مقایسهٔ اثر یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال با و بدون محدودیت جریان خون بر فعال‌سازی عوامل آنژیوژنیک و آنژیواستاتیک در مردان فعال

فرشته شهیدی[۱]، اعظم احمدی[۲*]

۱. استادیار، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی

۲. دانشجوی دکتری، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت‌دبیر شهید رجایی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۴/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۲ شماره صفحات: **۳۵ تا ۴۳**

چکیده

هدف این پژوهش، مقایسهٔ تأثیر یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال همراه با و بدون محدودیت جریان خون (BFR) بر فعال‌سازی عوامل آنژیوژنیک و آنژیواستاتیک مردان فعال بود. ۱۲ نفر دانشجوی تربیت بدنی، که ویژگی‌های شرکت در پژوهش را داشتند، به‌صورت هدفمند انتخاب و به دو گروه تمرین تخصصی فوتسال همراه با محدودیت جریان خون (سن ۱/۱۷±۲۴/۱۶ سال و کیلوگرم بر متر مربع BMI:۲۲/۴۸±۲/۲۵) و تمرین بدون محدودیت جریان خون (سن ۱/۸۳±۲۳/۷۶ سال و کیلوگرم بر متر مربع BMI:۲۱/۸۷±۱/۸۳) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در هر دو گروه، تمرین سه در برابر سه را، که یک تمرین تخصصی در رشتهٔ فوتسال است، به‌صورت شش تکرار دودقیقه‌ای انجام دادند. بین هر تکرار یک دقیقه استراحت اعمال شد. در گروه تمرین با محدودیت جریان خون، فشار کاف ۱۱۰ درصد فشار خون سیستولیک روی ناحیهٔ فوقانی هر دو ران در نظر گرفته شد. از همهٔ آزمودنی‌ها قبل و بلافاصله بعد از انجام پروتکل، نمونهٔ خونی به‌منظور اندازه‌گیری مقادیر VEGF و اندوستاتین و نسبت این دو فاکتور به هم گرفته شد. همچنین، روش الایزا برای اندازه‌گیری متغیرها مورد استفاده قرار گرفت. از آزمون‌های تی مستقل و وابسته در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ برای تعیین تفاوت بین‌گروهی و درون‌گروهی استفاده شد. نتایج آزمون‌ها تفاوت معنی‌داری را برای هیچ‌کدام از متغیرها بین دو گروه نشان نداد. بااین‌حال، مقادیر VEGF به‌طور معنی‌داری در هر دو گروه کاهش یافت (P=۰/۰۰۲) و همچنین، مقدار اندوستاتین در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد (گروه تمرین با BFR: P=۰/۰۰۳، گروه تمرین: P=۰/۰۰۵). نسبت VEGF به اندوستاتین در گروه تمرین با BFR به‌طور معنی‌داری تغییر کرد (P=۰/۰۰۲)، اما تغییر آن در گروه تمرین معنی‌دار نبود (P=۰/۰۰۶). این نتایج در حالی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌دار لاکتات نشان‌دهندهٔ شدت بیشتر برای گروه تمرین با محدودیت جریان خون (P=۰/۰۰۳) بود. نتایج این پژوهش نشان داد که یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال با محدویت جریان خون سطح سرمی VEGF را کاهش می‌دهد و همانند بسیاری از مطالعات، سطح اندوستاتین را افزایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: تمرین تخصصی فوتسال، BFR، آنژیوژنز، عوامل آنژیواستاتیکی، مردان فعال.

Comparing professional futsal practice sessions with and without blood restriction on angiogenesis and angiostatin stimulation in active young men

Shahidi, F[1]., Ahmadi, A[2].

1. Assistant Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Iran
2. PhD Student, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Iran

Abstrac

The aim of this study was comparing professional futsal practice sessions with and without blood flow restriction on angiogenesis and angiostatin stimulation in active young men. Among physical education students, 12 volunteer selected and randomly divided into two groups of exercise with and without blood restriction. All of the subjects did the 3 vs. 3 professional futsal practice in 6 repetition of two minutes. One minute determined as resting time between the repetitions. In exercise group with blood restriction, a cuff on the thighs with pressure of 140 Mm Hg were applied. The blood samples were collected before and after the exercise sessions to determine the ratio and values of VEGF and endostatin concentration. Elisa method was used to measure the variables. To determine within and between group differences, Paired T test and Independent T test were used respectively at significance level of 0.05. The results showed no significant differences for the measured variables between the groups. However, VEGF significantly decreased in the two groups after exercise session (P=0.002). The ratio of VEGF to endostatin significantly increased in exercise with blood flow restriction group (P=0.002), but not in the Exercise group (P=0.006). Interestingly, the endostatin concentration increased significantly after the trial (BFR: P=0.003, NONBFR: P=0.005). Blood lactate was significantly higher in exercise group with blood restriction(P=0.003). In conclusion, a professional futsal practice session can decrease blood level of VEGF and increase its endostatin.

