مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی دوازدهم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۴۱ ـ ۳۴ (اردیبهشت ۱۳۸۹)

مقاله‌ی پژوهشی

اثر چهار هفته تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه بر برخی عوامل فیزیولوژیک، هورمونی و متابولیک

بابک فرزاد[۱]، رضا قراخانلو[۱]، حمید آقاعلی نژاد[۱]، مرتضی بهرامی نژاد[۲]، مهدی بیاتی[۱]، فرهاد محرابیان[۳]، اسماعیل پلویی[۴]

۱) گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده‌ی علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲) مرکز سنجش و توسعه‌ی آمادگی جسمانی، آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک، ۳) گروه ایمنی‌شناسی، دانشکده‌ی بهداشت عمومی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۴) دانشکده‌ی تربیت بدنی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی؛ **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول**: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی علوم انسانی، گروه تربیت بدنی، دکتر رضا قراخانلو؛ e-mail:ghara_re@modares.ac.ir

چکیده

مقدمه: تمرین‌های تناوبی شدید به عنوان یک رویکرد مؤثر در بهبود آمادگی در مدت زمان کوتاه به کار گرفته می‌شوند. اثر این‌گونه تمرین‌ها بر سازگاری‌های هورمونی و فیزیولوژیک که منجر به افزایش اجرای هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران می‌شود، هنوز نامشخص است. بنابراین، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی اثر چهار هفته تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه بر برخی متغیرهای هورمونی و فیزیولوژیک انجام شد. مواد و روش‌ها: پانزده کشتی‌گیر تمرین‌کرده به طور تصادفی به دو گروه (تجربی=۸ نفر، شاهد=۷ نفر) تقسیم شدند. پیش و پس از تمرین‌ها، آزمودنی‌ها، ۱) آزمون فزاینده ۲) چهار آزمون پیاپی وینگیت با ۴ دقیقه استراحت بین هر آزمون را اجرا کردند. نمونه‌های خون در زمان استراحت پیش و پس از تمرین‌ها جمع‌آوری شد. هر دو گروه برنامه‌ی تمرین کشتی مشابهی را به مدت چهار هفته دنبال کردند، در حالی‌که گروه تجربی در کنار برنامه‌ی تمرین کشتی آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST) را به عنوان یک پروتکل تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه، دو جلسه در هر هفته اجرا می‌کردند. یافته‌ها: گروه تجربی افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) (۵/۴٪)، حداکثر برونده توان (۳۴/۹٪) و میانگین برونده‌توان (۲۹/۳٪) نشان داد. تستوسترون تام، نسبت تستوسترون تام به کورتیزول (TCR) و نسبت تستوسترون آزاد به کورتیزول (FTCR) در گروه تجربی (مورد) افزایش یافت (P<۰/۰۵)، البته اختلاف معنی‌داری بین دو گروه در پس‌آزمون مشاهده نشد. کورتیزول در هر دو گروه تمایل به کاهش داشت (P>۰/۰۵). نتیجه‌گیری: یافته‌های حاضر پیشنهاد می‌کند که یک برنامه‌ی تمرین تناوبی فوق بیشینه با دوره‌های استراحت کوتاه می‌تواند موجب افزایش اجرای هوازی و بی‌هوازی در مدت زمان کوتاه شود. تغییرات هورمونی مشاهده شده، سازگاری‌های آنابولیک ناشی از تمرین‌های را پیشنهاد می‌کنند.

واژگان کلیدی: تستوسترون، کورتیزول، تمرین تناوبی سرعتی
دریافت مقاله: ۸۸/۸/۷ ـ دریافت اصلاحیه: ۸۸/۱۰/۱ ـ پذیرش مقاله: ۸۸/۱۰/۷

مقدمه

کارآیی تمرین‌های ورزشی به شدت، حجم، زمان و تواتر تمرین‌ها و توانایی ورزشکار در تحمل تمرین‌ها بستگی دارد. بنابراین، تلاش‌های بسیاری انجام شده است که به گونه‌ی عینی بتوان تعادل بین بار تمرین‌ها و تحمل ورزشکاران را کمّی کرد. مربیان تلاش می‌کنند که این عوامل ضروری را تعدیل کنند تا سازگاری‌های مطلوب را به حداکثر برسانند.[۱] از طرف دیگر، ورزشکاران اغلب به یک برنامه‌ی تمرینی برای رسیدن به حداکثر آمادگی در یک دوره‌ی زمانی کوتاه به

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

ویژه، پس از دوره‌های عدم فعالیت نیاز دارند،[۲] در چنین مواقعی تمرین‌های تناوبی شدید (HIT)[i] مورد توجه قرار می‌گیرند. توانایی برنامه‌های HIT در بهبود سریع ظرفیت ورزشی و متابولیسم انرژی عضله‌ی اسکلتی به وسیله‌ی نویسندگان مختلف بررسی شده است.[۶-۲] گونه‌های مختلفی از HIT مانند شکل‌های متفاوتی از دوچرخه سواری[۷-۲،۳،۵] یا وهله‌های تکراری روی تردمیل[۱۰-۸] برای بررسی اثر HIT بر سازگاری‌های فیزیولوژیک استفاده شده است. ولی اثر آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST)[ii] ۶ وهله ۳۵ متر دویدن با حداکثر سرعت با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وهله) به عنوان یک پروتکل برنامه‌ی تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه بررسی نشده است.

