



Open Access

مقاله پژوهش

## تأثیر دو هفته تمرین تناوبی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی شاخص‌های آنابولیکی فوتبالیست‌های نوجوان آماتور

جواد وکیلی<sup>۱\*</sup>، سعید نیکوخصلت<sup>۲</sup>، مریم اکبری<sup>۳</sup>، محمد تنهایی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۸ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۴/۰۳

### چکیده

**هدف:** تمرینات با محدودیت جریان خون احتمالاً تأثیر عمیقی بر سطوح هورمونی مرتبط با رشد دارد. هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر دو هفته فعالیت ورزشی تناوبی با و بدون محدودیت جریان خون بر سطوح سرمی هورمون رشد، IGF-1 و لاکتات پسران فوتبالیست نوجوان آماتور است.

**روش:** به این منظور در یک طرح نیمه تجربی ۲۴ پسر فوتبالیست نوجوان آماتور با میانگین و انحراف معیار سن  $17.79 \pm 0.79$  سال، قد  $175.41 \pm 3.37$  سانتی‌متر و وزن  $69.12 \pm 4.49$  کیلوگرم به‌صورت داوطلبانه انتخاب و براساس  $VO_2max$  به دو گروه ۱۲ نفره تمرین تناوبی با و بدون محدودیت جریان خون تقسیم شدند. پروتکل تمرینی تحقیق حاضر با شدت ۶۰-۷۵ درصد MHR چهار جلسه در هفته (در هفته اول سه تکرار و هفته دوم چهار تکرار مسافت ۴۰۰ متر) اجرا شد. استراحت بین تکرارها ۸۰-۶۰ ثانیه بود. فشار کاف برای پایین‌تنه در وهله‌های فعالیت ۱۴۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر جیوه تنظیم شد. نمونه‌های خونی به میزان ۵ سی‌سی در دو مرحله قبل از شروع پروتکل تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی برای اندازه‌گیری شاخص‌های GH، IGF-1، سرمی اخذ شد. مقادیر لاکتات نیز بلافاصله بعد از آزمون رست گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی مستقل و وابسته در سطح معناداری  $0.05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج تحقیق افزایش معنی‌دار GH ( $p=0.016$ ) و لاکتات ( $p=0.000$ ) سرمی را در گروه تمرین تناوبی با BFR در مقایسه با گروه تمرین بدون BFR نشان داد. اما در شاخص IGF-1 سرمی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ )

**نتیجه‌گیری:** اجرای تمرینات تناوبی با BFR در مقایسه با تمرینات صرف تناوبی احتمالاً می‌تواند در افزایش شاخص‌های آنابولیکی پسران نوجوان فوتبالیست مؤثرتر باشد.

**واژه‌های کلیدی:** محدودیت جریان خون، هورمون رشد، IGF-1، تمرین تناوبی، فوتبالیست نوجوان آماتور

۱. فیزیولوژی ورزشی، تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ۲. گروه آموزشی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه تبریز. ۳. مدیر تربیت‌بدنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز. ۴. گروه آموزشی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه تبریز. \* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول vakili@tabrizu.ac.ir



## مقدمه

فعالیت بدنی منظم در تمامی دوران زندگی، به‌ویژه نوجوانی حائز اهمیت است و اثرات مفید آن را بر رشد جسمانی، فکری و روانی نوجوانان نباید نادیده گرفت. دوره نوجوانی و جوانی بیشترین تاثیر را در سلامت جسمی و دیگر شاخص‌های مربوط به سلامتی و افزایش عملکرد در بزرگسالی دارد. شاخص‌های رشدی از جمله هورمون رشد در دوران کودکی و نوجوانی عامل تحریک رشد استخوان‌های دراز و تنظیم‌کننده اصلی و نهایی قد است. این هورمون همچنین رشد بافت‌های نرم مانند عضلات و تاندون‌ها را کنترل می‌کنند (۱). هنگام فعالیت ورزشی، سیستم هورمونی شبیه دستگاه عصبی، اثری قوی بر واکنش بدن نسبت به هر فعالیت خاص دارد و به هماهنگی مکانیسم‌های مختلف بدن از جمله مکانیسم تولید انرژی برای اجرای فعالیت کمک می‌کند واکنش‌های سیستم هورمونی با توجه به متغیرهای هر ورزش خاص و حالت‌های فیزیولوژیکی و روانی مختلف تغییر می‌کنند (۲). ترشح هورمون رشد پس از نوجوانی به آهستگی و همگام با افزایش سن کم شده و سرانجام در سنین بسیار بالا به حدود ۲۵ درصد نوجوانی می‌رسد. حالت‌های فیزیولوژیکی بسیار زیادی چون خواب، گرسنگی، استرس، کاهش غلظت گلوکز، چاقی، هورمون‌ها، آمینواسیدها

(آرژنین)، سن و جنس و فعالیت بدنی، ترشح هورمون رشد را از طریق کاستن از مقدار ترشح سوماتواستاتین یا افزایش ترشح هورمون محرک هورمون رشد تحریک می‌کند (۳).