Keywords: Professional Futsal Practice, Blood Flow Restriction, Angiogenesis, Angeostatics, Active Young Men.

*.Ahmadi.azam@gmail.com

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]

[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

مقدمه

برآورده‌کردن نیازهای فیزیولوژیک ورزش‌های رقابتی یکی از دغدغه‌های مربیان، بازیکنان و دانشمندان علوم ورزشی است تا در تمرین‌ها به‌کار گرفته شود (۱). در میان ورزش‌های رقابتی، فوتسال ورزشی تناوبی با شدت بالاست (۲،۱) که از توالی حرکت‌هایی با بیشترین سرعت در فضایی خیلی کوچک همراه با تغییر جهت‌ها و استراحت فعال و ناکافی بین آنها شکل گرفته است (۳). به نظر می‌رسد برای بازیابی بهتر انرژی و بازتولید ATP بین حرکات سریع این ورزش، توان و ظرفیت هوازی مناسب لازم است (۴). در تأیید این موضوع، VO2MAX بین ۵۰ تا ۵۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه، برای ورزشکاران حرفه‌ای فوتسال توصیه شده است (۳). بر همین اساس، و به‌منظور بهبود دستگاه هوازی که توانایی تکرار حرکت‌هایی سریع را در این ورزش بهبود می‌بخشد، راهکارهای مختلفی از جمله الگوهای گوناگون تمرین هایپوکسی استفاده می‌شود (۵). تمرین‌های محدودیت جریان خون (BFR*) یکی از روش‌هایی است که برای بهبود ظرفیت هوازی به کار رفته است (۶). این نوع تمرین‌ها، در ترکیب با تمرین‌های ورزشی، فشارهای متابولیکی شدیدتری ایجاد می‌کنند (۷،۸). یکی از سازوکارهای اثربخشی این تمرین بر ظرفیت هوازی، این است که BFR با کاهش جریان خون و در نتیجه کاهش اکسیژن در دسترس، به‌صورت موقت، مسیرهای آنژیوژنز را به راه می‌اندازد و چگالی مویرگی را افزایش می‌دهد (۹). BFR از طریق ایجاد هایپوکسی و افزایش غلظت عوامل رشد رگی، مثل فاکتور رشد مشتق از اندوتلیال (VEGF)، که یکی از مهم‌ترین عوامل پیش‌رگ‌زایی است، افزایش رگ‌زایی را در پی می‌آورد (۸،۱۰). در همین زمینه، گزارش شده است که تکرار تمرین شدید سرعتی ۳۰ ثانیه‌ای روی دوچرخه در ترکیب با BFR، VEGF را افزایش می‌دهد؛ بااین‌حال، تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل، که بدون BFR تمرین کرده بودند، مشاهده نشد (۸). آنژیوژنز که یکی از عوامل افزایش ظرفیت هوازی است فرآیندی پیچیده است که به‌وسیلهٔ تعادل بین فاکتورهای رگ‌زایی و آنژیواستاتیک تنظیم می‌شود (۱۱). تعادل و نسبتی که بین فاکتورهای آنژیوژنز و آنژیواستاتیک، مثل VEGF و اندوستاتین، در وضعیت طبیعی وجود دارد، در اثر عواملی مثل بیماری و فعالیت بدنی تغییر می‌کند. در اثر فعالیت شدید، این تعادل به‌سمت سنگین شدن فاکتورهای آنژیواستاتیک می‌رود (۱۲). در همین زمینه، افزایش سطوح اندواستاتین (مهارکنندهٔ مسیر VEGF) به‌دنبال ورزش شدید گزارش شده است (۱۱،۱۳). در پژوهشی دیگر، سطح اندوستاتین پلاسما چندین ساعت پس از ۱۰ دقیقه فعالیت روی نوارگردان افزایش معناداری نشان داد. هرچند، بعد از دوره‌های طولانی تمرین مقدار اندوستاتین کاهش یافت (۱۴).