دامنه‌ی وسیعی از سازگاری‌ها پس از HIT نشان داده شده است که این سازگاری‌ها شامل افزایش محتوای گلیکوژن استراحتی عضله‌ی اسکلتی،[۱۱،۴،۲] حداکثر فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک و اکسایشی،[۱۳،۱۲،۶،۴،۳،۲] ظرفیت بافر کردن H^+[۴] می‌شود. افزایش[۱۴،۹،۶،۵،۲] و عدم تغییر[۷] اکسیژن مصرفی بیشینه (VO2max) پس از برنامه‌های HIT گزارش شده است. هم‌چنین، اثر HIT بر مصرف گلیکوژن و تجمع لاکتات نیز بررسی شده است. هامر و همکاران (۲۰۰۰) و بورگومستر و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که این نوع تمرین‌ها مصرف گلیکوژن و تجمع لاکتات را در طول فعالیت ورزشی با میزان کار مشابه کاهش می‌دهد.[۱۶،۱۵] با این حال، در مقایسه با حجم مطالعه‌های که سازگاری‌های فیزیولوژیک را با HIT در افراد غیرفعال مطالعه کرده‌اند[۱۵،۱۱،۱۰،۶،۴،۳،۲] مطالعه‌های به نسبت کمّی سازگاری‌های فیزیولوژیک و اجرایی را در ورزشکاران تمرین‌کرده بررسی کرده‌اند[۱۸،۱۷،۹،۵] چون این ورزشکاران ظرفیت هوازی و بی‌هوازی بالایی دارند، سازگاری‌های فیزیولوژیک که به طور عمومی مسئول بهبود اجرا در افراد غیر فعال می‌باشند، به ضرورت در ورزشکاران تمرین کرده کاربرد ندارند.[۱۹]

از طرف دیگر، مطالعه‌های مربوط به تأثیر این تمرین‌ها بر سازگاری‌های هورمونی محدود است، حال آن‌که نسبت تستوسترون آزاد به کورتیزول (FTCR)[iii] به ویژه برای پایش وضعیت فعالیت آنابولیک و کاتابولیک مؤثر است. کاهش FTCR به عنوان یک شاخص برای بیش تمرینی استفاده شده است.[۲۲-۲۰] بنابراین، با توجه به این‌که اثر این هورمون‌ها با رویکرد تمرینی بررسی نشده است، هدف این مطالعه بررسی اثر ۴ هفته برنامه‌ی تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه بر برخی متغیرهای فیزیولوژیک، هورمونی و متابولیک بود.

مواد و روش‌ها

پانزده مرد کشتی‌گیر آزادکار تمرین‌کرده با شش تا هفت سال سابقه‌ی تمرین کشتی در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه تجربی یا مورد (تعداد=۸) و شاهد (تعداد=۷) تقسیم شدند (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فردی گروه‌های تجربی (مورد) و شاهد

متغیرها / گروه‌ها	تعداد آزمودنی‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی (درصد)
گروه تجربی	۸	*۱۸/۶±۱/۴	۱۷۶/۲±۷/۲	۷۵/۵±۱۶/۷	۱۲/۲±۴/۸
گروه شاهد	۷	۲۱/۲±۲/۹	۱۷۲/۷±۹/۴	۷۰/۵±۱۰/۶	۱۳/۹±۴/۷

* مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

آزمودنی‌ها یک هفته پیش و پس از آغاز تمرین‌ها یک آزمون ورزشی فزاینده را روی نوارگردان برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) (K4b2, Cosmed, Rome, Italy) و ۴ آزمون پیاپی وینگیت را با فاصله‌ی ۴ دقیقه بین هر وینگیت اجرا کردند. علاوه بر آن، گروه تجربی (مورد) پیش و پس از تمرین‌ها یک وهله RAST نیز اجرا کردند. آزمون‌ها با فاصله‌ی ۴۸ ساعت از هم اجرا شدند.

i- High-intensity Interval Training
ii- Running-based Anaerobic Sprint Test
iii-Free Testosterone/Cortisol Ratio

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

نمونه‌های خون پیش و پس از تمرین‌ها از ورید بازویی پس از این‌که به آزمودنی‌ها در ساعت ۷ صبح یک صبحانه‌ی سبک داده شد، در ساعتی بین ۱۰ تا ۱۰:۳۰ صبح گرفته شد.[۲۳] برای اندازه‌گیری تستوسترون تام، تستوسترون آزاد، کورتیزول، کراتین‌کیناز (CK) و اوره‌ی سرم ۵ میلی‌لیتر خون گرفته و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و سرم‌ها جدا و در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری شدند. از روش الایزا (ELISA) با کیت ساخت شرکت DRG Diagnostics آلمان به منظور اندازه‌گیری غلظت سرمی تستوسترون تام و کیت‌های ساخت شرکت dbc-Diagnostics Biochem کانادا به منظور اندازه‌گیری تستوسترون آزاد و کورتیزول و از روش فتومتریک با کیت‌های پارس آزمون به منظور اندازه‌گیری اوره و کراتین‌کیناز سرم استفاده شد.