هورمون رشد<sup>۱</sup> (GH) یکی از مهم‌ترین هورمون‌های بدن است که همراه با گروهی از هورمون‌های دیگر، برای ادامه رشد طبیعی بدن لازم می‌باشد. این هورمون برای ادامه رشد در کودکان و نوجوانان و حفظ وزن و پروتئین در افراد بالغ لازم می‌باشد. از آنجاکه رشد را می‌توان عبارت از افزایش توده زنده بدن، یا زیاد شدن مقدار پروتئین‌ها دانست، هدف این هورمون تحریک روند پروتئین‌سازی و فراهم ساختن انرژی لازم برای زیست ساختار پروتئین است. باین حال هورمون رشد کمتر به‌طور مستقیم بر روند رشد اثرگذار است و بسیاری از جنبه‌های رشد در بدن تحت تاثیر ماده‌ای است به نام سوماتومدین که به‌طور عمده در کبد تولید می‌شود به‌گونه‌ای که مشخص شده، رشد طبیعی با غلظت پلاسمایی سوماتومدین یا عامل رشد شبه انسولینی<sup>۲</sup> (IGF-1) رابطه‌ای مستقیم دارد (۴). بنابراین فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی مناسب می‌توانند از طریق تحریک ترشح GH و متعاقب آن IGF-1 بر رشد قد، افزایش توده عضلانی و بهبود سوخت و ساز مواد سه‌گانه (کربوهیدرات، چربی و

موردنظر، فعالیت با شدت‌های نزدیک به شدت مسابقه اشاره کرد و با توجه به این‌که در این تمرینات شدت فعالیت بالا و تولید لاکتات در وهله‌های فعالیت زیاد می‌باشد می‌تواند محرک خیلی خوبی برای GH و IGF-1 مطرح شود؛ اما نوجوانان و کودکان ظرفیت سیستم بی‌هوازی پایینی دارند و تحمل این فعالیت بی‌هوازی برای آن‌ها کم است لذا محققین دنبال روشی هستند که بتوانند چنین فشاری را بر ساختارهای فیزیولوژیایی بدن اعمال کنند (۷).

از این رو ابداع روش‌های ایمن و مؤثر برای حفظ و توسعه قدرت عضلانی برای دامنه گسترده‌ای از مردم که تحمل شدت‌های بالای تمرینی را ندارند همواره موردنظر محققان بوده است. بر این اساس محققان، نوعی از تمرینات به‌عنوان تمرینات همراه با محدودیت جریان خون<sup>۱</sup> (BFR) را پیشنهاد داده‌اند (۸). در این روش تمرینی جریان خون ورودی به عضله فعال در حین تمرین از طریق بستن یک کاف یا کش (تورنیکت) لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود یا متوقف می‌شود (۵). شدت این تمرینات به‌طور معمول بین ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه (تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد در نظر گرفته می‌شود، بنابراین برای افرادی با ویژگی‌های جسمانی متفاوت قابل تحمل است) (۹-۱۱). این عمل سبب

پروتئین) اثرگذار باشند. افزایش لاکتات خون از علل اصلی افزایش GH به‌ویژه در فعالیت‌های ورزشی می‌باشد. لذا فعالیت‌های ورزشی شدید که لاکتات بیشتری تولید می‌کنند می‌تواند به افزایش هورمون GH منجر شود به‌طوری‌که مشخص شده، افزایش اسیدپتیک و کاهش PH خون و عضله در ورزش‌های شدید موجب تحریک گیرنده‌های متابولیکی می‌شود. این رسپتورها سبب ارسال پیام‌های عصبی از عضلات فعال به سیستم پیتیدی آدرنوکورتیکال شده و از این طریق افزایش ترشح GH و IGF-1 را موجب می‌شوند (۵). مربیان و ورزشکاران همواره به دنبال دستیابی و استفاده از کارآمدترین روش‌های تمرینی به‌منظور کسب بهترین نتیجه و سازگاری تمرینی در مناسب‌ترین زمان ممکن هستند. تمرین تناوبی یکی از این روش‌های تمرینی است که برای بهبود عملکرد ورزشکاران استفاده می‌شود، این تمرینات شامل تکرار فعالیت‌هایی است که در بین آن‌ها به‌تناوب از مراحل استراحت یا فعالیت سبک‌تر استفاده می‌شود لذا فرد می‌تواند فعالیت‌های بسیار شدید را در مدت طولانی اجرا کند (۶). در تمرینات تناوبی، کمترین خستگی و سریع‌ترین دوره بازیافت رخ می‌دهد این تمرینات مزایای زیادی دارد از جمله می‌توان به کنترل دقیق شدت تمرین، بهبود دستگاه‌های انرژی درگیر در رشته ورزشی

