یاری [۳] – علی رجبی [۴]

او۲. دانشیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳.کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۴. دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر مقایسهٔ پاسخ‌های تستوسترون، کورتیزول و کراتین‌کیناز به دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خـون بـود. بـه این منظور ۳۶ پسر ژیمناستیک‌کار ۱۰ تا ۱۴ ساله در یک طرح تحقیق نیمه‌تجربی شرکت کردند. آزمودنی‌ها با میانگین وزن ۸/۱۱±۳۷/۱۱ کیلوگرم، قد ۱۱/۵۸±۱۴۵/۱۶ سانتی‌متر، شاخص تودهٔ بدن ۱/۷۷±۱۷/۴۰ کیلوگرم بر مترمربع به‌طور تصادفی به سه گروه کنترل (n=۱۲)، تمرین مقاومتی سنتی (n=۱۲) و تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون (n=۱۲)، تقسیم شدند. تمرین شامل سه حرکت باز شدن زانو، خم شدن آرنج و پرس سینه بود. نمونه‌های خونی قبل و نیم ساعت بعد از اجرای تمرین گرفته شد. از آزمون آماری تی وابسته برای بررسی نتایج درون‌گروهی و از آنالیز واریانس یکراهه با آزمون تعقیبی LSD برای بررسی نتایج بین‌گروهی استفاده شد. نتایج درون‌گروهی نشان داد که پس از یک وهله فعالیت ورزشی متغیر تستوسترون در هیچ‌یک از گروه‌های قدرتی (P=۰/۶۵۳) و انسدادی (P=۰/۱۰۷) معنادار نشد، لیکن متغیر کورتیزول در هر دو گروه قدرتی (P=۰/۰۱۵) و انسدادی (P=۰/۰۱۵) افزایش معنادار داشت. همچنین کراتین‌کیناز تنها در گروه قدرتی (P=۰/۰۰۱) معنادار شد. نتایج بین‌گروهی نشان داد در هر دو نوع تمرین در مقادیر تستوسترون و کورتیزول تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت؛ اما در متغیر کراتین‌کیناز تفاوت معنادار بود (P=۰/۰۵). این مطالعه با پاسخ آنابولیک برابر در دو نوع تمرین و شاخص آسیب کمتر در گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون تا حدودی از سودمندی این نوع از تمرین مقاومتی حمایت می‌کند.

واژه‌های کلیدی

پسران ژیمناستیک کار، تستوسترون، تمرین مقاومتی سنتی، کراتین‌کیناز، کورتیزول، محدودیت جریان خون.

[*] نویسندهٔ مسئول : تلفن: ۰۹۱۲۰۷۶۰۴۷۲ Email: a.akbarnejad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تمرین مقاومتی به یک روش ویژهٔ آماده‌سازی اشاره دارد که به موجب آن یک فرد علیه دامنهٔ گسترده‌ای از بارهای مقاومتی، به‌منظور افزایش سلامت، تناسب اندام و عملکرد، کار می‌کند. امروزه این نوع تمرینات اغلب توسط ورزشکاران جوان برای بهبود عملکرد استفاده می‌شود (۱). همچنین عنوان شده سطوح قدرت و توان عضلانی نوجوانان پس از مشارکت در تمرینات مقاومتی افزایش می‌یابد و عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد (۲, ۳). به‌طور معمول، مطالعه‌هایی که پاسخ‌های هورمونی کودکان به تمرین مقاومتی را بررسی کرده‌اند، بیشتر بر هورمون‌های درگیر در رشد و ترمیم بافت (تستوسترون، هورمون رشد، فاکتور رشد شبه‌انسولینی[1]) و پاسخ به استرس (برای مثال، کورتیزول، کاتکولامین‌ها) متمرکز شده‌اند (۳). تستوسترون مهم‌ترین هورمون آندروژن است و در بدن انسان چندین عملکرد از جمله میل جنسی، سوخت‌وساز بدن، سیستم ایمنی، توسعهٔ عضلانی و سلامت استخوان را تنظیم می‌کند (۴). در عضله، تستوسترون سنتز پروتئین (اثر آنابولیک) را تحریک و تخریب پروتئین (ضد تأثیر کاتابولیک) را مهار می‌کند. این تأثیرات برای هیپرتروفی عضله لازم است. در واقع، اعتقاد بر این است که تستوسترون محرک اصلی رشد عضلانی و در پی آن افزایش قدرت عضلانی در پاسخ به تمرین مقاومتی در مردان است (۵, ۶). کورتیزول یک هورمون استرسی است و هر دو اثر سوخت‌وسازی و ضدالتهابی را در بدن دارد. کورتیزول گلوکونئوژنز و تجزیه‌وتحلیل چربی را تحریک می‌کند، درحالی‌که تولید عوامل التهابی متعدد را نیز مهار می‌کند. در فعالیت ورزشی مقاومتی، نقش کاتابولیک هورمون کورتیزول شایان توجه است (۷). پاسخ حاد کورتیزول به ورزش به‌طور کلی نشان‌دهندهٔ یک پاسخ استرسی وابسته به شدت ورزش است (۸). کراتین‌کیناز به‌عنوان یکی از شاخص‌های غیرتهاجمی در شناسایی آسیب‌های عضلانی به‌کار می‌رود. ایزوفرم CK-MM بیانگر میوپاتی یا آسیب عضلانی ناشی از ورزش است (۹). ورزش شدید می‌تواند به افزایش کراتین‌کیناز منجر شود. ورزش‌های سنگین و انقباض برون‌گرا عضلات، اغلب به آسیب سارکومر منجر می‌شود. افزایش ناگهانی کراتین‌کیناز زمانی رخ می‌دهد که سارکولم و صفحات z آسیب دیده باشد (۱۰). به‌طور کلی عقیده بر آن است که تمرینات مقاومتی با شدت زیاد یا تمرینات قدرتی سنتی (۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) برای هیپرتروفی و افزایش قدرت عضله مورد نیاز است و تمرین با شدت کم، توانایی ایجاد تنش کافی به‌منظور افزایش قدرت و حجم عضلانی را نخواهد داشت (۱۱). از طرفی تمرینات مقاومتی با شدت زیاد احتمال آسیب را افزایش