آزمون فزاینده برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) به این صورت بود: ۳ دقیقه راه رفتن با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت با شیب صفر درجه برای گرم کردن، سپس افزایش سرعت یک کیلومتر در ساعت در هر دقیقه تا رسیدن به واماندگی.

برای اجرای آزمون وینگیت، مقاومتی برابر با ۷/۵٪ از وزن بدن فرد اعمال شد. آزمودنی‌ها ۴ آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای را با فاصله‌ی ۴ دقیقه از هم پیش و پس تمرین‌ها انجام دادند و حداکثر برون‌ده توان (PPO)[i] و میانگین برون‌ده توان (MPO)[ii] برای هر آزمون ثبت شد.

نمونه‌های خونی لاکتات پیش و پس از تمرین‌ها از انگشت اشاره در دقایق ۳، ۱۵، ۳۰ پس از آخرین آزمون وینگیت گرفته شد و به وسیله‌ی دستگاه تجزیه‌ی لاکتات ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد.

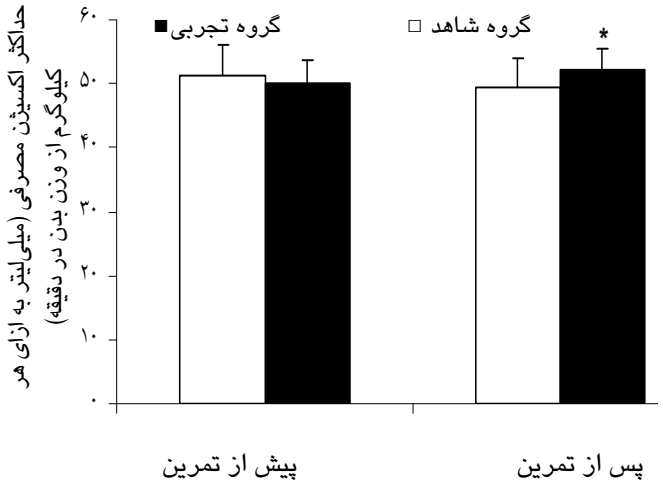
هر دو گروه برنامه‌ی تمرین کشتی مشابهی را برای مدت ۴ هفته، سه جلسه در هر هفته دنبال کردند ولی گروه تجربی (مورد) به اضافه‌ی ۳ جلسه تمرین کشتی، ۲ جلسه تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه را انجام دادند که شامل ۳ ست پروتکل RAST با ۳ دقیقه استراحت بین هر ست در هفته‌ای اول بود و به گونه‌ی فزاینده در هر هفته یک ست اضافه شد به طوری که در هفته‌ی چهارم ۶ ست پروتکل RAST با ۳ دقیقه استراحت بین هر ست اجرا شد.

i -Peak Power Output
ii- Mean Power Output

تمام یافته‌ها به صورت میانگین± انحراف استاندارد گزارش شدند. آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده استفاده شد که در صورت نرمال بودن از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. اختلاف پیش و پس از تمرین‌ها در گروه‌ها با آزمون تی زوجی و اختلاف بین گروه‌ها با آزمون تی مستقل اندازه‌گیری شدند. داده‌های لاکتات و آزمون وینگیت با استفاده از اندازه‌گیری‌های تکراری (۳ یا ۴ تکرار × ۲ گروه) ارزیابی شدند. سطح آلفا برای معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

به دنبال تمرین‌ها، حداکثر اکسیژن مصرف (VO2max) به گونه‌ی معنی‌داری (P=۰/۰۱۵) در گروه تجربی (مورد) افزایش یافت ولی در گروه شاهد تغییری نکرد. هم‌چنین در پس از تمرین‌ها اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت (نمودار ۱).