<sup>1</sup> Blood flow restriction

ایجاد حوضچه خونی موقت در عضو شده و در پی آن تجمع مواد متابولیکی به‌ویژه اسیدلاکتیک به‌طور موضعی در عضو افزایش می‌یابد که این افزایش غلظت متابولیت‌ها، اسیدی شدن محیط عضله، افزایش یون  $H^+$  و کاهش دسترسی بافتی به اکسیژن داخلی از محور هیپوتالاموس-هیپوفیزی خون باعث آزادسازی هورمون‌های آنابولیکی مانند GH می‌شود (۱۲، ۱۳). لذا به نظر می‌رسد استفاده از این شیوه تمرینی به‌منظور تحریک ترشح LA، GH و IGF-1 در افراد نوجوان و نوجوان مؤثر باشد.

وکیلی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی تأثیر چهار هفته تمرین سنگ‌نوردی با و بدون محدودیت جریان خون را بر برخی شاخص‌های هورمونی آنابولیکی بررسی کردند و تفاوتی را در مقادیر سرمی GH، IGF-1 و لاکتات در دو گروه مشاهده نکردند (۵). پاکزاد و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی اثر دو نوع تمرین مقاومتی سبک با BFR و تمرین مقاومتی سنتی نتایج مشابهی را بین دو شیوه تمرینی روی هورمون‌های رشد و شاخص‌های آنابولیکی گزارش کردند (۱۴). امانی شلمزاری و همکاران (۲۰۱۹) نیز در بررسی اثر BFR در تمرینات بازیکنان فوتسال عدم تغییر مقادیر هورمون رشد و کاهش مقادیر لاکتات را بعد از ۱۲ جلسه تمرینی گزارش کردند (۱۵). تیلور و همکاران (۲۰۱۶) و باصره و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند که تمرین BFR تأثیر معنی-

داری بر مقادیر سرمی GH نداشته است (۷)، (۱۶). لذا بررسی تغییرات هورمون‌های مؤثر در قدرت و رشد افراد نوجوان که در پاسخ به تمرینات جدید دستخوش تغییرات می‌شود می‌تواند به‌عنوان موضوع جالبی در میان مطالعات مربوط به علم تمرین و ارتقای قدرت عضلانی بررسی گردد. با توجه به تحقیقات اندک در زمینه تأثیر تمرین تناوبی همراه با محدودیت جریان خون روی فاکتورهای آنابولیکی مردان فعال نوجوان و گاهاً نتایج متفاوت در این تحقیقات محقق بر آن شد تا تأثیر دو هفته تمرین تناوبی با و بدون محدودیت جریان خون را بر سطوح سرمی GH، IGF-1 و لاکتات بررسی کند.

### روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر در قالب یک طرح نیم تجربی دوگروهی شامل گروه تمرینی با BFR و گروه تمرینی بدون BFR انجام شد. در این مطالعه از بین مردان فوتبالیست رده سنی نوجوانان با داشتن معیارهای حداقل یک سال سابقه ورزشی فوتبال، نداشتن آسیب (به‌ویژه در اندام تحتانی) و عدم مصرف دارو یا مکمل در شش ماه گذشته تعداد ۲۴ نفر به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند. صبح روز آزمون ابتدا در شرایط ناشتا خون‌گیری از آزمودنی‌ها انجام شد و سپس آزمودنی‌ها صبحانه استاندارد با میزان کالری یکسان (شامل یک لیوان شیر، ۴ عدد خرما، ۴۵ گرم پنیر و دو کف دست نان سنگک) را صرف کردند. دو

حضور در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و پروتکل تمرین روش‌های اندازه‌گیری، با تکمیل رضایت‌نامه و پرسش-نامه سلامت انتخاب شدند؛ و به آن‌ها اطمینان داده شد که در هر مرحله از پروتکل تمرینی می‌توانند بدون ذکر دلایلی از ادامه تحقیق انصراف دهند. در طی دوره تمرینی آزمودنی-ها در هیچ برنامه یا پروتکل تمرینی دیگر اعم از تمرینات بدن‌سازی یا تمرینات معمول فوتبال شرکت نکرده و صرفاً برنامه تمرینی ارائه‌شده را دنبال کردند.

ساعت بعد از صرف صبحانه درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از ضخامت‌سنج پوستی و فرمول هفت نقطه‌ای دانشکده پزشکی ورزشی امریکا اندازه‌گیری شد در ادامه تست  $VO_2max$  با آزمون شاتل‌ران و متعاقب آن تست بی‌هوای رست اجرا شد و سپس نمونه خونی بعد از ۵ دقیقه از اتمام آزمون برای سنجش میزان لاکتات خون اخذ شد. سپس آزمودنی‌ها با توجه به  $VO_2max$  با تخصیص تصادفی در یکی از دو گروه تمرین تناوبی با BFR و تمرین تناوبی بدون BFR قرار گرفتند (جدول ۱). همه افراد انتخاب‌شده با

