علوم زیستی ورزشی – پاییز ۱۳۹۲
دورهٔ ۵، شمارهٔ ۳، ص ۲۹-۴۰
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۲۸

مقایسهٔ اثر تمرینات با حجم بالا و تمرینات با شدت بالا بر مقدار تجمع لاکتات، زمان اجرا و میزان بهبود VO_2 اوج در دوندگان استقامتی ۱۰-۱۴ ساله

احسان اصغری[۱]- ارسلان دمیرچی

کارشناس‌ارشد گروه تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور- دانشیار دانشگاه گیلان

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ اثر تمرینات با حجم بالا و تمرینات با شدت بالا بر مقدار تجمع لاکتات، زمان اجرا و میزان بهبود اوج اکسیژن مصرفی (VO_2peak) در دوندگان استقامتی ۱۰-۱۴ ساله انجام شد. بیست دانش‌آموز دوندهٔ استقامتی پسر با سن ۱۲/۵±۲/۳۲ سال، قد ۱۵۴/۶۲±۳/۲۷ سانتی‌متر، وزن ۳۴/۵±۵/۱۲ کیلوگرم، حداکثر ضربان قلب ۲۰۷/۵±۳/۱ ضربه در دقیقه و اوج اکسیژن مصرفی ۳۶/۴۵±۳/۲۲ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به صورت متقاطع و در دو حالت در گروه‌های فعالیتی A و B در دو مدل فعالیت تناوبی با شدت بالا و حجم پایین (HT) (۶۰ ثانیه فعالیت با شدت ۹۰٪ VO_2 اوج و ۶۰ ثانیه استراحت با شدت ۳۰٪ VO_2 اوج) به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت پایین و حجم بالا (VT) (۶۰ ثانیه فعالیت با شدت ۶۵٪ VO_2 اوج و ۶۰ ثانیه استراحت با شدت ۳۰٪ VO_2 اوج) به مدت ۶۰ دقیقه طی دو دورهٔ شش هفته‌ای و به فاصلهٔ پنج هفته از یکدیگر، به صورت داوطلبانه شرکت کردند. اوج اکسیژن مصرفی، نسبت تبادل تنفسی (RER)، رکورد دوی ۱۵۰۰ متر و لاکتات پلاسمای آزمودنی‌ها، هنگام فعالیت‌های تناوبی مختلف ثبت شد. به منظور مقایسهٔ تفاوت میانگین‌ها از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری ($P\leq ۰/۰۵$) استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد در $T_{۱۵۰۰m}$ آزمودنی‌ها بین پیش و پس از آزمون نوع فعالیت HT، کاهش معناداری داشتند و این تفاوت بین مدل فعالیتی HT نسبت به مدل فعالیتی VT معنادار بود ($P<۰/۰۵$). در مورد متغیرهای RER و لاکتات بیشینه (Lac_{max})، کاهش معناداری بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT نسبت به مدل فعالیتی VT مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). در مورد متغیر VO_2 اوج این نتایج نشان داد که با استفاده از این دو مدل فعالیتی، افزایش معناداری بین مقادیر پیش و پس از فعالیت به وجود آمد ($P<۰/۰۵$). بر اساس این یافته‌ها می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل فعالیتی HT نسبت به مدل فعالیتی VT در مورد متغیرهای RER، VO_2peak، Lac_{max} و $T_{۱۵۰۰m}$ کارایی بالاتری دارد و با توجه به محدودیت زمانی در برنامهٔ تمرینی این گروه از ورزشکاران، این مدل تمرینی ممکن است جایگزین خوبی برای مدل‌های تمرینی طولانی‌مدت و خسته‌کننده به لحاظ دورهٔ زمانی باشد.

واژه‌های کلیدی

اکسیژن مصرفی، تبادل تنفسی، فعالیت‌های تناوبی، لاکتات، نسبت دوندهٔ استقامتی

---

۱. **نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۵۵۵۱۶۵۰۹** **e_asghary27p@yahoo.com**

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از موضوعات مهمی که هنگام طراحی تمرینات ورزشی ورزشکاران مختلف، به ویژه ورزشکاران ردهٔ سنی ۱۰ تا ۱۴ سال، باعث نگرانی بسیاری از مربیان و پژوهشگران ورزشی شده است و ممکن است بسیاری از اوقات خارج از کنترل آن‌ها باشد، برنامه‌های مدرسه و اوقات فراغت دانش‌آموزان (تعطیلات رسمی، عید نوروز و جزآن) است. بنابراین، از آنجا که زمان برنامهٔ تمرینی و فضاهای ورزشی این ورزشکاران (به سبب هم‌زمانی تمرینات همهٔ ورزشکاران) نسبت به دیگر ورزشکارانی که تقریباً تمام‌وقت در اختیار تیم‌اند محدودتر است، استفاده از مدل‌های تمرینی‌ای که در کوتاه‌ترین زمان ممکن بیشترین نتایج را برای ورزشکاران حاصل نماید، از اولویت و اهمیت بالاتری برخوردار است.