1. IGF-1

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد و اجرای تمرینات مقاومتی با شدت بالا برای گروه‌های سنی خاص مانند کودکان به‌علت صدمات صفحات رشد و دیسک‌های کمر توصیه نمی‌شود (۱۲).). از این سو محققان تمرینات انسدادی را که با شدت کمتر همچنان افزایش قدرت و بهبود تودهٔ عضلانی را در پی دارد، پیشنهاد کردند (۸, ۱۳). علاوه‌بر این احتمال بروز آسیب‌های ناشی از تمرین با بارهای سنگین نیز به‌شدت کاهش می‌یابد (۱۳). درحالی‌که به‌نظر می‌رسد تمرینات انسدادی محرک فیزیولوژیکی برای سازگاری‌های عضلانی را فراهم می‌کند، استفاده از شدت پایین آسیب عضلانی چشمگیری را به‌همراه ندارد. این استراتژی ممکن است برای ورزشکاران حرفه‌ای با کاهش ظرفیت برای ریکاوری ناشی از ورزش با شدت بالا مفید باشد (۱۳). در این شیوهٔ تمرینی قسمت پروگزیمال با یک کاف الاستیک با فشار بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر جیوه بسته شده و با محدودیت یا انسداد در بازگشت وریدی جریان خون، سبب ایجاد حوضچهٔ خونی در اطراف عضلهٔ درگیر می‌شود (۱۴). این عمل با ایجاد ایسکمی میزان متابولیت‌ها را افزایش می‌دهد (۱۵). افزایش سوخت‌وساز بدن و استرس متابولیک به پاسخ هورمونی آنابولیک قدرتمندی پس از ورزش منجر می‌شود (۱۶). در مطالعهٔ ری‌ورز[1] و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده شد که پاسخ تستوسترون آزاد و تستوسترون تام به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در مقایسه با تمرین مقاومتی سنتی (سه ست خم کردن یکطرفهٔ بازو و سه ست باز کردن یکطرفهٔ ران) معنادار نشد (۱۷). محمدی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون در مقایسه با تمرین مقاومتی شدید در مردان جوان افزایش بیشتری در تستوسترون سرمی داشت، ولی معنادار نبود (۱۵). در تحقیقات دیگر پاسخ کورتیزول به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون نسبت به تمرین مقاومتی سنتی تفاوت زیادی نداشت (۱۰, ۱۷, ۱۸). همچنین پس از یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با محدودیت جریان خون افزایش چشمگیری در کراتین‌کیناز سرمی مشاهده نشد (۱۰). کارابولوت[2] و همکاران (۲۰۱۰) در مقایسهٔ تمرین قدرتی سنتی و تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون در مردان مسن تفاوت شایان توجهی در سطوح استراحتی تستوسترون، فاکتور رشد شبه‌انسولینی و سطح مقطع عضله بین دو پروتکل دیده نشد، اما سطوح استراحتی کراتین‌کیناز و اینترلوکین ۶ در گروه تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت خون کمتر بود. این مسئله نشان می‌دهد اگرچه هر دو برنامهٔ تمرینی از نظر آنابولیکی شبیه هم هستند، تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه

1. Reeves
2. Karabulut

www.SID.ir

Archive of SID

با محدودیت جریان خون برای بهبود قدرت عضلانی در افراد مسن، ایمن‌تر و قابل‌تحمل‌تر است (۱۹)؛ بنابراین همان‌گونه‌که مقالات در زمینهٔ تمرینات مقاومتی، بررسی شد، اولاً به‌نظر نمی‌رسد تاکنون مطالعه‌ای در زمینهٔ تمرینات انسدادی و مقایسهٔ آن با تمرینات قدرتی در کودکان انجام گرفته باشد؛ ثانیاً نتایج تحقیقات در خصوص تمرینات قدرتی سنتی در کودکان تا حدودی متناقض و متفاوت است و نیاز به انجام تحقیقات کامل‌تری در این زمینه احساس می‌شود. ازاین‌رو تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ پاسخ‌های تستوسترون، کورتیزول و کراتین‌کیناز سرمی به دو نوع تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون طراحی و اجرا شد.

روش تحقیق

این تحقیق به روش نیمه‌تجربی و به‌صورت طرح تحقیقی در دو نوبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا و اثر پاسخ سنجیده شد. تعداد ۳۶ نفر از کودکان پسر ۱۰ تا ۱۴ سالهٔ ژیمناستیک کار شهرستان قزوین با سابقهٔ تمرینی بین ۳ تا ۵ سال که حداقل در شش ماه اخیر بی‌تمرین نبوده‌اند، با میانگین وزن ۸/۱۱±۳۷/۱۱ کیلوگرم، قد ۱۱/۵۸±۱۴۵/۱۶ سانتی‌متر، شاخص تودهٔ بدن ۱/۷۷±۱۷/۴۰ کیلوگرم بر متر مربع پس از تکمیل رضایت‌نامه و پرسشنامهٔ سلامت و پرسشنامهٔ سابقهٔ تمرینی به‌طور داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی شدت بالا (۱۲ نفر)، تمرین مقاومتی شدت پایین با محدودیت جریان خون (۱۲ نفر) و تمرین مقاومتی شدت پایین بدون محدودیت جریان خون (۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه کنترل در این تحقیق در واقع همان گروه تمرین مقاومتی شدت پایین بدون انسداد بود. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها از مکمل ورزشی یا داروی خاصی تا یک ماه قبل از شروع دورهٔ تحقیق نمی‌بایستی استفاده کرده باشند. همچنین از آنها خواسته شد هیچ‌گونه مکمل غذایی یا دارویی از دو هفتهٔ قبل از تمرینات مصرف نکنند. البته برنامهٔ غذایی ۲۴ ساعت قبل از آزمون ورزشکاران برای جلوگیری از مصرف کافئین کنترل شد.