اندوستاتین که یک پروتئوگلیکان سولفات هپارین و از اجزای اپی‌تلیال و غشای پایهٔ اندوتلیال است، عمل خود را از طریق مهار تکثیر و مهاجرت و به‌هم‌چسبیدن سلول‌های اندوتلیال و تشکیل توبول اعمال می‌کند و به کاهش آنژیوژنز منجر می‌شود (۱۵). گفته شده است که این عامل یکی از مهارکننده‌های آتروسکلروز است (۱۵). پژوهش‌هایی که به بررسی اثر ورزش بر VEGF و اندوستاتین پرداخته‌اند، فقط به گزارش هر فاکتور به طور جداگانه پرداخته‌اند. از طرفی، نسبت VEGF به اندوستاتین بیشتر افراد بیمار (مثل بیمار سرطانی)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

بررسی شده و تأثیر ورزش بر این نسبت مطالعه نشده است. تنها در یک پژوهش تأثیر یک جلسه دویدن وامانده‌ساز بر نسبت VEGF به اندوستاتین دیده شد که این نسبت در این پژوهش کاهش یافت (۱۶).

هر چند پژوهش های اولیه دربارهٔ BFR، بیشتر تمرین‌های قدرتی را بررسی کرده‌اند و شدت این نوع تمرین در ابتدا کم بودن و با احتیاط بیشتری اجرا می‌شد (۱۰،۱۷،۱۸)، در سال‌های اخیر، این روش با تمرینات تناوبی و سرعتی شدید نیز در کانون توجه قرار گرفته است (۱۹). پژوهش‌هایی که اثر ترکیب ورزش و BFR را با استفاده از تمرین‌های مختلف مثل دویدن و رکاب‌زدن روی دوچرخه با شدت‌های متفاوت بررسی کرده‌اند رو به افزایش هستند (۹)، اما استفاده از BFR در رشته‌های ورزشی و با تمرکز بر الگوی ورزشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، هرچند به‌تازگی در رشته‌ای مثل شنا (۲۰) استفاده شده است. به نظر می‌رسد، طراحی تمرینی شبیه ورزش مورد نظر با فشار فیزیولوژیک مشابه، علاوه‌بر ارتقای آمادگی جسمانی و بهبود در تکنیک، لذت از تمرین را در این‌گونه ورزش‌ها به دنبال خواهد داشت. در ورزشی مثل فوتسال، انجام بازی در ابعاد کوچک، که تمرین ویژه برای رشتهٔ فوتسال است، همراه با BFR از طریق القای فشارهای متابولیکی بیشترِ اثر تمرین را در ورزشکاران این رشته افزایش می‌دهد و در مدت کوتاه‌تر دست‌یابی به اهداف تمرینی را میسر می‌سازد. طبق اصل ویژگی، بر آن هستیم تا تأثیر یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال را، با و بدون محدودیت جریان خون، بر فعال‌سازی عوامل آنژیوژنیک و آنژیواستاتیک در مردان فعال بررسی کنیم.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. نمونهٔ این پژوهش را دوازده نفر از مردان فعال از بین دانشجویان پسر رشتهٔ تربیت بدنی دانشگاه خوارزمی تشکیل دادند که به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند (مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است). همهٔ آزمودنی‌ها به‌وسیله پرسش‌نامه، از نظر نداشتن بیماری‌های متابولیکی و اسکلتی و استفاده‌نکردن از مکمل، استروئیدهای آنابولیک و داروهای محرک (الکل و...)، در زمان انجام پروتکل پژوهش، کنترل شدند. سپس، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامهٔ شرکت در پژوهش را پیش از انجام فعالیت و با توجه به آگاهی از روند پژوهش و مزایا و معایب روش تمرین BFR تکمیل کردند. ضمناً، این حق به آنها داده شده بود که در هر مرحله از پژوهش، در صورت بی‌علاقگی و یا مشکلات دیگر، می‌توانند از ادامهٔ همکاری انصراف دهند. ازآنجاکه تمام آزمودنی‌ها از غذای سلف سرویس دانشگاه استفاده می‌کردند، لذا برنامهٔ غذایی آنها قبل از اجرای فعالیت مشابه بود. با توجه به اینکه پژوهش در طول ترم آموزشی انجام شد، آزمودنی‌ها تقریباً از لحاظ فعالیت هم مشابه بودند، ولی باز عدم کنترل دقیق تغذیه و فعالیت از محدودیت‌های پژوهش بود. در نهایت، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه شش نفره، تمرین با و بدون محدودیت جریان خون قرار گرفتند (۲۳-۱۰،۲۱). قبل از انجام پروتکل پژوهش یک جلسه جهت آشنایی با نحوهٔ کار دستگاه محدودکنندهٔ جریان خون، از قبیل چگونگی قراردادن کاف روی پا، تنظیم باد آن، مدت استراحت، نحوهٔ بازی در ابعاد کوچک و...، تشکیل شد و توضیحات لازم دربارهٔ همهٔ مراحل