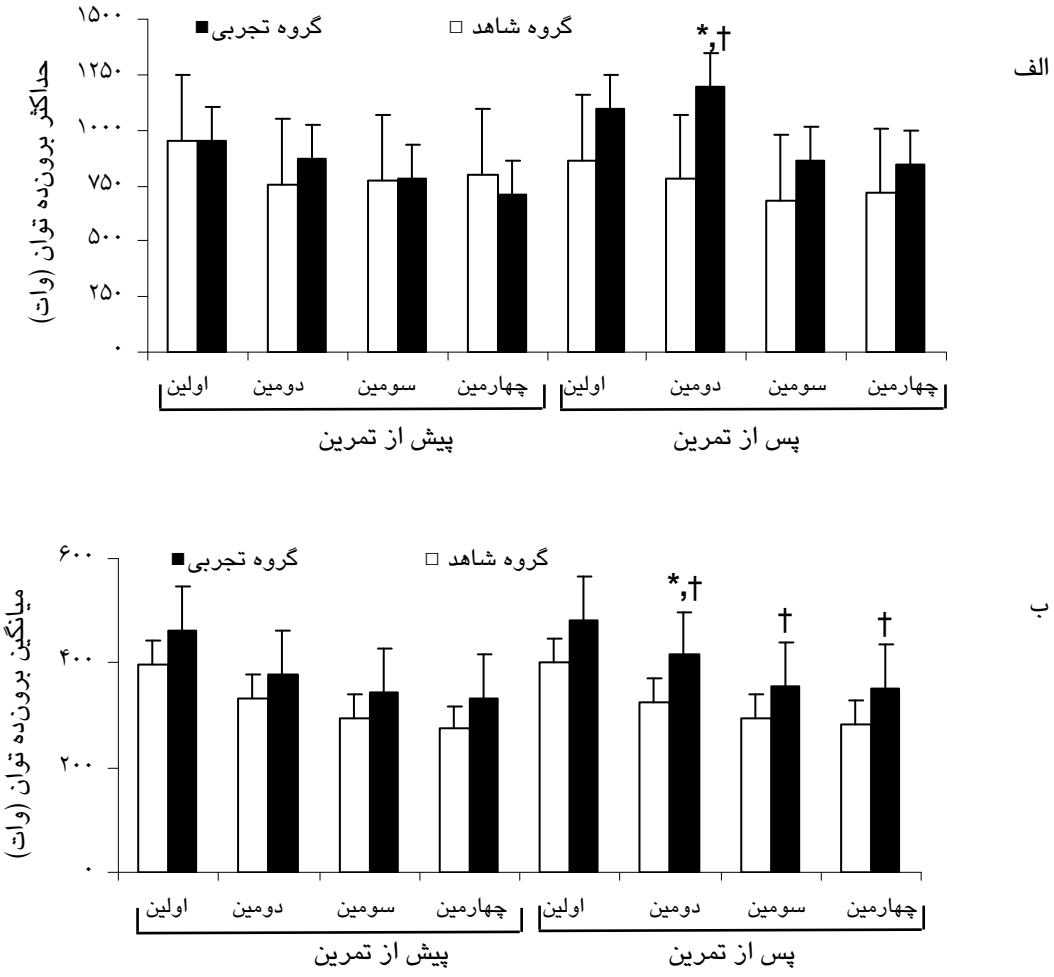
نمودار ۱- میانگین حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تجربی و شاهد پیش و پس از تمرین‌ها، * تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون (P<۰/۰۵).

در نتیجه‌ی تمرین‌ها، PPO در طول RAST به طور معنی‌داری به میزان ۳۴/۹٪ (۱۷۴/۸±۶۶۳/۶ وات پس از تمرین در مقابل ۱۲۵/۴±۴۹۱/۸ وات پیش از تمرین و P=۰/۰۰۳) افزایش یافت. هم‌چنین MPO به میزان ۲۹/۳٪ (۱۲۱/۳±۵۲۰/۵ وات پس در تمرین در مقابل ۹۹/۳±۴۰۲/۴

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

وات پیش از تمرین و P =۰/۰۰۴) پس از تمرین‌ها افزایش یافت.

داده‌های مربوط به PPO و MPO در طول ۴ آزمون وینگیت پیاپی به ترتیب در نمودار ۲ـ الف و ۲ـ ب آمده است.



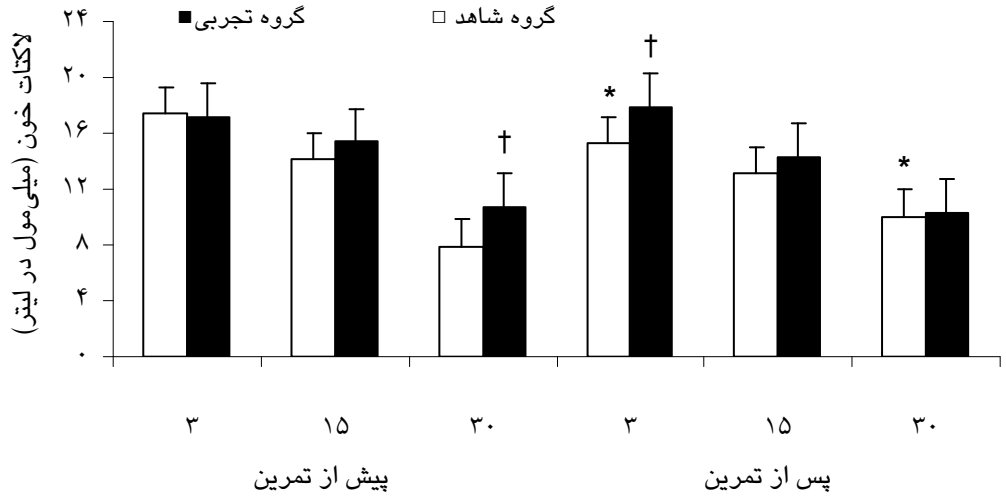
نمودار ۲- الف) حداکثر برون‌ده توان؛ ب) میانگین برون‌ده توان در طول چهار وهله وینگیت پیش و پس از تمرین‌ها، * تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون (P <۰/۰۵)، † تفاوت معنی‌دار بین گروه تجربی و شاهد (P <۰/۰۵)

پس از تمرین‌ها، حداکثر غلظت لاکتات خون و لاکتات خون در دوره‌ی بازگشت به حالت اولیه در گروه تجربی تحت تأثیر قرار نگرفتند. هر چند پس از تمرین‌ها، حداکثر لاکتات خون در گروه تجربی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود (۱۷/۸±۲/۳ در مقابل ۱۵/۲±۱/۵ میلی‌مول در لیتر و P <۰/۰۵) (نمودار ۳).