روش اجرایی

تمامی آزمودنی‌ها به‌همراه والدین در یک جلسهٔ آشنایی با روند تحقیق و تکمیل فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در تحقیق توسط والدین و پرسشنامه‌های سلامت و فعالیت شرکت کردند. پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و بررسی آنها، ۳۶ نفر از افراد دارای شرایط تعیین‌شده برای شرکت در مراحل بعدی تحقیق انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در یک جلسهٔ آشنایی با مراحل تمرین و آموزش تکنیک صحیح حرکت

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت کردند و سه روز پس از آن سنجش حداکثر قدرت پویا[1] انجام گرفت. فاصلهٔ آزمون حداکثر قدرت پویا و آزمون اصلی حداقل یک هفته بود. از آزمودنی‌ها خواسته شد که هیچ فعالیت ورزشی را ۲۴ ساعت قبل از آزمون اصلی انجام ندهند. برای اجرای برنامهٔ تمرینی کاف روی قسمت فوقانی بازوهای آزمودنی بسته شده و فشار روی ۱۰۰ میلی‌متر جیوه (۲۰ میلی‌متر جیوه کمتر از فشارخون سیستولی) تنظیم شد. سپس فرد سه ست پرس سینه روی نیمکت را با فاصلهٔ استراحتی ۴۵ ثانیه اجرا کرد. تا اتمام تمامی ست‌های پرس سینه کاف روی بازو بسته ماند (۲۰). پس از اتمام حرکت پرس سینه کاف‌ها از بازوها باز شد و بعد از سه دقیقه استراحت کاف‌ها در قسمت فوقانی پاها بسته شد و به همین ترتیب حرکت اکستنشن زانو را انجام دادند. فشار کاف برای پاها ۱۴۰ میلی‌متر (۲۰ میلی‌متر جیوه بیشتر از فشارخون سیستولی) جیوه بود. دوباره کاف‌ها را به بازوها بستند تا فلکشن بازو را انجام دهند.حداکثر قدرت پویا در سه حرکت فلکشن آرنج، اکستنشن زانو و پرس نیمکت انجام گرفت. آزمودنی‌ها هر کدام با حرکات پویا و کشش عضلات درگیر و اجرای چند تکرار از حرکت با حدود ۵۰٪ یک تکرار بیشینه گرم کردند. سپس در پی سه دقیقه استراحت افراد در آزمون حداکثر قدرت پویا شرکت کردند. مقدار وزنه توسط آزمودنی و با راهنمایی آزمون‌گیرنده انتخاب شد. اگر پس از انجام حرکت تا واماندگی، تعداد تکرار از ۵ بیشتر شود، به آزمودنی ۵ دقیقه استراحت داده شده و آزمون مجدد با وزنه‌ای سنگین‌تر گرفته شد. آزمون مجدد تا زمانی‌که تکرارها به زیر ۵ برسد، انجام گرفت. حرکاتی شمارش شدند که در دامنهٔ کامل و بدون کمک انجام گیرند. از فرمول برزیسکی برای محاسبهٔ حداکثر قدرت پویا استفاده شد (۲).

{(تعداد تکرارها ×۰/۰۲۷۸) − ۱ /۰۲۷۸}/ مقدار وزنه = یک تکرار بیشینه

تعیین فشار محدودیت در بخشی از جریان خون

برای تعیین انسداد نسبی، فشارخون افراد در ساعت ۸ تا ۹ صبح به‌صورت درازکش اندازه‌گیری شد. فشار نسبی انسداد بازو ۲۰ میلی‌متر جیوه زیر فشارخون سیستولی و فشار نسبی انسداد ران ۲۰ میلی‌متر بالاتر از فشار سیستولی افراد انتخاب شد (۲۱). برای ایجاد محدودیت از فشارسنج پانومتریک عقربه‌ای شرکت ایزی لایف مدل HS 201Q1 ساخت کشور چین استفاده شد.

1. 1RM

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌گیری خونی

خون‌گیری‌ها از ورید کوبیتال میانی[1] در دو مرحله (هر مرحله ۵ سی‌سی) برای سنجش تستوسترون، کورتیزول و کراتین‌کیناز سرمی (۳۰ دقیقه قبل و ۳۰ دقیقه بعد از اجرای برنامهٔ تمرینی) انجام گرفت و نمونه‌های خونی در آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی قزوین برای جداسازی سرم با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ و سپس بخش سرمی آن در دمای منفی ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد فریز شد. مقادیر فاکتورهای موردنظر سرمی به روش الایزا در آزمایشگاه بیمارستان قدس قزوین سنجش شد. برای اندازه‌گیری فاکتورها از کیت کمپانی "IBL INTERNASHNAL GMPH"[2] ساخت آلمان استفاده شد.

تمرین اصلی

گرم کردن

همهٔ آزمودنی‌ها قبل از انجام پروتکل اصلی به مدت ۱۰ دقیقه با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب روی تردمیل دویدند و سپس با دو ست چند تکراری با ۴۰ درصد یک تکرار بیشینهٔ عضلات درگیر در پروتکل اصلی را گرم کردند و پس از پنج دقیقه استراحت در آزمون اصلی شرکت کردند. روند اجرای حرکت برای همهٔ آزمودنی‌ها با سرعت یک ثانیه در بخش برون‌گرای انقباض و یک ثانیه در بخش درون‌گرای انقباض بود (۲).

برنامهٔ تمرینی

افراد به سه گروه، الف) تمرین مقاومتی شدت بالا (۷۵٪ یک تکرار بیشینه)، ب) تمرین مقاومتی شدت پایین (۳۰٪ یک تکرار بیشینه) همراه با محدودیت جریان خون، ج) تمرین مقاومتی شدت پایین (۳۰٪ یک تکرار بیشینه) تقسیم شدند. حجم تمرین آزمودنی‌ها (مقدار وزنهٔ جابه‌جاشده در کل جلسهٔ آزمون) برای هر سه گروه تقریباً برابر شد:

(۱۵+۱۵+۱۵+۳۰)*٪۳۰ = (۱۰+۱۰+۱۰)*٪۷۵

1. Middle Cobital
2. www.monobind.com

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. برنامهٔ تمرینی گروه الف

حرکت	تعداد ست	تعداد تکرار	استراحت بین ست	استراحت بین حرکت
پرس سینه نیمکت	۳	۱۰	۲ دقیقه	۵ دقیقه
اکستنشن زانو	۳	۱۰	۲ دقیقه	۵ دقیقه
فلکشن بازو	۳	۱۰	۲ دقیقه	۵ دقیقه

جدول ۲. برنامهٔ تمرینی گروه ب

حرکت	تعداد ست	تعداد تکرار	استراحت بین ست	استراحت بین حرکت
پرس سینه نیمکت	۴	۳۰-۱۵-۱۵-۱۵	۴۵ ثانیه	۳ دقیقه
اکستنشن زانو	۴	۳۰-۱۵-۱۵-۱۵	۴۵ ثانیه	۳ دقیقه
فلکشن بازو	۴	۳۰-۱۵-۱۵-۱۵	۴۵ ثانیه	۳ دقیقه

گروه تمرینی (ج) به‌عنوان گروه کنترل، همان پروتکل گروه (ب) را اجرا کردند. با این تفاوت که از کاف برای محدود کردن موضعی جریان خون استفاده نکردند.