برخی مطالعات فعالیت‌های با شدت بالا (۹۰ تا ۱۰۰٪ VO_{2}اوج) را عاملی مؤثر در دستیابی به اهداف بالای تمرینی به ویژه بهبود ظرفیت هوازی ورزشکاران استقامتی نسبت به فعالیت‌های با شدت پایین‌تر عنوان کرده‌اند (۱،۲،۳،۴،۵). اما برخی دیگر از محققان با نگاهی محتاطانه‌تر به موضوع گزارش کرده‌اند انجام چنین فعالیت‌هایی، فشار فیزیولوژیکی وارد بر فرد را بالا می‌برد و باعث محدود شدن زمان فعالیت می‌شود (۱،۲،۵). این موضوع عامل مهمی در برنامهٔ تمرینی ورزشکاران استقامتی است (۲). از آنجا که بخش بزرگی از برنامهٔ تمرینی ورزشکاران استقامتی در شدت‌های پایین و مدت زمان طولانی انجام می‌شود (۳،۴،۵)، برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند استفاده از تمرینات با شدت‌های پایین و زمان طولانی، نسبت به تمرینات با شدت بالاتر و زمان کوتاه‌تر، مزیت چندانی ندارد.

برای مثال، فاو و همکاران (۶) در مطالعه‌ای شامل دو مدل تمرینی با شدت و حجم بالا برای شناگران استقامتی و نیمه‌استقامتی، نشان دادند دورهٔ چهار هفته‌ای تمرینات با حجم بالا نسبت به تمرینات با شدت بالا برتری چندانی ندارد. نتایج حاصل از مطالعات اسپرلیچ و همکاران (۵) روی شناگران استقامتی ۹ تا ۱۱ ساله، یافته‌های فاو را تأیید کرد. کاستیل (۷) نیز با انجام مطالعات مشابهی در همین زمینه گزارش کرد غلظت‌های بیشینه و زیربیشینهٔ لاکتات خون در فعالیت‌های با حجم بالا (زمان طولانی فعالیت) نسبت به فعالیت‌های با شدت بالا کمتر است. با وجود این، این پژوهشگر افزایش قابل ملاحظه‌ای را در زمان اجرای ورزشکاران با استفاده از مدل فعالیتی با حجم بالا نسبت به دیگر مدل فعالیتی استفاده شده مشاهده نکرد.

ورومیا (۸) نیز طی مطالعات خود بیان کرد خستگی (مرکزی و محیطی) طی فعالیت‌های با شدت پایین به تأخیر می‌افتد که این مسئله به تداوم فعالیت می‌انجامد. بیلات و همکاران (۹،۱۰) نیز بیان کردند که انجام فعالیت‌های با شدت بالا نسبت به فعالیت‌های با حجم بالا فشار بیشتری را بر متغیرهای فیزیولوژیکی (نسبت تبادل تنفسی، مقدار لاکتات بیشینه و اکسیژن مصرفی) ورزشکاران وارد می‌کند. این در حالی است که میدگلی (۲) در همین زمینه استفاده از فعالیت‌های با شدت بالا نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

به فعالیت‌های با حجم بالا در دوندگان استقامتی را عاملی در جهت افزایش زمان حفظ VO_2max و در نتیجه افزایش سازگاری‌های حاصل در ورزشکاران بیان کرد.

با توجه به مطالب یاد شده به نظر می‌رسد در مورد استفاده از مدل‌های مختلف فعالیتی (با حجم و شدت بالا) در برنامهٔ تمرینی دوندگان استقامتی اتفاق نظری وجود ندارد. از طرفی، با توجه به محدود بودن زمان و فضای تمرینی ورزشکاران استقامتی ۱۰ تا ۱۴ ساله، استفاده از مدل‌های تمرینی که در کمترین زمان ممکن بیشترین نتایج را برای ورزشکاران و مربیان حاصل نماید، به نظر اهمیت و اولویت بیشتری دارد. با توجه به وجود تعطیلات طی یک سال (مانند تعطیلات تابستان) که ورزشکاران در اختیار تیم و مربی نبودند و این مسئله می‌تواند باعث از بین رفتن آثار تمرینی آنان گردد، هدف استفاده از چنین مدل فعالیتی این بود که کدام مدل تمرینی می‌تواند در بازگرداندن آزمودنی‌ها به شرایط پیش از تعطیلات و تمرینی آن‌ها مؤثرتر باشد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ اثر تمرینات با حجم بالا و تمرینات با شدت بالا بر مقدار تجمع لاکتات زمان اجرا و میزان بهبود VO_2 اوج در دوندگان استقامتی ۱۰-۱۴ ساله انجام شد.