در نتیجه‌ی تمرین‌ها، غلظت سرمی اوره تغییری نکرد (جدول ۲)، ولی غلظت سرمی کراتین‌کیناز به طور معنی‌داری در گروه تجربی در مقایسه با پیش از تمرین‌ها افزایش یافت (۱۵۶±۱۶/۴ پس از تمرین در مقابل ۱۲۴/۳±۱۹/۴ واحد در لیتر پیش از تمرین و P=۰/۰۰۷)، حال آن‌که اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد دیده نشد (جدول ۲).

مقادیر PPO و MPO تنها در دومین آزمون وینگیت به طور معنی‌داری افزایش یافتند.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]



نمودار ۳- میانگین لاکتات خون در دقایق ۳، ۱۵ و ۳۰ بعد از چهارمین وینگیت پیش و پس از تمرین‌ها، * تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون ($P<۰/۰۵$)، † تفاوت معنی‌دار بین گروه تجربی و شاهد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲- سطح سرمی اوره، کراتین‌کیناز، تستوسترون تام، تستوسترون آزاد، کورتیزول، نسبت تستوسترون تام به کورتیزول (TCR) و نسبت تستوسترون آزاد به کورتیزول (FTCR) زمان استراحت پیش و پس از تمرین‌ها

متغیرها	گروه	پیش از تمرین‌ها	پس از تمرین‌ها	مقدار P
اوره (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	گروه تجربی	*۲۴/۸±۳/۸	۲۴/۶±۳/۵	†NS
	گروه شاهد	۲۶/۷±۳/۹	۲۶/۸±۳/۸	NS
کراتین کیناز (واحد بر لیتر)	گروه تجربی	۱۲۴/۳±۱۹/۴	۱۵۶±۱۶/۴	۰/۰۰۷
	گروه شاهد	۱۳۳/۱±۳۹/۳	۱۳۵/۲±۲۶/۲	NS
تستوسترون تام (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	گروه تجربی	۶/۷±۲/۱	۸/۸±۲/۸	۰/۰۱
	گروه شاهد	۶/۱±۱/۴	۷/۸±۲/۴	NS
تستوسترون آزاد (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	گروه تجربی	۱۵/۶±۸/۹	۱۶/۸±۸/۹	NS
	گروه شاهد	۱۰/۲±۶/۸	۱۲±۶/۳	NS
کورتیزول (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	گروه تجربی	۱۰/۹±۴/۸	۸/۴±۳	NS
	گروه شاهد	۱۱/۱±۵/۹	۱۰/۱±۴/۷	NS
TCR	گروه تجربی	۰/۷۲±۰/۴	۱/۱±۰/۴	۰/۰۴۷
	گروه شاهد	۰/۶۷±۰/۳	۰/۸۵±۰/۳	NS
FTCR	گروه تجربی	۱/۳۹±۰/۵	۱/۹۹±۰/۸	۰/۰۱۲
	گروه شاهد	۱/۱۷±۱/۲	۱/۳۲±۰/۷	NS

* اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند، † NS غیرمعنی‌دار

جدول ۲، غلظت‌های زمان استراحت هورمون‌های سرم را نشان می‌دهد. افزایش معنی‌داری در تستوسترون تام (۳۱/۳٪)، نسبت تستوسترون تام به کورتیزول (۵۲/۷٪) و نسبت تستوسترون آزاد به کورتیزول (۴۳/۱٪) مشاهده شد،

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

ولی افزایش تستوسترون آزاد معنی‌دار نبود. هم‌چنین، کورتیزول در هر دو گروه تمایل به کاهش داشت.

بحث

تمرین‌های تناوبی شدید یک رویکرد کارا برای بهبود ظرفیت‌های سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی هستند.[۲،۴،۶،۷] نشان داده شده است که این تمرین‌ها هر دوی آنزیم‌های اکسایشی و گلیکولیتیک را افزایش می‌دهد.[۲،۴،۶] امّا مطالعه‌ای تا کنون اثر برنامه‌ی تمرینی بر پایه‌ی دویدن‌های تکراری ۳۵ متر با دوره‌های استراحت کوتاه بین هر وهله (۱۰ ثانیه) را گزارش نکرده است. یک وهله از این شیوه‌ی فعالیت (۳۵ متر) به طور عمده به واسطه‌ی مسیرهای بی‌هوازی انجام می‌شود، ولی مشارکت نسبی متابولیسم هوازی در کل انرژی تولیدی، هنگامی که تناوب‌های استراحتی کوتاه بین وهله‌ها در نظر گرفته می‌شود، افزایش می‌یابد که این افزایش به احتمال زیاد در نتیجه‌ی بالا رفتن پویایی VO_2 می‌باشد.[۲۴] در مطالعه‌ی حاضر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) در پس از تمرین‌ها در گروه تجربی بالاتر از پیش از تمرین بود ($P = ۰/۰۱۵$). این افزایش با مطالعه‌هایی که از آزمودنی‌های تمرین‌کرده در آن‌ها استفاده شده است، همگام می‌باشد.[۵،۱۷،۲۵] بهبود در VO2max ممکن است که به افزایش تحویل اکسیژن به عضلات فعال و افزایش برداشت اکسیژن در عضلات فعال نسبت داده شود[۱۹] با توجه به این‌که آزمودنی‌های مطالعه‌ی حاضر از آمادگی نسبی خوبی برخوردار بودند، میزان تأثیر (۵/۴٪ بهبود در VO2max)، قابل توجه است.