تجزیه‌وتحلیل آماری

نرمال بودن توزیع داده‌های پیش‌آزمون با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف انجام گرفت. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل یافته‌های تحقیق علاوه‌بر آمار توصیفی (شامل میانگین و انحراف استاندارد)، از آزمون‌های تحلیل واریانس یکراهه با آزمون تعقیبی LSD و از آزمون تی وابسته برای بررسی نتایج درون‌گروهی استفاده شد. از آزمون Cohen's d به‌منظور برآورد اندازهٔ اثر استفاده شد. اندازهٔ اثر کمتر از ۰/۲ به‌عنوان اندازهٔ اثر ناچیز، بین ۰/۲ تا ۰/۵ اندازهٔ اثر کم، بین ۰/۵ تا ۰/۸ اندازهٔ اثر متوسط و بیشتر از ۰/۸ اندازهٔ اثر زیاد ارزیابی شد. همچنین از فرمول متداول برای بررسی نتایج درصد تغییرات در هر متغیر از مرحلهٔ پیش‌آزمون به پس‌آزمون استفاده شد. تمامی محاسبات آماری با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS نگارش ۲۲ انجام گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نرمال بودن داده‌های سه گروه را در متغیرهای تستوسترون (نانوگرم در میلی‌لیتر)، کورتیزول (میکروگرم در میلی‌لیتر)، کراتین کیناز (واحد در لیتر) را در گروه‌های تمرین قدرتی، تمرین انسدادی و گروه کنترل نشان داد.

جدول ۳. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه

ویژگی‌ها / گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	تعداد آزمودنی‌ها
تمرین قدرتی	۱۲/۱±۸۹/۲۱	۱۴۳/۴±۱۲/۵۷	۳۵/۳±۱۵/۴۸	۱۶/۱±۹۴/۷۵	۱۲
تمرین انسدادی	۱۱/۱±۸۵/۰۲	۱۴۸/۴±۱۲/۱۷	۳۸/۳±۸۹/۷۸	۱۸/۱±۰۳/۱۹	۱۲
کنترل	۱۲/۱±۲۱/۷۷	۱۴۴/۶±۲۰/۴۳	۳۶/۴±۳۱/۱۴	۱۷/۱±۲۳/۶۶	۱۲

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه و آزمون تعقیبی LSD بین‌گروهی در گروه‌های مختلف تحقیق در مراحل پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون میانگین±انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین±انحراف معیار	P بین هر سه گروه	P بین قدرتی و انسدادی	P بین قدرتی و کنترل	P بین انسدادی و کنترل
تستوسترون (ng/ml)	قدرتی	۰/۴۰۰ ۰±/۶۱	۰/±۵۰۰ ۰/۷۲	۰/۶۵۵	۰/۴۷۴	۰/۸۹۴	۰/۳۹۶
	انسدادی	۰/±۳۱۰ ۰/۳۲	۰/۷۱۰ ۰±/۵۷				
	کنترل	۰/۵۵۰ ۰±/۷۳	۰/۴۶۱ ۰±/۶۳				
کورتیزول (µg/ml)	قدرتی	۷۲/۵۰ ± ۳۱/۲۳	۱۵۱/۶۹ ۶۷±/۳۱	*۰/۰۲۰	۰/۶۳۸	*۰/۰۰۹	*۰/۰۲۷
	انسدادی	۷۱/±۸۵ ۲۸/۳۲	۱۳۹/۱۰ ۶۳±/۴۴				
	کنترل	۷۴/۲۰ ۴۶±/۳۰	۷۷/۴۰ ۴۳±/۸۱				
کراتین‌کیناز (U/L)	قدرتی	۱۸۴/۰۵ ۳±/۷۵	۲۳۴/±۱۴ ۵/۹۳	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱
	انسدادی	۱۸۳/۵۰ ۰±/۳۸	۱۸۹/±۴۳ ۹/۱۱				
	کنترل	۱۸۲/۶۳ ۱۳±/۲۹	۱۸۵/۳۸ ۱۰±/۳۴				
T/C	قدرتی	۰/۵۵ ۰±/۰۵	۰/±۳۲ ۰/۱۰	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱
	انسدادی	۰/۴۳ ۰±/۰۵	۰/۵۱ ۰±/۰۳				
	کنترل	۰/۷۴ ۰±/۱۰	۰/۵۹ ۰±/۱۰				

*نشانهٔ معناداری در سطح P<۰/۰۵

نتایج نشان داد تغییرات بین‌گروهی تستوسترون در پاسخ به یک جلسه فعالیت، تفاوت معناداری بین سه گروه تمرینی وجود نداشت (P=۰/۶۵۵). لیکن تغییرات بین‌گروهی کورتیزول در پاسخ به یک

www.SID.ir

Archive of SID

جلسه فعالیت، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین سه گروه بود (P=۰/۰۲۰)؛ این تفاوت، بین گروه‌های قدرتی و کنترل (P=۰/۰۰۹)، انسدادی و کنترل (P=۰/۰۲۷) معنادار و بین دو گروه قدرتی و انسدادی (P=۰/۶۳۸) معنادار نشد. تغییرات بین‌گروهی کراتین‌کیناز در پاسخ به یک جلسه فعالیت، نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار بین سه گروه بود (P=۰/۰۰۰۱). همچنین تغییرات بین‌گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول در پاسخ به یک جلسه فعالیت، نشان‌دهندهٔ تفاوت معناداری بین سه گروه بود (P=۰/۰۰۱).