#### جدول ۱. مشخصات مورفولوژیکی آزمودنی‌ها در دو گروه تمرینی

متغیرها	تمرینی تناوبی با BFR	تمرینی تناوبی بدون BFR
سن (سال)	$17/83 \pm 0/83$	$17/75 \pm 0/75$
وزن (کیلوگرم)	$71/16 \pm 4/44$	$67/08 \pm 5/38$
قد (سانتی‌متر)	$175/00 \pm 3/54$	$175/83 \pm 3/21$
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	$23/08 \pm 1/87$	$21/84 \pm 1/85$
درصد چربی (/.)	$8/56 \pm 1/74$	$8/83 \pm 1/66$

#### برنامه تمرینی

نوارگردان و برنامه تمرین اصلی با شدت موردنظر انجام شد؛ و در انتهای تمرین نیز ۱۰ دقیقه برنامه سرد کردن اجرا شد. کنترل شدت تمرینات با استفاده از ضربان سنج پلار انجام گرفت.

برنامه تمرینی تحقیق حاضر دو هفته تمرین تناوبی روی نوارگردان با شدت ۶۵-۶۰ درصد MHR در هفته اول و ۶۵-۷۰ درصد MHR در هفته دوم بود (جدول ۲). هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و ۱۰ دقیقه گرم کردن اختصاصی روی

**جدول ۲. پروتکل دو هفته تمرین تناوبی در دو گروه تمرینی با و بدون BFR**

دویدن روی تردمیل	هفته اول	هفته دوم
تعداد جلسات تمرینی	چهار جلسه در هفته	چهار جلسه در هفته
شدت تمرینات	۶۵ - ۶۰ درصد MHR	۷۵ - ۶۵ درصد MHR
تعداد ست‌ها	۳ ست ۴۰۰ متر	۴ ست ۴۰۰ متر
فاصله استراحت بین ست‌ها	۶۰ تا ۸۰ ثانیه	۶۰ تا ۸۰ ثانیه

**روش اعمال محدودیت جریان خون**

جهت محدود کردن جریان خون و افزایش فشار وارده بر عضله در گروه تمرینی با BFR از یک کاف برزنتی محقق ساخته با ابعاد ۸۵ سانتی‌متر طول و شش سانتی‌متر عرض استفاده شد که درون آن یک تیوپ لاستیکی با قطر سه سانتی‌متر و طول ۱۵ سانتی‌متر قرار داشت که دارای دو مجرا بوده یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر که فشار داخل آن تا ۳۰۰ میلی‌متر جیوه قابل‌افزایش بود. روایی این کاف‌ها قبلاً در کار تحقیق آقای آقایی و همکاران مورد تأیید قرار گرفته بود (۵). جهت پایایی کاف قبل و بعد از انجام هر جلسه تمرینی فشار کاف با استفاده از فشارسنج کنترل می‌شد تا از عدم نوسان و کاهش فشار داخل کاف‌ها اطمینان حاصل شود. فشار کاف برای پایین‌تنه در مراحل اجرای تمرین بین ۱۴۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر جیوه تنظیم شد (۱۷). یک هفته قبل از

شروع آزمون، جلسه آشنایی با برنامه تمرینی و شیوه تمرین با نوارگردان گذاشته شد. در گروه با BFR از کاف‌ها برای بستن قسمت پروگزیمال پاها استفاده شد که در زمان استراحت باز می‌شد. درحالی‌که گروه بدون BFR برنامه تمرینی معمول خود را انجام دادند.

**روش‌های آزمایشگاهی**

در این تحقیق نمونه‌های خونی به میزان پنج سی‌سی از ورید بازویی در حالت پایه قبل از شروع پروتکل دوهفته‌ای تمرین و ۴۸ ساعت بعد از اتمام پروتکل تمرینی در ساعت مشخصی از روز توسط متخصص خون‌گیری اخذ شد. نمونه‌های خونی به میزان ۱۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند سپس برای جداسازی سرم به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس سرم اخذشده تا زمان سنجش شاخص‌های وابسته در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگه-

نشان داد که الگوی تغییرات هورمون رشد و لاکتات بین دو گروه متفاوت می‌باشد. به عبارتی پاسخ سرمی هورمون رشد و لاکتات به دو شیوه تمرینی تناوبی با و بدون BFR متفاوت بود. در مقایسه تفاوت بین دو گروه با آزمون تی مستقل نتایج تحقیق نشان داد که در گروه تمرین تناوبی با BFR افزایش معنی‌داری در شاخص‌های هورمون رشد ( $p=0/016$ ) و لاکتات ( $p=0/000$ ) در مقایسه با گروه تمرینی تناوبی بدون BFR گزارش شد (جدول ۳). در شاخص IGF-1 سرمی نیز نتایج نشان داد که علی‌رغم افزایش IGF-1 سرمی در هر دو گروه تمرینی اما بین دو گروه تفاوت معنی‌داری گزارش نشد ( $P=0/099$ ).