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

پژوهش به افراد داده شد. آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام پروتکل پژوهش، در فاصلهٔ زمانی ۷:۳۰ تا ۸ صبح به‌صورت ناشتا به‌منظور انجام خون‌گیری به کلینیک دانشگاه مراجعه کردند. برای ارزیابی پاسخ حاد،VEGF و اندوستاتین به یک جلسه فعالیت، بلافاصله بعد از انجام پروتکل پژوهش خون‌گیری انجام شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های پلاستیکی (لولهٔ فالکون) قرار داده شد و سپس، در دستگاه سانتریفیوژ مدل SIGMA 3-30K ساخت آلمان با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت. سرم خونِ جداشده در میکروتیوپ ریخته شد و در فریزر منفی ۷۰ درجه تا زمان اندازه‌گیری در آزمایشگاه نگه‌داری شد. VEGF با استفاده از کیت (HUMAN VEGF ELISA KIT(IBL ساخت کشور آلمان با کد IBL و اندوستاتین با استفاده از کیت (HUMAN ENDOS TATIN, ES ELISA KIT(IBL ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. برای ثبت شدت فعالیت، میزان لاکتات آزمودنی‌ها قبل و بعد از فعالیت با استفاده از لاکتومترSCOUT ساخت آلمان ثبت شد (نمودار ۱). پیش از انجام پروتکل پژوهش، فشار خون آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فشار خون الکترونیکی Phollenex و بعد از ۱۰ دقیقه استراحت به‌صورت نشسته روی صندلی ثبت شد. اندازه‌گیری آنتروپومتری مثل قد (با استفاده از قدسنج آلمانی سکا مدل ۲۰۷) به سانتی‌متر و وزن (با استفاده از ترازوی آلمانی سکا مدل ۲۰۷ با کمترین لباس) به کیلوگرم اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ترکیب بدنی نیز با استفاده از دستگاه ترکیب بدنی کره‌ای CONTACT انجام شد.

جدول۱. مشخصات پیکرسنجی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	درصد چربی
گروه تمرین+BFR	۲۴/۱۶±۱/۱۷	۶۷/۸۳±۵/۲۷	۱/۷۳±۰/۰۳	۲۲/۴۸±۲/۲۵	۱۲/۷۳±۱/۷۵
گروه تمرین	۲۳/۷۶±۱/۸۳	۶۷/۱۶±۸/۵۷	۱/۷۵±۰/۰۶	۲۱/۸۷±۱/۸۳	۱۲/۹۰±۲/۵۳

پروتکل فعالیت: آزمودنی‌ها، پیش از انجام پروتکل، به مدت ۱۰ دقیقه با دویدن نرم و حرکت با توپ، بدن خود را گرم کردند. پروتکل پژوهش شامل بازی ۳، در مقابل ۳ که با نام SMALL SIDED GAME نیز شناخته می شود (۲۴) در یک نیمهٔ زمین صورت گرفت که در یک گروه همراه با محدودیت جریان خون و در گروه دیگر بدون محدودیت جریان خون انجام شد.

پروتکل ایجاد محدودیت جریان خون: به‌وسیلهٔ کاف محدودکنندهٔ جریان خون (۹) ساخت شرکت قامت‌پویان ایران انجام شد که دارای عرض ۱۳/۵۰ سانتی‌متر و طول ۱۲۵ سانتی‌متر بود. پروتکل فعالیت و محدودیت جریان خون در جدول ۲ آمده است. طرح این پژوهش در کمیتهٔ اخلاق پژوهش در پژوهشگاه علوم ورزشی بررسی شد و با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1396.187 تأیید شد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