روش‌شناسی

پس از هماهنگی با هیئت دو و میدانی شهرستان رشت، از بین دانش‌آموزان دوندهٔ استقامتی با حداقل یک سال سابقهٔ شرکت در تمرین‌های دوی استقامتی که مقام در سطح کشوری نداشتند، بیست دانش‌آموز دوندهٔ استقامتی پسر (سن ۱۲/۵±۲/۳۲ سال، قد ۱۵۴/۶۲±۳/۲۷ سانتی‌متر، وزن ۳۴/۵±۵/۱۲ کیلوگرم، حداکثر ضربان قلب ۲۰۷/۵±۳/۱ ضربه در دقیقه و اوج اکسیژن مصرفی ۳۶/۴۵±۳/۲۲ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)، پس از آگاهی از شیوهٔ انجام پژوهش به صورت داوطلبانه آمادگی خود را برای شرکت در این پژوهش اعلام کردند. رضایتنامه جهت انجام آزمون وخون‌گیری از داوطلبان اخذ شد. به منظور جلوگیری از تأثیرات احتمالی فعالیت شدید بر نتایج پژوهش، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا ۴۸ ساعت پیش از شروع آزمون از هر گونه فعالیت شدید خودداری کنند.

در این پژوهش، به منظور تعیین VO_2peak و VO_2peak_{7} (حداقل سرعتی که آزمودنی به VO_2peak خود می‌رسد)، آزمون فزاینده‌ای که با مرحله‌های ۱ دقیقه‌ای آغاز می‌شد، روی نوارگردان Horixon Fitness مدل Ti 51 ساخت کشور آمریکا، اجرا شد. پس از شروع آزمون با سرعت ۱۰کیلومتر در ساعت، پس از هر ۱ دقیقه، ۱ کیلومتر در ساعت بر سرعت نوارگردان افزوده می‌شد تا فرد به VO_2peak مرحلهٔ درماندگی برسد. اندازه‌گیری VO_2peak از طریق گاز آنالایزر مدل Quark b[2] ساخت شرکت Cosmed ایتالیا و روی نوارگردان صورت گرفت. معیارهای تعیین VO_2max عبارت بود از افزایش نیافتن میزان اکسیژن مصرفی با وجود افزایش سرعت (رسیدن به فلات) (۱۱)، افزایش مقادیر نسبت تبادل تنفسی به بیش از ۱/۲ یا افزایش ضربان قلب بیشتر از ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب تخمینی (سن - ۲۲۰) (۱۱).

Archive of SID

www.SID.ir

سپس، متغیرهای فیزیولوژیکی RER[1]، Lac_{max}[2] و VO_2[3] طی فعالیت‌های با شدت مختلف، اندازه‌گیری شدند. ۵cc خون در دو نوبت پیش از تمرین (ساعت ۱۶) و بلافاصله پس از تمرین (ساعت ۱۷:۳۵) از ورید بازویی آزمودنی‌ها در حالت نشسته و با استفاده از سوزن‌های ونوجکت گرفته شده و بلافاصله به لوله‌های حاوی مادهٔ ضد انعقاد فلوراید/ اگزالات ریخته شد. پس از انتقال به آزمایشگاه، مقدار بیشینهٔ لاکتات (Lac_{max}) پلاسمای آزمودنی‌ها با استفاده از کیت اسید لاکتیک (Sigma Catalog No.260-110) اندازه‌گیری شد. RER و VO_2 به صورت خودکار هر ۵ ثانیه و به طور میانگین هر ۱۵ ثانیه با دستگاه گاز آنالایزر ثبت می‌شد و برای اندازه‌گیری تغییرات حجم پلاسما از معادلهٔ دیل و کاستیل (۱۲) استفاده شد. اندازه‌گیری قد آزمودنی‌ها با قدسنج دیواری، وزن با ترازوی پزشکی Camry مدل EB9003 و تودهٔچربی بدن با استفاده از دستگاه In body مدل3.0 ساخت کشور کرهٔ جنوبی صورت گرفت. رکورد دوی ۱۵۰۰ متر نیز به طور جداگانه برای هر آزمودنی ثبت شد.