جدول ۵. نتایج آزمون تی وابسته (درون‌گروهی) در گروه‌های مختلف تحقیق در مراحل پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون میانگین± انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین± انحراف معیار	P درون‌گروهی	درصد تغییرات	اندازهٔ اثر
تستوسترون (ng/ml)	قدرتی	۰/۴۰۰±۰/۶۱	۰/۵۰۰ ±۰/۷۲	۰/۶۵۳	↑۲۵	۰/۱۴۹
	انسدادی	۰/۳۱۰±۰/۳۲	۰/۷۱ ±۰/۵۷	۰/۱۰۷	↑۱۲۹	۰/۸۶۵
	کنترل	۰/۵۵۰±۰/۷۳	۰/۴۶۱±۰/۶۳	۰/۲۳۱	↓۱۶	-۰/۱۳۰
کورتیزول (µg/ml)	قدرتی	۷۲/۵۰ ±۳۱/۲۳	۱۵۱/۶۹ ±۶۷/۳۱	*۰/۰۱۵	↑۱۰۹	۱/۳۶۸
	انسدادی	۷۱/۸۵ ±۲۸/۳۲	۱۳۹/۱۰±۶۳/۴۴	*۰/۰۱۵	↑۱۲۰	۱/۵۰۹
	کنترل	۷۴/۲۰ ±۴۶/۳۰	۷۷/۴۰±۴۳/۸۱	۰/۸۷۱	↑۴	۰/۰۰۴
کراتین‌کیناز (U/L)	قدرتی	۱۸۴/۰۵ ±۳/۷۵	۲۳۴/۱۴±۵/۹۳	*۰/۰۰۱	↑۲۷	۱۰/۰۹۶
	انسدادی	۱۸۳/۵۰ ±۰/۳۸	۱۸۹/۴۳±۹/۱۱	۰/۰۶۸	↑۳	۰/۹۱۹
	کنترل	۱۸۲/۶۳ ±۱۳/۲۹	۱۵۸/۳۸±۱۰/۳۴	۰/۶۲۱	↑۱/۶	۰/۲۳۰
T/C	قدرتی	۰/۵۵ ± ۰/۰۵	۰/۳۲±۰/۱۰	*۰/۰۰۰۱	↓۴۱	-۲/۹۰۹
	انسدادی	۰/۴۳ ± ۰/۰۵	۰/۵۱±۰/۰۳	*۰/۰۰۲	↓۱۸	۱/۹۴۰
	کنترل	۰/۷۴ ± ۰/۱۰	۰/۵۹±۰/۱۰	*۰/۰۱	↓۲۰	-۱/۵۰۰

*نشانهٔ معناداری در سطح P<۰/۰۵

نتایج نشان داد تغییرات درون‌گروهی تستوسترون در پاسخ به یک جلسه فعالیت، در گروه تمرین قدرتی (P=۰/۶۵۳)، تمرین انسدادی (P=۰/۱۰۷) با وجود افزایش و گروه کنترل (P=۰/۲۳۱) با وجود کاهش، تغییر معناداری را نشان نداد. همچنین تغییرات درون‌گروهی کورتیزول در پاسخ به یک جلسه فعالیت، در گروه‌های تمرین قدرتی (P=۰/۰۱۵) و تمرین انسدادی (P=۰/۰۱۵) به‌صورت معنادار افزایش یافت و گروه کنترل (P=۰/۸۷۱) با وجود افزایش تغییر معناداری را نشان نداد. تغییرات درون‌گروهی کراتین‌کیناز در پاسخ به یک جلسه فعالیت، در گروه تمرین قدرتی (P=۰/۰۰۱) به‌صورت معنادار افزایش یافت و در تمرین انسدادی (P=۰/۰۶۸) و گروه کنترل (P=۰/۶۲۱) علی‌رغم افزایش، تغییر معناداری را

www.SID.ir

Archive of SID

نشان نداد. همچنین تغییرات درون‌گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول در پاسخ به یک جلسه فعالیت، در گروه‌های تمرین قدرتی (P=۰/۰۰۰۱)، تمرین بدون انسداد (P=۰/۰۰۲) و کنترل (P=۰/۰۱) کاهش معناداری را نشان داد.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نخستین مطالعه در خصوص مقایسهٔ پاسخ‌های تستوسترون، کورتیزول و کراتین‌کیناز به دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در پسران ژیمناستیک کار است. یافته‌های پژوهش نشان داد در هر دو نوع تمرین در مقادیر تستوسترون و کورتیزول تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت؛ اما در مقایسهٔ بین‌گروهی کراتین‌کیناز، تفاوت معنادار بود. در بررسی میانگین‌ها و همچنین نتایج کلی هر دو آزمون آماری بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر تستوسترون مشخص شد تمرینات انسدادی سبب ایجاد پاسخ بزرگ‌تری با افزایش ۱۲۹ درصدی نسبت به گروه‌های تمرین قدرتی با ۲۵ درصد افزایش و گروه کنترل با ۱۶ درصد کاهش شد. همچنین بیشترین اندازهٔ اثر در متغیر تستوسترون متعلق به گروه انسدادی بود (Cohen's d=۰/۸۶۵). مکانیسم‌های احتمالی مؤثر برافزایش حاد تستوسترون در ورزش شدت پایین با محدودیت جریان خون ممکن است شامل افزایش لاکتات و غلظت کاتکولامین باشد؛ هر دو شاخص مذکور معمولاً با چنین نوع فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد (۲۲). فوجیتا[1] و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی همسو با بررسی تأثیر تمرین مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون بر سنتز پروتئین عضلانی، افزایش چشمگیری در سطح تستوسترون در پاسخ به ۴ ست (۳۰-۱۵-۱۵-۱۵) ورزش باز کردن مفصل زانو با محدودیت جریان خون (۲۰٪ یک تکرار بیشینه) در مردان جوان مشاهده کردند، لیکن این میزان افزایش معنادار نبود (۴)؛ اما در تحقیق مدرامی[2] و همکاران (۲۰۱۰) ناهمسو با تحقیق حاضر، سه ست باز کردن زانو (۳۰ تکرار، ۲ ست تا خستگی) و پس از آن سه ست خم کردن زانو (۳۰ تکرار، ۲ ست تا خستگی) با عضلات پایین‌تنه با محدودیت جریان خون در مردان بزرگسال جوان تستوسترون به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد (۶)؛ ناهمسویی با تحقیق حاضر را می‌توان به پاسخ کمتر تستوسترون در کودکان به تمرین مقاومتی (۲۳)؛ و