به علاوه، حداکثر غلظت لاکتات خون و لاکتات خون دوره‌ی بازگشت به حالت اولیه توسط تمرین‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت (نمودار۳). در مقابل یافته‌های ما، استوکز و همکاران[۲۶] حداکثر غلظت لاکتات خون بالاتری را پس از ورزش و غلظت لاکتات خون پایین‌تری را در دوره‌ی بازگشت به حالت اولیه پس از ۶ هفته تمرین تناوبی سرعتی گزارش کرده است. هم‌چنین، جاکوبز و همکاران[۱۲] نشان دادند که حداکثر غلظت لاکتات خون با این تمرین‌ها افزایش می‌یابد. ولی باید توجه کرد که آزمودنی‌های ما پیش از تمرین‌ها حداکثر لاکتات خون بالاتری را نسبت به آزمودنی‌های آنها داشتند (۱۷/۲±۲/۷ در مقابل ۱۱/۴±۱ میلی‌مول در لیتر)، بنابراین، به نظر می‌رسد که سطح آمادگی بالاتر آزمودنی‌های مطالعه‌ی حاضر می‌تواند به عنوان یکی از دلایل عدم تغییر لاکتات خون ذکر شود.

هم راستا با دیگر مطالعه‌ها[۷،۱۰] PPO (۳۴/۹٪) و MPO (۲۹/۳٪) در طول پروتکل RAST در مطالعه‌ی حاضر افزایش یافت. هرچند حداکثر توان بی‌هوازی و میانگین توان بی‌هوازی در طول ۴ آزمون وینگیت تنها در دومین آزمون به طور معنی‌داری افزایش یافت (نمودار ۲). البته جاکوبز و همکاران که از آزمون وینگیت به عنوان پروتکل تمرینی استفاده کرده بودند هم عدم تغییر PPO و MPO را گزارش کردند. سازوکارهای مسئول در افزایش حداکثر توان بی‌هوازی و ظرفیت بی‌هوازی در طول پروتکل RAST را احتمالاً می‌توان به موارد زیر نسبت داد: ۱- افزایش غلظت فسفوکراتین عضله؛[۲] ۲- افزایش آنزیم‌های بی‌هوازی،[۲،۶،۷،۱۲،۱۳] ۳- تغییر در نیمرخ تارهای عضله، هم چنان که افزایش معنی‌دار FTa[i] و کاهش غیر معنی‌دار تارهای ST[ii] به وسیله‌ی جاکوبز گزارش[۱۲] ۴- سازگاری‌های عصبی.[۲۷]

به نظر می‌رسد که غلظت‌های زمان استراحت تستوسترون بازتابی از وضعیت موجود بافت عضله باشد. افزایش یا کاهش آن ممکن است در دوره‌های مختلف تمرین که تغییرات اساسی در شدت و حجم تمرین‌ها به وجود می‌آید، اتفاق بیفتد.[۲۸] FTCR و TCR[iii] به دفعات برای پایش تعادل بین فعالیت‌های آنابولیک و کاتابولیک استفاده شده است[۱۲،۲۰،۲۹] مطالعه‌ای در رابطه با سازگاری‌های FTCR و TCR با تمرین‌ها تناوبی سرعتی فوق بیشینه یافت نشد. به تازگی مِکِل و همکاران نشان دادند که تستوسترون و TCR در پاسخ به یک جلسه فعالیت تناوبی سرعتی کوتاه (۴×۲۵۰ متر دویدن با ۸۰٪ حداکثر سرعت) افزایش می‌یابد، ولی کورتیزول در مطالعه‌ی آنها تغییری نکرد.[۱] هم‌چنین، افزایش و کاهش سطح تستوسترون با تمرین‌های مقاومتی گزارش شده است و بیانگر این موضوع است که این تغییرات با وضعیت تمرین‌ها تغییر می‌کند.[۳۰] در مطالعه‌ی حاضر تستوسترون تام به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). این تغییر می‌تواند به دلیل افزایش تولید و ترشح تستوسترون باشد. نشان داده شده است که تولید و ترشح تستوسترون از سلول‌های لیدیگ به وسیله‌ی تزریق لاکتات و افزایش سطح فیزیولوژیک لاکتات پس از ورزش بالا