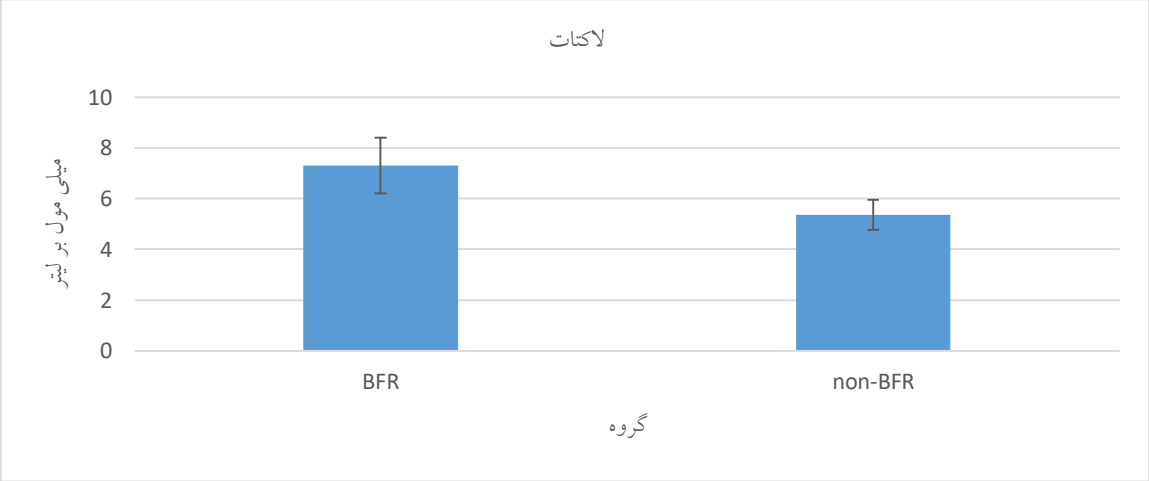
جدول۲. پروتکل پژوهش

تمرین	مدت زمان تمرین	تعداد تکرار	فشار کاف برای گروه تمرین+ BFR	مدت استراحت بین تکرارها
۳ ۷ ۳ تمرین SMALL SIDED GAIM	۲ دقیقه	۶	۱۱۰ درصد فشار خون سیستولیک در موقعیت استراحت	۱ دقیقه

همهٔ داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخهٔ ۲۰ تجزیه و تحلیل شد. از آزمون آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها، و برای مشخص‌کردن نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. به‌منظور اطمینان از همگن‌بودن گروه‌ها، آزمون لون به‌کار گرفته شد. برای تعیین تفاوت بین‌گروهی از آزمون تی مستقل و برای تفاوت‌های درون‌گروهی از تی وابسته استفاده شد. سطح معناداری $P\leq0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تحلیل آماری یافته‌ها نشان داد که بلافاصله پس از یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال، مقادیر VEGF و نسبت VEGF به اندوستاتین در هر دو گروه تمرین، با BFR و تمرین بدون BFR، کاهش معنی‌داری ($P\leq0/05$) یافت. در مقادیر اندوستاتین در هر دو گروه نیز افزایش معنی‌داری مشاهده شد. تغییرات بین‌گروهی قبل و بعد از تمرین در مقادیر VEGF و اندوستاتین و نیز نسبت VEGF به اندوستاتین معنی‌دار نبود.



نمودار۱. میانگین ± انحراف استاندارد لاکتات بلافاصله بعد از یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

جدول ۳. میانگین و انحراف‌استاندارد فاکتور VEGF، اندوستاتین و نسبت VEGF به اندوستاتین قبل و بعد از تمرین

متغیر	گروه	انحراف‌استاندارد±میانگین		درون‌گروهی	بین‌گروهی
		قبل از تمرین	بعد از تمرین	سطح معنی‌داری	سطح معنی‌داری
VEGF (pg/ml)	BFR	۶۵/۱۱±۲۰/۱۱	۹/۸۳±۳/۷۱	۰/۰۰۲	۰/۷۸۹
	NO BFR	۶۱/۴۵±۲۵/۷۹	۱۰/۱۵±۵/۱۳	۰/۰۰۲	۰/۹۰۵
اندوستاتین Ng/ml	BFR	۲۰۰/۵۸±۴۳/۸۲	۲۶۲/۰۱±۶۵/۵۵	۰/۰۰۳	۰/۶۲۹
	NO BFR	۱۸۶/۶۸±۵۲/۳۵	۲۷۹/۵۸±۷۸/۱۳	۰/۰۰۵	۰/۶۸۲
نسبت VEGF به اندوستاتین	BFR	۰/۳۳±۰/۱۱	۰/۰۴±۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۷۶۳
	NO BFR	۰/۳۶±۰/۱۹	۰/۰۴±۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۹۶۹

بحث

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر یک جلسه تمرین تخصصی فوتسال، با و بدون محدودیت جریان خون، بر یکی از عوامل آنژیوژنز و آنژیواستاتیکی و نسبت این دو عامل به هم بود. با توجه به تفاوت معنی‌دار در مقادیر لاکتات بین دو گروه و بالابودن لاکتات گروه تمرین همراه با BFR، به نظر می‌رسد این تمرین‌ها شدت بیشتری نسبت به گروه بدون BFR اعمال کرده است؛ بنابراین، اثرگذاری شدت تمرین BFR از طریق لاکتات در این پژوهش کنترل شد. در اثر هایپوکسی، مقدار لاکتات افزایش می‌یابد که خود از عوامل افزایش VEGF در برخی ورزش‌ها تلقی می‌شود. کاهش مقدار VEGF سرمی بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی، که در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد، در بسیاری از پژوهش‌ها با پروتکل تمرین شدید گزارش شده است (۱۳،۱۶). پژوهش‌هایی نیز، برخلاف یافتهٔ این پژوهش، عدم تغییر یا افزایش سطوح سرمی VEGF را به دنبال اجرای پروتکل ورزشی گزارش کرده‌اند (۱۰،۲۵). به‌نظر می‌رسد کاهش VEGF به دنبال فعالیت شدید به دلیل افزایش بیان گیرندهٔ VEGF-R است که تا دوبرابر افزایش می‌یابد و باعث می‌شود VEGF با این گیرنده اتصال پیدا کند و مقدار تام آن بعد از ورزش کاهش یابد (۱۰).