1. Fujita
2. Madarame

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین تفاوت در برنامهٔ تمرینی (۵) اجرایی تحقیق مذکور که تا سرحد خستگی اجرا شد، دانست، لیکن تحقیق حاضر تا سر حد واماندگی تمرین ادامه نداشت

نتایج تحقیق حاضر در بخش هورمون تستوسترون، گروه تمرین قدرتی افزایش محسوس ۲۵ درصدی نشان داد، لیکن این افزایش معنادار نبود. کریمر[1] و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی عنوان کردند پاسخ حاد تستوسترون به تمرین مقاومتی بسته به شدت یا حجم تمرین متفاوت است (۵). باید توجه داشت بعضی از مطالعات انجام‌گرفته در نوجوانان پسر عدم تغییر یا افزایش بسیار اندک تستوسترون به‌دنبال یک جلسه فعالیت ورزشی قدرتی نشان دادند (۸). شاید بتوان علت افزایش اندک و غیرمعنادار این هورمون در تحقیق حاضر را این‌گونه عنوان کرد که عدم پاسخ یا پاسخ کمتر در پسران به‌علت حجم کوچک‌تر بیضه، سلول‌های کمتر یا متفاوت لیدیگ (۲۳) یا هماهنگی کمتر در محور هیپوتالاموس هیپوفیز گناد در این گروه سنی باشد (۲۴). در تحقیقی همسو پولینن[2] و همکاران (۲۰۱۱) اعلام کردند هورمون تستوسترون در پسران نوجوان پس از یک جلسه تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد لیکن این میزان افزایش معنی‌دار نبود (۸). نتایج تحقیق حاضر در بخش هورمون تستوسترون، گروه تمرین مقاومتی با شدت ۳۰ درصد و بدون محدودیت جریان خون (کنترل) کاهش ۱۶ درصدی غیرمعناداری را نشان داد. شایان ذکر است پاسخ حاد تستوسترون به تمرین مقاومتی به‌دلیل تغییرات در شدت و حجم تمرین متناقض و گاهی با کاهش همراه بوده است (۵, ۲۴). در تحقیق پیلز[3] و همکاران (۲۰۱۰)، بین تکواندوکاران نوجوان مبارز (۱۷-۱۲ ساله)، یک روز مبارزهٔ شبیه‌سازی‌شده (۴ مبارزهٔ متوالی) به کاهش در سطح تستوسترون منجر شد (۲۵). همچنین در تحقیق ریورز[4] و همکاران (۲۰۰۶) پاسخ تستوسترون به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون در مقایسه با تمرین مقاومتی سنتی در بزرگسالان اندکی بیشتر بود، ولی معنادار نبود (۱۷) که با نتایج این تحقیق همسوست؛ دلیل همسو بودن را می‌توان ایجاد حوضچهٔ خونی در اطراف عضلهٔ درگیر درگیر (۱۴) و افزایش میزان متابولیت‌ها با ایجاد ایسکمی در اثر ایجاد محدودیت در جریان خون (۱۵) و همچنین تشابه پروتکل تمرینی دانست. در بررسی میانگین‌ها و همچنین نتایج کلی هر دو آزمون آماری بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر کورتیزول مشخص شد گروه انسدادی سبب ایجاد پاسخ با افزایش ۱۲۰ درصدی (Cohen's d=۱/۵۰۹) نسبت به گروه‌های

1. Kraemer
2 Pullinen
3. Pilz
4. Reeves

www.SID.ir

Archive of SID

تمرین قدرتی با ۱۰۹ درصد افزایش و گروه کنترل با ۴ درصد افزایش شد. در فعالیت ورزشی مقاومتی، نقش کاتابولیک هورمون کورتیزول شایان توجه است (۷). همچنین پاسخ حاد هورمون کورتیزول به ورزش به‌طور کلی نشان‌دهندهٔ یک پاسخ استرسی وابسته به شدت ورزش است (۵)؛ بنابراین باید توجه داشت که افزایش غیرمعنادار در گروه کنترل و افزایش چشمگیر و معنادار در گروه قدرتی را می‌توان به شدت متفاوت دو پروتکل مرتبط دانست. بیشتر مطالعات افزایش مشابهی را در مقادیر کورتیزول پس از یک جلسه تمرین مقاومتی گزارش کرده‌اند (۲۴)؛ این میزان افزایش در کودکان نیز مشاهده شده است. در تحقیق ریورز و همکاران (۲۰۰۶)، (۱۷) و در تحقیق کان[1] و همکاران (۲۰۱۲)، (۱۸) پاسخ کورتیزول به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون نسبت به تمرین قدرتی تفاوت شایان توجهی نداشته است که با نتایج این تحقیق همسو بود. همچنین پاسخ کورتیزول پس از ورزش مقاومتی در گروه‌های قدرتی و انسدادی نسبت به گروه کنترل بیشتر بود، افزایش بیشتر در سطح کورتیزول سرمی پسران مشاهده‌شده در این دو نوع تمرین ممکن است روندی برای واکنش استرس قوی‌تر در این نوع تمرینات نسبت به تمرین با شدت کمتر و بدون انسداد را منعکس کند (۸, ۱۵). همچنین افزایش غیرمعنادار ولی محسوس بین‌گروهی کورتیزول در گروه تمرین انسدادی نسبت به تمرین قدرتی را می‌توان به‌علت استرس متابولیکی بیشتر در این نوع تمرینات دانست (۲۲). کورتیزول سبب افزایش تجزیهٔ پروتئین‌ها و کاهش سنتز آنها در عضلات اسکلتی می‌شود (۵).