i- Fast Twitch a
ii- Slow Twitch.
iii- Testosterone/Cortisol Ratio

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

می‌رود.[۳۱،۳۲] از طرف دیگر، نشان داده شده است که سطوح لاکتات خون تا ۱۵/۷ میلی‌مول در لیتر با اجرای یک وهله پروتکل RAST افزایش می‌یابد که این بدلیل ماهیت بی‌هوازی این پروتکل است.[۳۳] بنابراین، تغییرات تستوسترون ممکن است تا حدودی ناشی از اثر تحریکی لاکتات خون باشد. هم‌چنین، پس از تمرین‌ها TCR و FTCR به طور معنی‌داری در گروه تجربی افزایش یافتند (جدول ۲). افزایش FTCR به طور عمده به دلیل کاهش سطح سرمی کورتیزول بود (P>۰/۰۵). کاهش کورتیزول پس از تمرین‌ها احتمالاً به دلیل افزایش حذف گردش خونی کورتیزول و یا کاهش فعالیت هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک (ACTH)[i] می‌باشد. به علاوه، آزمودنی‌های گروه تجربی نشانه‌هایی از بیش تمرینی را که به وسیله‌ی پرسشنامه ثبت شده است، بروز ندادند. تنها کراتین‌کیناز به طور معنی‌داری در گروه تجربی افزایش یافت که این افزایش به دلایل متابولیک و مکانیکی و یا به دلیل ماهیت حساس این آنزیم نسبت است و تنها زمانی کراتین‌کیناز می‌تواند یکی از نشانگرهای بیش تمرینی باشد که با کاهش انجام فعالیت ورزشی همراه باشد،[۳۴] حال آن‌که این گونه نبوده است و به نظر می‌رسد که اجرای پروتکل تمرینی حاضر عاملی برای خطر بروز بیش‌تمرینی در ورزشکاران نیز نخواهد بود.

در مجموع، مطالعه‌ی حاضر تغییرات برخی متغیرهای فیزیولوژیکی، هورمونی و متابولیک را در پاسخ به ۴ هفته تمرین‌های تناوبی سرعتی فوق بیشینه بررسی کرد. مهم‌ترین یافته‌ی این مطالعه آن بود که یک برنامه‌ی تمرین تناوبی سرعتی فوق بیشینه با دوره‌های بازگشت به حالت اولیه‌ی کوتاه مدت در طول ۸ جلسه (بیشترین میزان فعالیت ۴ دقیقه در هر جلسه) می‌تواند اجرای هوازی و بی‌هوازی را بهبود بخشد. غلظت‌های سرمی هورمون‌های منتخب و کراتین‌کیناز که به وسیله‌ی مطالعه‌های قبلی به عنوان شاخص‌های استرس تمرین پیشنهاد شده‌اند، تحت تأثیر قرار گرفتند. تغییرات مشاهده شده در FTCR و TCR سازگاری‌های آنابولیک ناشی از تمرین‌های ورزشی را پیشنهاد می‌کنند. بنابراین، این گونه تمرین‌ها می‌توانند در کوتاه‌مدت موجب بهبود سریع در اجرا شوند و به کارگیری آن‌ها به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری: از زحمات مدیریت تربیت بدنی دانشگاه تربیت مدرس آقای دکتر احسانی و کارشناس مرکز تندرستی آقای فلاح و کلیه آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

i- Adernocorticotropic Hormone

References

1. Meckel Y, Eliakim A, Seraev M, Zaldivar F, Cooper DM, Sagiv M, et al. The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators. J Strength Cond Res 2009; 23: 225–30.
2. Rodas G, Ventura JL, Cadefau JA, Cusso R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. Eur J Appl Physiol 2000; 82: 480-6.
3. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. J Appl Physiol 2005; 98: 1985–90.
4. Gibala MJ, Little JP, Essen MV, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. J Physiol 2006; 575: 901-11.
5. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. J Strength Conditioning Res 2005; 19: 527–33.
6. MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie RS, Green HJ, Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. J Appl Physiol 1998; 84: 2138–42.
7. Linossier MT, Denis C, Dormois D, Geyssant A, Lacour JR. Ergometric and metabolic adaptation to a 5-s sprint training programme. Eur J Appl Physiol 1993; 67: 408-14.
8. Botcazou M, Zouhal H, Jacob C, Gratas-Delamarche A, Berthon PM, Bentué-Ferrer D, et al. Effect of training and detraining on catecholamine responses to sprint exercise in adolescent girls. Eur J Appl Physiol 2006; 97: 68-75.
9. Esfarjani F, Laursen PB. Manipulating high intensity interval training: Effects on VO2max, the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. J Sci Med Sport 2007; 10: 27-35.
10. Nevill ME, Boobis LH, Brooks S, Williams C. Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting. J Appl Physiol 1989; 67: 2376-82.
11. Barnett C, Carey M, Proietto J, Cerin E, Febbraio MA, Jenkins D. Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. J Sci Med Sport 2004; 7: 314-22.
12. Jacobs I, Esbjörnsson M, Sylvén C, Holm I, Jansson E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. Med Sci Sports Exerc 1987; 19: 368-74.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