در پژوهش حاضر، به دلیل محدودیت، مقدار گیرندهٔ VEGF اندازه‌گیری نشده است. وقتی VEGF به گیرندهٔ خود متصل می‌شود، آبشار سیگنالی به راه می‌اندازد که به بیان فاکتورهایی در هسته منجر می‌شود که در نهایت به تشکیل رگ جدید می‌انجامد (۲۶). همچنین، کاهش VEGF ممکن است ناشی از اتصال آن به پروتئین‌های دیگر از جمله سولفات هپارین (۲۷) و سلول‌های پیشرو اندوتلیال (۱۲)، باشد. هرچند باید این موضوع را نیز در نظر بگیریم که پاسخ حداکثری VEGF به فعالیت شدید، یک تا دو ساعت بعد از فعالیت مشاهده شده است که با یافتهٔ سوهر و همکاران (۲۰۰۷) که هیچ تغییری در مقادیر VEGF در زمان‌های مختلف بعد از ورزش مشاهده نکردند، تناقض دارد (۲۷) و ما به‌دلیل محدودیت، این اندازه‌گیری را انجام ندادیم. ازآنجاکه عواملی همچون تنش برشی، کشش بافت، افزایش متابولیسم و تغییر در سطوح اکسیژن محرک‌های فیزیولوژیکی تحریک رگ‌زایی هستند (۲۸) و با توجه به ماهیت پروتکل پژوهش حاضر که از

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

نوع تمرین تناوبی بود، که جریان خون زیاد و در نتیجه تنش برشی فراوانی را به‌دنبال دارد، به نظر می‌رسد تنش برشی نمی‌تواند یگانه عامل مهم برای ترشح VEGF باشد و امکان دارد که سطوح پایین VEGF در تمرین‌های شدید مثل تمرین پژوهش حاضر با به کارگیری نوع فیبرهای عضلانی مرتبط باشد. این نوع تمرین‌ها، تارهای نوع II را بیشتر به کار می‌گیرند که مقادیر VEGF کمتری را نسبت به فیبرهای نوع I ترشح می‌کنند (۲۹). شدت تمرین و نوع تمرین هم در پاسخ‌های آنژیوژنیک مؤثر است و شدت‌های پایین نمی‌تواند فاکتورهای رگ‌زایی را تحریک کند (۳۰،۳۱). و شاید، یکی از دلایل کاهش VEGF بلافاصله پس از فعالیت و نیز نبودن تفاوت معنی‌دار بین دو گروه با توجه به فعال‌بودن آزمودنی‌ها، شدت فعالیت باشد و برای ترشح VEGF فعالیت بیشتری نیاز است.

اندوستاتین که یک فاکتور آنژیوستاتیکی است و مانع فعالیت VEGF از طریق اتصال به این فاکتور می‌شود (۳۲)، بعد از فعالیت ورزشی شدید افزایش می‌یابد (۱۳) در پژوهش حاضر نیز افزایش معنی‌دار اندوستاتین بلافاصله بعد از فعالیت با و بدون محدودیت جریان خون مشاهده شد، ولی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری دیده نشد. در نتیجه، احتمال دارد کاهش VEGF ناشی از افزایش اندوستاتین باشد. افزایش اندوستاتین بلافاصله پس از ورزش در این پژوهش، با بسیاری پژوهش‌ها از جمله پژوهشی دربارهٔ دوندگان مسافت بلند و کوتاه (۱۵،۲۷–۱۲) هم‌سو بود. به نظر می‌رسد فعال‌شدن متالوپروتئینازها باعث ساخته‌شدن اندوستاتین از کلاژن XVIII در بافت‌های مختلف بدن می‌شود (۳۳). سطوح اندوستاتین به خیلی عوامل مثل جنسیت، سن، بیماری، سابقه و سطح آمادگی جسمانی بستگی دارد (۱۵). کاهش اندوستاتین نیز به دنبال ورزش طولانی‌مدت گزارش شده است (۱۴) که یافتهٔ این پژوهش با آن مغایرت دارد. نسبت VEGF به اندوستاتین کاهش معنی‌داری در هر دو گروه داشت و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. با توجه به اینکه نتوانستیم به‌طور دقیق بررسی کنیم که آیا کاهشVEGF در اثر افزایش گیرنده‌ها است یا در اثر ترشح‌نشدن این فاکتور، دربارهٔ نسبت بین این دو فاکتور نمی‌توان بحث کرد هر چند به نظر می‌رسد افزایش این نسبت در افراد سالم به‌نفع آنژیوژنز است که یکی از اهداف ورزش هم هست.