در بررسی میانگین‌ها و همچنین نتایج کلی هر دو آزمون آماری بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر کراتین کیناز (واحد در لیتر) مشخص شد تمرینات قدرتی سبب ایجاد پاسخ بزرگ‌تری با افزایش ۲۷ درصدی (Cohen's d=۱۰/۰۹۶) نسبت به گروه‌های تمرین انسدادی با ۳ درصد افزایش و گروه کنترل با ۱/۶ درصد افزایش شد. افزایش مقادیر خونی کراتین کیناز بیانگر میوپاتی یا آسیب عضلانی ناشی از ورزش است (۲۶). ورزش شدید می‌تواند سبب افزایش کراتین کیناز شود. ورزش‌های سنگین و انقباض برون‌گرای عضلات، اغلب به آسیب سارکومر منجر می‌شود. افزایش ناگهانی کراتین کیناز زمانی رخ می‌دهد که سارکولم و صفحات z آسیب‌دیده باشد. تا حد زیادی کشش سارکومر با اختلال در دستگاه انقباضی، اسکلت سلولی عضلات و پروتئین‌های سارکولمای سلول همراه است (۹). در شش مطالعه پرداختن به فعالیت ورزشی توسط کودکان پس از پروتکل‌های مختلف ازجمله دویدن در سراشیبی (۲۷)، پرس نیمکت (۲۸)، پله‌ورزی (۲۹)، تمرین مقاومتی کم‌شدت تا خستگی (۸)، پرش و پلایومتریک

1. Kon

www.SID.ir

Archive of SID

(۳۰, ۳۱). سه مورد از این مطالعات نشان دادند که میزان پاسخ کراتین کیناز به یک جلسه فعالیت ورزشی در کودکان افزایش داشته است (۲۸-۲۷ و ۳۱). در تحقیقی دیگر، برانکاکیو[1] و همکاران (۲۰۱۰) افزایش معنادار سطوح آنزیم کراتین‌کیناز در گروه تمرین قدرتی را نشان دادند و عنوان کردند که این میزان افزایش احتمال دارد به شدت تمرین وابسته باشد (۹). همچنین در تحقیق پولنین[2] و همکاران (۲۰۱۱) که آزمودنی‌های نوجوان برنامهٔ تمرینی مقاومتی را با شدت کم اجرا کرده بودند، عدم افزایش معنادار این آنزیم گزارش شد (۸). علاوه‌بر این در تحقیق پوپه[3] و همکاران (۲۰۱۳)، پس از یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی با محدودیت جریان خون در مردان بزرگسال افزایش زیادی در کراتین کیناز سرمی مشاهده نشد (۱۰) که احتمال می‌رود به‌دلیل تنش مکانیکی کمتر در تمرینات انسدادی روی داده باشد. نتایج تحقیقات مذکور با نتایج تحقیق حاضر همسو بود.

در بررسی میانگین‌ها و همچنین نتایج کلی هر دو آزمون آماری بین‌گروهی و درون‌گروهی در متغیر نسبت تستوسترون به کورتیزول مشخص شد تمرینات قدرتی سبب ایجاد پاسخ بزرگ‌تری با کاهش ۴۱ درصدی (Cohen's d= -۲/۹۰۹) نسبت به گروه‌های کنترل با ۲۰ درصد کاهش شد، لیکن در گروه تمرین انسدادی افزایش ۱۸ درصدی در این متغیر مشاهده شد. نسبت تستوسترون به کورتیزول (T/C) به‌عنوان شاخصی از وضعیت آنابولیک نسبت به کاتابولیک عضلهٔ اسکلتی در تمرینات مقاومتی عنوان شده است، افزایش تستوسترون، کاهش کورتیزول یا تغییر هر دو پتانسیل بالقوهٔ آنابولیسم را نشان می‌دهد (۵). نشان داده شده است برای مشاهدهٔ افزایش بیشتر در نسبت تستوسترون به کورتیزول برنامه‌هایی با حجم بالا در مقایسه با برنامه‌های تک‌ستی مناسب‌ترند (۷). پاسخ کاتابولیک بالاتر (کورتیزول) و آنابولیک کمتر (تستوسترون) پسران در مقایسه با مردان ممکن است سازگاری هیپرتروفیک پایین پسران را نسبت به تمرین مقاومتی توجیه کند (۲۴)؛ در پژوهش حاضر نیز پاسخ کورتیزول در مقایسه با تستوسترون محسوس‌تر بود که حاکی از استرس واردهٔ بالای تمرین مقاومتی بر کودکان و پاسخ کمتر تستوسترون در کودکان است و در نهایت به کاهش نسبت تستوسترون به کورتیزول در دو گروه تمرین قدرتی و کنترل در مقایسه با پیش از تمرین منجر شد؛ اما در گروه انسدادی با افزایش ۲۰ درصدی این نسبت که حاصل پاسخ بزرگ‌تر تستوسترون و کمتر کورتیزول در مقایسه با دو گروه دیگر است، آنابولیک‌تر بودن این شیوهٔ تمرینی را نمایان می‌کند. علت این امر را

1. Brancaccio
2. Pullinen
3. Pope

www.SID.ir

Archive of SID

می‌توان افزایش سوخت‌وساز بدن و استرس متابولیک که به پاسخ هورمونی آنابولیک قدرتمندتری پس از این شیوهٔ تمرینی منجر می‌شود، دانست (۱۶).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد یک جلسه فعالیت مقاومتی کم‌شدت همراه با محدودیت جریان خون پاسخ بزرگ‌تری در سطوح تستوسترون نسبت به تمرین مقاومتی شدید داشت. همچنین پاسخ کورتیزول در دو برنامهٔ تمرینی به نسبت برابر بود که نشان‌دهندهٔ نسبت تستوسترون به کورتیزول بالاتر و آنابولیک‌تر بودن تمرین انسدادی بود. علاوه‌بر این تمرین مقاومتی کم‌شدت با محدودیت جریان خون شاخص آسیب کمتری را به نمایش گذاشت که در مقایسه با سطوح کراتین‌کیناز سرمی در تمرین مقاومتی شدید به‌طور محسوسی پایین‌تر بود. از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت تمرین انسدادی با اثر آنابولیک مشابه، شاخص آسیب عضلانی کمتر و از طرفی به‌علت بار کار و شدت کمتر، احتمال ضایعات اسکلتی-مفصلی را کاهش می‌دهد و ایمن‌تر به‌نظر می‌رسد.