داری شد. برای تعیین میزان هورمون GH هر نمونه خونی، از دستگاه TOSOH و روش ایمونو آنزیمومتری استفاده شد؛ و برای تعیین میزان IGF-1 از کیت الایزا مارک دیامترا و با درجه حساسیت ۰/۰۲۵ میکرو لیتر واحد بر میلی لیتر استفاده شد.

نمونه‌های خونی جهت سنجش لاکتات نیز در دو مرحله و به صورت اخذ نمونه‌های خونی پس از آزمون قبل و بعد از دو هفته پروتکل تمرینی و ۵ دقیقه پس از آزمون بی‌هوایی رست گرفته شد. کلیه عملیات سنجش میزان IGF-1، GH و لاکتات در آزمایشگاه پاتولوژی و تشخیص طبی صورت گرفت.

### روش‌های آماری

برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کلموگروف اسمیرنوف و برای بررسی اثربخشی پروتکل تمرینی از آزمون تی مستقل و وابسته استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معنی‌داری  $\alpha < 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

### یافته‌های پژوهش

نتایج تحقیق نشان داد که در داده‌های پیش‌آزمون بین دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت لذا برای بررسی تفاوت‌های بین دو گروه از آزمون تی مستقل برای داده‌های پس‌آزمون و همچنین داده‌های تفاضل پیش‌آزمون از پس‌آزمون استفاده شد. نتایج

**جدول ۳. مقادیر هر یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده در دو گروه تمرینی**

مقایسه تفاضل دو مرحله	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	گروه تمرینی	شاخص‌ها
P=۰/۰۱۶	۱/۰۴۰ ± ۱۸	۰/۰ ± ۸۰/۱۳	تمرین با BFR	GH
	۰/۹۱ ± ۰/۲۱	۰/۰ ± ۸۲/۱۴	تمرین بدون BFR	(نانوگرم در هر میلی لیتر)
	۰/۱۳۴	۰/۷۷۳	ارزش p	
P=۰/۰۹۹	۳۹۸/۱۵ ± ۴۱/۵۵	۲۵ ± ۱۶ ۳۲۹/۶۶	تمرین با BFR	IGF-۱
	۳۸۰/۱۳ ± ۷۵/۱۵	۳۲ ± ۵۰/۴۲ ۳۳۳	تمرین بدون BFR	(نانوگرم در هر میلی لیتر)
	۰/۰۷	۰/۳۷۰	ارزش p	
P=۰/۰۰۰	۱۵/۶۹ ± ۱/۰	۱/۰ ± ۵۹/۶۷ ۳	تمرین با BFR	لاکتات
	۱۴/۱۹ ± ۰/۶۶	۰ ± ۶۱ ۱۳/۷۸	تمرین بدون BFR	(میلی مول در هر لیتر)
	۰/۰۰۰	۰/۴۸۰	ارزش p	
P=۰/۰۰۷	۴۴/۲۹ ± ۰/۹۳	± ۱/۶۴ ۴۳/۶۲	تمرین با BFR	Vo <sub>2</sub> max
	۴۳/۶۳ ± ۱/۵۷	± ۱/۶۲ ۴۳/۴۸	تمرین بدون BFR	(میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)
	۰/۱۷۴	۰/۷۶۰	ارزش p	
P=۰/۰۳۵	۴۱۰/۸۳ ± ۳۲/۳۵	۳۰ ± ۲۰ ۳۲۰/۶۶	تمرین با BFR	توان
	۳۵۸/۶۶ ± ۲۸/۲۰	± ۳۴/۵۶ ۳۳۰/۱۶	تمرین بدون BFR	بی‌هوازی (وات)
	۰/۰۰۱	۰/۱۷۲	ارزش p	



**بحث و نتیجه گیری**

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر دو هفته تمرین تناوبی با و بدون BFR بر شاخص‌های رشدی GH، IGF-1 و لاکتات نوجوانان فوتبالیست با یک سال سابقه تمرینی فوتبال بود. نتایج تحقیق نشان داد دو هفته تمرین تناوبی با BFR در پسران نوجوان فعالیست باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های GH، لاکتات خون در مقایسه با گروه بدون BFR شده است. همچنین دو هفته تمرین تناوبی با و بدون BFR روی شاخص IGF-1 سرمی تأثیری نداشته است. در این تحقیق اصلی ترین دلیل افزایش میزان ترشح GH، به افزایش لاکتات نسبت داده شده است. افزایش لاکتات که در نتیجه شدت بالای تمرینی یا افزایش متابولیت‌های ناشی از BFR رخ می‌دهد گزارش شده است که می‌تواند ترشح GH را از هیپوفیز قدامی تحریک کند (۵). نیتریک اکسید نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های درون سلولی و بین سلولی نقش مهمی در کنترل رها سازی هورمون رشد از محور هیپوتالاموس-هیپوفیز دارد و گزارش شده است در تمرینات با BFR به دلیل شرایط هیپوکسی ایجاد شده در عروق خونی مقادیر آن از سلول‌های اندوتلیال افزایش می‌یابد (۱۸). همچنین یکی از دلایل افزایش ترشح GH پس از تمرینات با شدت متوسط و زیاد افزایش فعالیت دستگاه عصبی