نتیجه‌گیری

در انتها به نظر می‌رسد با توجه به نتایج ضدونقیض پژوهش‌ها، انجام مطالعات بیشتری برای دست‌یافتن به اجماع عمومی دربارهٔ تأثیر یک جلسه فعالیت شدید بر VEGF و اندوستاتین ضرورت دارد.

تشکر و قدردانی

از آقایان دکتر حمید رجبی، دکتر صادق امانی، علی ساریخانی و همهٔ دانشجویانی که موقعیت انجام این پژوهش را فراهم آوردند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

منابع

1. Moore, R., Bullough, S., Goldsmith, S., Edmondson, L.A. (2014). Systematic review of futsal literature. American Journal of Sports Science and Medicine. 2(3):108-16.
2. Gorostiaga, E.M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Bonnabau, H., Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. European Journal of Applied Physiology. 106(4):483-91.
3. Leite, W.S. (2016). Physiological demands in football, futsal and beach soccer: A brief review. European Journal of Physical Education and Sport Science. 2(6):2-10
4. Nunes, R., Almeida, F., Santos, B., Almeida, F., Nogas, G., Elsangedy, H., Krinski, K., Silva, S. (2012). Comparação de indicadores físicos e fisiológicos entre atletas profissionais de futsal e futebol. Revista Motriz. 18(1):104-12.
5. Khaosanit, P., Hamlin, M.J., Graham, K.S., Boonrod, W. (2018). Acute effect of different normobaric hypoxic conditions on shuttle repeated sprint performance in futsal players. Journal of Physical Education and Sport.18(1): 210-6.
6. Abe, T., Fujita, S., Nakajima, T., Sakamaki, M., Ozaki, H., Ogasawara, R., Sugaya, M., Kudo, M., Kurano, M.,Yasuda, T., Sato, Y., Ohshima, H., Mukai, C., Ishii, N. (2010). Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO2max in young men. Journal of Sports Science & Medicine. 9(3):452-8.
7. Nagahisa, H., Mukai, K., Ohmura, H., Takahashi, T., Miyata, H. (2016). Effect of high-intensity training in normobaric hypoxia on Thoroughbred skeletal muscle. Oxidative medicine and cellular longevity. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. doi:10.1155/2016/1535367
8. Taylor, C.W., Ingham, S.A., Ferguson, R.A. (2016). Acute and chronic effect of sprint interval training combined with postexercise blood-flow restriction in trained individuals. Experimental Physiology. 101(1):143-54.
9. Pope, Z.K., Willardson, J.M., Schoenfeld, B.J. (2013). Exercise and blood flow restriction.The Journal of Strength & Conditioning Research. 27(10):2914-26.
10. Larkin, K.A., MacNeil, R.G., Dirain, M., Sandesara, B., Manini, T.M., Buford, T.W. (2012). Blood flow restriction enhances post–resistance exercise angiogenic gene expression. Medicine and Science in Sports and Exercise. 44(11):2077-83.
11. Olenich, S.A., Gutierrez-Reed, N., Audet, G.N., Olfert, I.M. (2013).Temporal response of positive and negative regulators in response to acute and chronic exercise training in mice. The Journal of Physiology. 591(20):5157-69.
12. Rullman, E., Rundqvist, H., Wågsäter, D., Fischer, H., Eriksson, P., Sundberg, C.J., Jansson, E., Gustafsson, T. (2007). A single bout of exercise activates matrix metalloproteinase in human skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 102: 2346-2351.
13. Gu, J.W., Gadonski, G., Wang, J., Makey, I., Adair, T.H. (2004). Exercise increases endostatin in circulation of healthy volunteers. BioMedCentral Physiology. 4(1):1-6
14. Suhr, F., Rosenwick, C., Vassiliadis, A., Bloch, W., Brixius, K. (2010). Regulation of extracellular matrix compounds involved in angiogenic processes in short-and long-track elite runners. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 20(3):441-8.
15. Sponder, M., Sepiol, K., Lankisch, S., Priglinger, M., Kampf. S., Litschauer, B., Fritzer-Szekeres, M., Strametz-Juranek, J. (2014). Endostatin and physical exercise in young female and male athletes and controls. International Journal of Sports Medicine. 35(13):1138-42.
16. Motahari Rad, M., Attarzadeh Hosseini, S.R. (2017). Response of vascular endothelial growth factor and endostatin to a session activity before and after a period of L-arginine supplementation in active men. Journal of Arak University of Medical Sciences. 20(2):78-88.
17. Fujita, S., Abe, T., Drummond, M.J., Cadenas, J.G., Dreyer, H.C., Sato. Y., Volpi E., Rasmussen, B.B. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. Journal of Applied Physiology. 103(3):903-10.
18. Burgomaster, K.A., Moore, D.R., Schofield, L.M., Phillips, S.M, Sale, D.G., Gibala, M.J. (2003). Resistance training with vascular occlusion: metabolic adaptations in human muscle. Medicine and Science in Sports and Exercise. 35(7):1203-8.
19. Scott, B.R., Loenneke, J.P., Slattery, K.M., Dascombe, B.J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. Journal of Science and Medicine in Sport. 19(5):360-7.
20. Dzelebdzic, U., Tammen, V. (2014). Effects of blood flow restriction via KAATSU AQUA on speed and endurance in young water polo players.1-19
21. Hoier, B., Nordsborg, N., Andersen, S., Jensen, L., Nybo, L., Bangsbo, J., Hellsten, Y. (2012). Pro-and anti-angiogenic factors in human skeletal muscle in response to acute exercise and training. The Journal of Physiology. 590(3):595-606.
22. Park, S., Kim, J.K., Choi, H.M., Kim, H.G., Beekley, M.D., Nho, H. (2010). Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. European Journal of Applied Physiology. 109(4):591-600.
23. Nakajima, T., Takano, H., Kurano, M., Iida, H., Kubota, N., Yasuda, T., Kato, M., Meguro, K., Sato, Y., Yamazaki, Y., Kawashima, S., Ohshima, H., Tachibana, S., Nagata, T., Abe, T., Ishii, N., Morita, T. (2007). Effects of KAATSU training on haemostasis in healthy subjects. International Journal of KAATSU Training Research. 3(1):11-20.
24. Hill-Haas S.V., Dawson, B., Impellizzeri, F.M., Coutts, A.J. (2011). Physiology of small-sided games training in football. Sports Medicine. 41(3):199-220.
25. Jensen, L., Pilegaard, H., Neufer, P.D., Hellsten, Y. (2004). Effect of acute exercise and exercise training on VEGF splice variants in human skeletal muscle. American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 287(2):397-402.
26. Hu, Y., Hu, M-m., Shi, G-l., Han, Y., Li, B-l. (2014). Imbalance between vascular endothelial growth factor and endostatin correlates with the prognosis of operable non-small cell lung cancer. European Journal of Surgical Oncology (EJSO). 40(9):1136-42.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]