13. Parra J, Cadefau JA, Rodas G, amigó N, Cussó R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. Acta Physiol Scand 2000; 169: 157-65.
14. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO2max. Med Sci Sports Exerc 1996; 28: 1327-30.
15. Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, Snow RJ, Ruell PA, Booth J, et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. J Appl Physiol 2000; 89: 1793–1803.
16. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, MacDonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol 2008; 586: 151–60.
17. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. Med Sci Sports Exerc 2002; 34: 1801–7.
18. Stepto NK, Hawley JA, Dennis SC, Hopkins WG. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. Med Sci Sports Exerc 1998; 31: 736-41.
19. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes. Sports Med 2002; 32: 53-73.
20. Banfi G, Marinelli M, Roi GS, Agape V. Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. Int J Sports Med 1993; 14: 373-9.
21. Vervoorn C, Quist AM, Vermuls LJ, Erich WB, de Vries WR, Thijssen JH. The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. Int J Sports Med 1991; 12: 257-63.
22. Vuorimaa T, Vasankari T, Mattila K, Heinonen O, Häkkinen K, Rusko H. Serum hormone and myocellular protein recovery after intermittent runs at the velocity associated with VO2max. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1999; 80: 575-81.
23. Mujika I, Chatard JC, Padilla S, Guezennec CY, Geyssant A. Hormonal responses to training and its tapering off in competitive swimmers: relationships with performance. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1996; 74: 361-6.
24. Glaister M. Multiple Sprint Work. Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. Sports Med 2005; 35: 757-77.
25. Franch J, Madsen K, Djurhuus MS, Pedersen PK. Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. Med Sci Sports Exerc 1998; 30: 1250-6.
26. Stokes KA, Nevill ME, Cherry PW, Lakomy HKA, Hall GM. Effect of 6 weeks of sprint training on growth hormone responses to sprinting. Eur J Appl Physiol 2004; 92: 26-32.
27. Ross A, Leveritt M, Riek S. Neural Influences on Sprint Running. Training Adaptations and Acute Responses. Sports Med 2001; 31: 409-25.
28. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med 2005; 35: 339-61.
29. Hug M, Mullis PE, Vogt M, Ventura N, Hoppeler H. Training modalities: over-reaching and over-training in athletes, including a study of the role of hormones. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab 2003; 17: 191–209.
30. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. Eur J Appl Physiol 2003; 89: 555-63.
31. Lu SS, Lau CP, Tung YF, Huang SW, Chen YH, Shih HC, et al. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 1048-54.
32. Lin H, Wang SW, Wang RY, Wang PS. Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells. J Cell Biochem 2001; 83: 147-54.
33. Zagatto AM, Beck WR, Gobatto CA. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. J Strength Cond Res 2009; 23: 1820-7.
34. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. Clin Sports Med 2008; 27: 1-18.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]

Original Article

Effect of 4 Weeks of Supramaximal Sprint Interval Training on Physiological, Hormonal and Metabolic Factors

Farzad B[1], Gharakhanlou R[1], Agha-Alinejad H[1], Bahraminejad M[2], Bayati M[1], Mehrabian F[3], Poloei I[4]

[1]Department of Physical Education and Sports Sciences, School of Humanity Sciences, Tarbiat Modares University of Tehran, [2]Physical Fitness Assessment and Improvement Center, National Olympic and Paralympic Academy of Tehran; [3]Department of Immunology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, [4]Department of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, I.R.Iran

e-mail:ghara_re@modares.ac.ir

Received: 30/10/2009 **Accepted**: 28/12/2009

Abstract

Introduction: Supramaximal sprint interval training is an efficient means of improving physical fitness within a short period of time. However the effects of this type of training which cause hormonal and physiological adaptations to increase enhanced aerobic and anaerobic performances, are not well known. Thus, the purpose of the present study was to examine the effects of four weeks of supramaximal sprint interval training on some hormonal and physiological variables. Materials and Methods: Fifteen trained wrestlers were randomly assigned into two groups, the experimental (EXP=8) and controls (CON=7) groups. Before and after training, subjects performed (a) a graded exercise test; and (b) four consecutive Wingate tests with 4-min recovery intervals between each. Resting blood samples were collected before and after training. Both groups followed the same wrestling training program for 4 weeks; additionally, the EXP group performed a running-based anaerobic sprint test (RAST) as a supramaximal sprint interval training protocol for 4 weeks, two sessions per week. Results: The EXP group showed improvements in VO2max (+5.4%), Peak power output (34.9%) and Mean Power Output (29.3%) after the training ($P<0.05$), along with significant increases in total testosterone, total testosterone/cortisol ratio (TCR) and free testosterone/cortisol (FTCR) ratio in the EXP group, but there were no significant differences between groups. Cortisol was tended to decrease in both groups ($P>0.05$), but none of the variables were changed in the CON group after the training. Conclusion: The current findings suggest that the supramaximal sprint interval training program with short recovery can increase both aerobic and anaerobic performances. The changes observed in FTCR and TCR suggest exercise training-induced anabolic adaptations.

Keywords: Testosterone, Cortisol, Sprint interval training

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-11]