سمپاتیک عنوان شده است. افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک سبب ترشح اپی نفرین، نوراپی نفرین و تحریک فعالیت نورون-های مرکزی آدرنژیک شده که در پی آن میزان ترشح GH افزایش می‌یابد (۱۹). هورمون رشد در گروه با BFR را می‌توان به شرایط هایپوکسی نسبت داد که موجب تجمع متابولیت‌ها و در نتیجه افزایش غلظت GH به مقدار زیادتری در مقایسه با تمرینات بدون BFR می‌شود (۲۰، ۲۱). با این حال، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تاکانو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰)، امانی شلمزاری و همکاران (۱۵) و وکیلی و همکاران (۵) همسو نبود. چنین به نظر می‌رسد که پاسخ هورمونی و سازش پذیری با آن حد بسیار زیادی وابسته به نوع برنامه تمرین است که آن هم متأثر از متغیرهای بار تمرین، تعداد دوره‌ها، تعداد تکرارها، مقدار استراحت بین دوره‌ها، حجم عضلات درگیر و فراوانی تعداد جلسات در هفته است. این امر بیانگر آن است که هورمون رشد به شدت و حجم تمرین و به نوع فعالیت انقباضی و میزان فراخوانی واحدهای حرکتی نیز بستگی دارد (۲۲). بعلاوه آزمودنی‌های شرکت کننده در تحقیق وکیلی و همکاران (۲۰۲۰) سنگ‌نوردان نخبه و در تحقیق امانی و شلمزاری (۲۰۱۹) فوتبالیست‌های فعالی بودند و نتایج تحقیقات نشان داده است که در افراد ورزیده میزان

<sup>1</sup> Takano et al.

همچنین عدم تغییر معنی داری غلظت IGF-1 بر اثر تمرین در این تحقیق با نتایج تحقیقات و کیلی و همکاران (۲۰۲۲، ۲۰۲۰) همسو بوده (۵، ۱۹) و با نتایج تحقیقات چن و همکاران (۲۰۲۲) ناهمسو بود (۲۶). علت عدم همسویی تحقیق چن با نتایج تحقیق حاضر را می توان در به سابقه تمرینی آزمودنی ها و شدت و مدت تمرینات در گروه های تمرینی نسبت داد.

در توضیح نتایج حاصل از این پژوهش ها باید اذعان کرد، علی رغم علل عمومی اثرگذار در کاهش و یا عدم تغییر سطوح استراحتی این هورمون ها متعاقب دوره تمرینی (افزایش حجم پلاسما و گسترش آبرسانی و افزایش حساسیت هورمونی و در نتیجه کاهش پاسخ هورمونی به آن) باید خاطر نشان کرد که سازش پذیری با تمرین باعث افزایش میزان انتقال دهنده های GH و IGF-1 می شود (GHBP<sup>۱</sup> و IGFBP<sup>۲</sup>). GHBP بر عملکرد این هورمون ها اثرگذارند. به گونه ای که از یک طرف باعث افزایش نیمه عمر GH و IGF-1 در خون شده و از طرف دیگر منجر به کاهش IGF-1 و GH آزاد می گردند (۲۷، ۲۸)؛ بنابراین GHBP و IGFBP<sup>۲</sup> می تواند نقش مؤثری در تنظیم مقدار هورمون رشد و عامل رشد شبه انسولینی در طول شبانه روز داشته باشد.

تغییرات مقادیر GH در مقایسه با افراد مبتدی و غیرفعال اندک می باشد (۵، ۱۵). البته BFR به تنهایی باعث افزایش هورمون رشد در پسران نوجوان نمی شود بلکه برای افزایش ترشح این هورمون نیاز به تمرین است. افزایش بیشتر این هورمون طی تمرینات BFR ممکن است مربوط به آوران-هایی باشد که از تارهای تند انقباض عضله اسکلتی سرچشمه گرفته اند (۲۳). هم چنین تمریناتی که باعث ایجاد نیازهای بی هوازی بیشتری شود، ممکن است ترشح GH را به نسبت بیشتری تحریک کند (۲۱). به عبارتی می توان گفت BFR باعث کاهش اکسیژن شده و در نهایت افزایش تشکیل لاکتات را به دنبال دارد. لاکتات در محل عضله مورد نظر تجمع می یابد و BFR از انتقال لاکتات به کبد و دیگر بافت ها جلوگیری می کند، در نتیجه تجمع لاکتات ممکن است باعث افزایش ترشح GH شود (۱۴، ۲۴). به طور کلی نتایج تحقیقات حاکی از آن است که تمرینات کم شدت به همراه BFR به اندازه تمرینات با شدت زیاد باعث افزایش GH می شود، نتایج نشان می دهد تمرین با شدت بالا GH را افزایش می دهد (۲۵). محرک برای پاسخ هورمونی از طریق باز خورد آوران می باشد به نحوی که استرس مکانیکی نسبتاً کم با پاسخ هورمونی کمتر همراه است (۲۴).