منابع و مآخذ

1. Lee S, Deldin AR, White D, Kim Y, Libman I, Rivera-Vega M, et al. Aerobic exercise but not resistance exercise reduces intrahepatic lipid content and visceral fat and improves insulin sensitivity in obese adolescent girls: a randomized controlled trial .American journal of physiology-endocrinology and metabolism. 2013;305(10):E1222-E9.
2. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23:S60-S79.
3. Kraemer W, Fry A, Warren B, Stone M, Fleck S, Kearney J, et al. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. International journal of sports medicine. 1992;13(02):103-9.
4. 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); 903-10.
5. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports medicine. 2005;35(4):339-61.
6. 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.
7. Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2008;33(3):547-61.

www.SID.ir

Archive of SID

8.Pullinen T, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi P. Resistance exercise-induced hormonal response under the influence of delayed onset muscle soreness in men and boys. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2011;21(6):e184-e94.

9.Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM). 2010;48(6):757-67.

10. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(10):2914-26.

11. Ratamess N, Alvar B, Evetoch T, Housh T, Kibler W, Kraemer W. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41(3); 687-708.

12. Dahab KS, McCambridge TM. Strength training in children and adolescents: raising the bar for young athletes? Sports Health. 2009;1(3):223-6.

13. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. Journal of science and medicine in sport. 2016;19(5):360-7.

14. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow–restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. Clinical physiology and functional imaging. 2012;32(4):247-52.

15. Mohamadi S, Khoshdel A, Naserkhani F, Mehdizadeh R. The effect of low-intensity resistance training with blood flow restriction on serum cortisol and testosterone levels in young men. Journal of Archives in Military Medicine. 2015;3(3).

16. 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):61-5.

17. 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):1616-22.

18. Kon M, Ikeda T, Homma T, Suzuki Y. Effects of low-intensity resistance exercise under acute systemic hypoxia on hormonal responses. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(3):611-7.

19. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. European journal of applied physiology. 2010;108(1):147.

20. Fahs CA, Loenneke JP, Rossow LM, Tiebaud RS, Bemben MG. Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. Journal of Trainology. 2012;1(1):14-22.

21. Dorneles GP, Colato AS, Galvão SL, Ramis TR, Ribeiro JL, Romão PR, et al. Acute response of peripheral CC r5 chemoreceptor and NK cells in individuals submitted to a single session of low-intensity strength exercise with blood flow restriction. Clinical physiology and functional imaging. 2016;36(4):311-7.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Loenneke J, Wilson G, Wilson J. A mechanistic approach to blood flow occlusion. International journal of sports medicine. 2010;31(01):1-4.
23. Wu X, Wan S, Lee MM. Key factors in the regulation of fetal and postnatal Leydig cell development. Journal of cellular physiology. 2007;213(2):429-33.
24. Crewther B, Keogh J, Cronin J, Cook C. Possible stimuli for strength and power adaptation. Sports medicine. 2006;36(3):215-38.
25. Pilz-Burstein R, Ashkenazi Y, Yaakobovitz Y, Cohen Y, Zigel L, Nemet D, et al. Hormonal response to Taekwondo fighting simulation in elite adolescent athletes. European journal of applied physiology. 2010;110(6):1283-90.
26. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. Clinics in sports medicine. 2008;27(1):1-18.
27. Webber LM, Byrnes WC, Rowland TW, Foster VL. Serum creatine kinase activity and delayed onset muscle soreness in prepubescent children: a preliminary study. Pediatric Exercise Science. 1989;1(4):351-9.
28. Soares JM, Mota P, Duarte JA, Appell HJ. Children are less susceptible to exercise-induced muscle damage than adults: a preliminary investigation. Pediatric Exercise Science. 1996;8(4):361-7.
29. Duarte J, Magalhaes J, Monteiro L, Almeida-Dias A, Soares J, Appell H. Exercise-induced signs of muscle overuse in children. International Journal of Sports Medicine. 1999;20(2):103-8.
30. Gorianovas G, Skurvydas A, Streckis V, Brazaitis M, Kamandulis S, McHugh MP. Repeated bout effect was more expressed in young adult males than in elderly males and boys. BioMed research international. 2013;2013.
31. Marginson V, Rowlands AV, Gleeson NP, Eston RG. Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. Journal of Applied physiolog.2005; 99(3); 1174-81.

www.SID.ir

Archive of SID

A Comparison of the Responses of Testosterone, Cortisol and Creatine Kinase to Two Types of Resistance Training with and without Blood Flow Restriction in Gymnast Boys

Ali Akbarnejad[*1] - Sirous Choobineh[2] - Morteza Yari[3] - Ali Rajabi[4]
1,2. Associate Professor, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran 3. MSc of Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran 4. Ph.D. of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
(Received: 2016/12/04; Accepted: 2017/01/21)

Abstract
The aim of this study was to compare the responses of testosterone, cortisol and creatine kinase to two types of resistance training with and without blood flow restriction. For this purpose, 36 gymnast boys aged between 10 and 14 participated in a quasi-experimental research. The subjects (mean weight 37.11 ± 8.11 kg, height 145.16 ± 11.58 cm, body mass index 17.40 ± 1.77 kg/m^2) were randomly divided into three groups: control (n=12), traditional resistance training (n=12), and resistance training with blood flow restriction (n=12). Training protocol included three movements: leg extension, elbow flexion and bench press. Blood samples were collected before and half an hour after the training. Dependent t test was used to check the intragroup results and one-way ANOVA and LSD post hoc test were used to evaluate the intergroup results. The intragroup results showed that testosterone variable was not significant in traditional resistance training (P=0.653) and resistance training with blood flow restriction (P=0.107) groups after a bout of training. But cortisol variable significantly increased in both traditional resistance training (P=0.015) and resistance training with blood flow restriction (P=0.015) groups. Also, creatine kinase was significant only in traditional resistance training group (P=0.001). The intergroup results showed that no significant differences in testosterone and cortisol of both types of training between the groups but the difference was significant in creatine kinase (P=0.05). Equal anabolic response in two types of resistance training in this study and less damage index in blood flow restriction group supported the advantage of this type of resistance training to some extent.

Keywords
Blood flow restriction, cortisol, creatine kinase, gymnast boys, testosterone, traditional resistance training.

[*] .Corresponding Author: Email: a.akbarnejad@yahoo.com ; Tel: +989120760472

www.SID.ir