27. Suhr, F., Brixius, K., de Marées. M., Bölck, B., Kleinöder, H., Achtzehn, S., Bloch, W., Mesterl, J. (2007). Effects of short-term vibration and hypoxia during high-intensity cycling exercise on circulating levels of angiogenic regulators in humans. Journal of Applied Physiology. 103(2):474-83.
28. Høier, B., Rufener, N., Bojsen-Møller, J., Bangsbo, J., Hellsten, Y. (2010). The effect of passive movement training on angiogenic factors and capillary growth in human skeletal muscle. The Journal of Physiology. 588(19):3833-45.
29. Hoier, B., Passos, M., Bangsbo, J., Hellsten, Y. (2013). Intense intermittent exercise provides weak stimulus for vascular endothelial growth factor secretion and capillary growth in skeletal muscle. Experimental Physiology. 98(2):585-97.
30. Jensen, L., Bangsbo, J., Hellsten, Y. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. The Journal of Physiology. 557(2):571-82.
31. Wahl, P., Jansen, F., Achtzehn, S., Schmitz, T., Bloch, W., Mester, J., Werner, N. (2014). Effects of high intensity training and high volume training on endothelial microparticles and angiogenic growth factors. PLoS One. 9(4):e96024.
32. O'Reilly, M.S., Boehm, T., Shing, Y., Fukai, N., Vasios, G., Lane, W.S., Flynn, E., Birkhead, J.R., Olsen, B.R., Folkman, J. (1997). Endostatin: an endogenous inhibitor of angiogenesis and tumor growth. Cell. 88(2):277-85.
33. Ferreras, M., Felbor, U., Lenhard, T., Olsen, B.R., Delaissé, J. (2000). Generation and degradation of human endostatin proteins by various proteinases. FEBS Letters. 486(3):247-51.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.4.6]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.35]