<sup>2</sup> Insulin like Growth Factor Binding Protein Somatostatin

<sup>1</sup> growth hormone Binding Protein

آزمون رست را اجرا کردند و با توجه به افزایش عملکرد بی‌هوازی آزمودنی‌های گروه تمرینی با BFR در این تحقیق افزایش مقادیر لاکتات در شدت‌های بالاتر اجرای این آزمون‌ها محتمل به نظر می‌رسد. براساس نتایج تحقیق حاضر، تغییر سطوح هورمون GH و لاکتات با محدودیت جریان خون که افزایش بهتری داشت، پیشنهاد می‌شود که برای ایجاد تغییر در مقدار غلظت هورمون رشد از تمرین تناوبی با BFR استفاده شود. با توجه به اینکه برنامه تمرینی ارائه شده روشی ساده و کاربردی برای افراد نوجوان و فعال جهت افزایش هورمون رشد و لاکتات می‌باشد، و نظر به ثابت بودن مقادیر IGF-1 در این تحقیق پیشنهاد می‌شود که در تحقیقی دیگر در مدت‌زمان طولانی‌تر مثل چهار هفته اثر تمرینات با BFR روی شاخص‌های فوق بررسی گردد.

### تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر حاصل پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشد از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

با این حال برخی مطالعات افزایش معنی‌داری غلظت IGF-1 پس از تمرین با محدودیت جریان گزارش کردند (۲۹). در تبیین اختلافات مشاهده‌شده بین مطالعات پیشین با مطالعه حاضر به نظر می‌رسد با توجه به اینکه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش نوجوانان فعال بوده‌اند که به‌مراتب نسبت به افراد بزرگ‌سال فعال‌تر و چالاک‌تر هستند، شاید یکی از علل عدم‌تغییر معنادار سطوح استراحتی IGF-1 پس از طی این دوره تمرینی در این افراد، با توجه به این فرضیه که تأثیر فعالیت ورزشی بر ترشح هورمون افراد با سطح فعال بدنی نسبت معکوس دارد معنا شود و این توجیهی بر عدم‌تغییر سطوح استراحتی IGF-1 این آزمودنی‌ها باشد.

در تحقیق حاضر، بین سطح سرمی لاکتات و GH در گروه تمرین تناوبی با BFR در مقایسه با تمرین بدون BFR اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. افزایش مقادیر لاکتات در این تحقیق مغایر با تحقیقات امانی شلمزاری و همکاران (۲۰۱۹) و وکیلی و همکاران (۲۰۲۰) بود (۵، ۱۵). از دلایل عدم همسویی نتایج این تحقیق با تحقیقات فوق می‌توان به سنجش لاکتات بعد از آزمون‌های یکسان در این تحقیقات اشاره کرد درحالی‌که آزمودنی‌های تحقیق حاضر قبل از سنجش لاکتات

## منابع

1. Harris, J.R., et al., Diseases of the Breast. 2012: Lippincott Williams & Wilkins.
2. Corneli, G., et al., Cut-off limits of the GH response to GHRH plus arginine test and IGF-I levels for the diagnosis of GH deficiency in late adolescents and young adults. *European Journal of Endocrinology*, 2007. 157(6): p. 701-708.
3. Behzadnezhad, N., et al., The Effect of Eight Months of Resistive Training on Growth hormone, Insulin-Like Growth Factor1 and Insulin-like Growth Factor Binding Protein3 Plasma Levels in Patients with Severe Burns. *Journal of Isfahan Medical School*, 2014. 32(279): p. 388-407.
4. Kim, E., et al., 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): p. 91.
5. Vakili, J., The comparing effects of four-week rock climbing with or without blood flow restriction on vascular endothelial growth factor and Growth Hormone in elite climbers. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*, 2020. 42(3): p. 237-244.
6. Teixeira, E.L., et al., Blood flow restriction increases metabolic stress but decreases muscle activation during high-load resistance exercise. *Muscle & Nerve*, 2018. 57(1): p. 107-111.
7. Taylor, C.W., S.A. Ingham, and R.A. Ferguson, Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. *Experimental physiology*, 2016. 101(1): p. 143-154.
8. Kawada, S. and N. Ishii, Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2005. 37(7): p. 1144-1150.
9. Karabulut, M., et al., Overview of neuromuscular adaptations of skeletal muscle to KAATSU Training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2007. 3(1): p. 1-9.
10. Liu, T.-C., C.-H. Kuo, and P.S. Wang, Exercise and testosterone. *調適醫學*, 2009. 1(1): p. 26-31.
11. Madarame, H., K. Sasaki, and N. Ishii, Endocrine responses to upper-and lower-limb resistance exercises with blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 2010. 97(2): p. 192-200.
12. Neto, G.R., et al., Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics: a systematic review. *Clinical physiology and functional imaging*, 2017. 37(6): p. 567-574.
13. Shimizu, R., et al., Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *European journal of applied physiology*, 2016. 116: p. 749-757.
14. Pakzad Hassanlou, F., J. Vakili, and S. Nikokheslat, A New Exercise Training Methods for Untrained Middle-Age Males: Comparison of Effectiveness Resistance Training with Blood Restriction Cuffs vs Traditional Resistance Training. *Journal of Advanced Sport Technology*, 2020. 4(2): p. 1-10.
15. Amani-Shalamzari, S., et al., Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. *Frontiers in physiology*, 2019. 10: p. 614.

16. Basereh, A., et al., Effect of blood flow restriction deal during isometric exercise on growth hormone and testosterone active males. *Sport Physiology*, 2017. 9(33): p. 51-68.
17. Ishii, N., et al., Rapid increase in plasma growth hormone after. *Journal of Applied Physiology*, 2000. 88(6): p. 2097-2106.
18. Godfrey, R.J., Z. Madgwick, and G.P. Whyte, The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports medicine*, 2003. 33: p. 599-613.
19. Vakili, J., R. Amirsasan, and P. Sanei, Effects of 4 weeks resistance training with and without blood flow restriction on GH, IGF-1, NO and Lactate in male rock climbers. *Journal of Sport Biosciences*, 2022. 14(1): p. 33-48.
20. 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.
21. Takano, H., 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: p. 65-73.
22. Kraemer, W.J., et al., The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1998. 78: p. 69-76.
23. Iida, H., et al., Hemodynamic and autonomic nervous responses to the restriction of femoral blood flow by KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2005. 1(2): p. 57-64.
24. Ahtiainen, J.P., et al., Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises. *International journal of sports medicine*, 2003. 24(06): p. 410-418.
25. Wideman, L., et al., Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise: recent findings. *Sports medicine*, 2002. 32: p. 987-1004.
26. Chen, Y., et al., Acute effects of low load resistance training with blood flow restriction on serum growth hormone, insulin-like growth factor-1, and testosterone in patients with mild to moderate unilateral knee osteoarthritis. *Heliyon*, 2022. 8(10): p. e11051.
27. Cuneo, R.C., et al., Growth hormone treatment in growth hormone-deficient adults. II. Effects on exercise performance. *Journal of applied physiology*, 1991. 70(2): p. 695-700.
28. 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.
29. 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.



**Metabolism and Exercise**  
**A biannual journal**

**Vol 12, Number 2, 2023**



## **The effect of two weeks of intermittent training with and without blood flow restriction on some anabolic indices (GH, IGF-1, LA) in amateur adolescent football players**

Javad Vakili J<sup>1\*</sup>, Nikookheslat S<sup>2</sup>, Akbari M<sup>3</sup>, Tanhaei M<sup>4</sup>

Received: 13/03/2023

Accepted: 28/03/2023

Published: 24/06/2023

### **Abstract**

**Objective:** Training with blood flow restriction likely have a profound effect on growth related hormonal indices. The purpose of this study was to determine the effect of two weeks intermittent training with and without blood flow restriction on serum levels of growth hormone, IGF-1 and Lactate in amateur adolescent football players.

**Methodology:** Therefor 24 amateur adolescent football players with age of  $17/79 \pm 0/79$  years-old, height of  $175/41 \pm 3/37$  cm and weight of  $69/12 \pm 4/49$  kg were voluntarily selected and divided based on VO<sub>2</sub>max into two groups of control and experimental groups. The training protocol was performed in treadmill with intensity of 60-75% MHR, four sessions per week, in 400 meters, three sets in first week and four sets in second week. Recovery intervals was 60-80 seconds between exercise intervals. The thigh cuff pressure was set between 140 and 180 mmHg. Blood samples were gathered in two phases before of training protocol and 48h after last session of training for analyses of serum GH, IGF-1 levels and lactate immediately after the RAST anaerobic test. Independent and dependent T-test was used for data analyzing and significant level was set at  $p < 0/05$ .

**Results:** There was a significant increase in serum GH ( $p = 0/016$ ) and lactate ( $p = 0/000$ ) in BFR group. But there wasn't any difference between two group in serum IGF-1 after BFR and nonBFR training ( $P > 0/05$ ).

**Conclusion:** it is concluded that intermittent trainings with BFR probably be more effective in enhancing adolescent's growth indicators than intermittent training.

**Keywords:** Blood Flow Restriction, Growth Hormone, IGF-1, Interval training, amateur adolescent football players

1. Sports Physiology, Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. Department of exercise physiology, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. physical education office, Tabriz university of medicine sciences. Tabriz, Iran.
4. Department of exercise physiology, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: vakili.tu@gmail.com