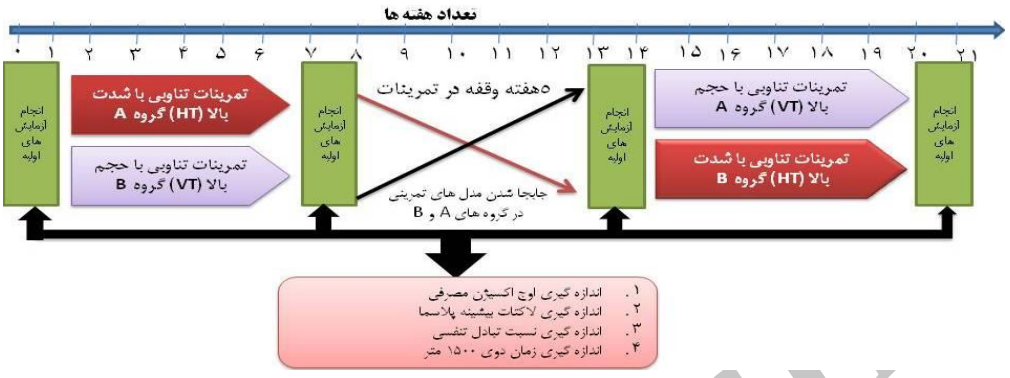
پژوهش حاضر، طی دو دورهٔ شش هفته‌ای (سه جلسه در هفته) و به فاصلهٔ پنج هفته از یکدیگر (۵) (همانند آنچه در زمان تعطیلات اجباری تمرینات مانند عید نوروز و تعطیلات تابستانی برای ورزشکاران اتفاق می‌افتد) و در ساعات مشابهی از روز (به منظور به حداقل رساندن آثار و آهنگ شبانه‌روزی) اجرا شد. هدف از اجرای چنین مدل فعالیتی این بود که با توجه به وجود تعطیلات طی یک سال (مانند تعطیلات تابستان) که ورزشکاران در اختیار تیم و مربی نیستند، کدام مدل تمرینی در بازگرداندن آزمودنی‌ها به شرایط پیش از تعطیلات و به شرایط تمرین مؤثرتر است.

آزمودنی‌ها به صورت متقاطع و در دو حالت در گروه‌های فعالیتی A و B، همچنین در دو مدل فعالیت تناوبی با نسبت یکسان ۱به۱ به صورت تصادفی شرکت کردند که از وهله‌های فعالیت و استراحت تناوبی شامل وهله‌های ۶۰ ثانیه فعالیت (با ۹۰ درصد VO_2 اوج) (مطابق با vVO_2peak) و ۶۰ ثانیه استراحت فعال (با ۳۰ درصد VO_2 اوج) در مدل فعالیتی با شدت بالا (HT) به مدت ۳۰ دقیقه و وهله‌های ۶۰ ثانیه فعالیت (با ۶۵ درصد VO_2 اوج) و ۶۰ ثانیه استراحت فعال (با ۳۰ درصد VO_2 اوج) در مدل فعالیتی با حجم بالا (VT) به مدت ۶۰ دقیقه تشکیل می‌شد (۵،۱). بعد از پایان تمرینات طی شش هفتهٔ اول و پنج هفته وقفه بین تمرینات، گروه‌های تمرینی با تغییر مدل فعالیتی خود در مدل دیگر از فعالیت طی شش هفتهٔ آینده به تمرین پرداختند. در آغاز تمرینات، پیش و پس از دوره‌های تمرینی متغیرهای مورد نظر سنجش شدند (شکل ۱).

1. Respiratory Exchange Ratio
2. Lactate Maximum
3. Oxygen Uptake

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. انجام مدل‌های تمرینی طی شش هفتهٔ اول، سپس وقفه‌ای پنج هفته‌ای (مانند زمان تعطیلات تابستان و جزآن) و تعویض مدل‌های تمرینی (مثلاً گروه B که در مرحلهٔ اول با مدل تمرینی VT فعالیت می‌کردند، در مرحلهٔ بعدی با مدل فعالیتی HT تمرین کردند) طی شش هفتهٔ دوم

روش آماری

از آمار توصیفی برای تعیین شاخص‌های اصلی میانگین، انحراف معیار، و خطای معیار میانگین و از آمار استنباطی، از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای تعیین نحوهٔ توزیع داده‌ها و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با عامل بین گروهی و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تعیین وجود یا عدم تفاوت معنادار بین میانگین مقادیر هر متغیر در فعالیت‌های مختلف تناوبی استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌های آماری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد پس از استفاده از مدل فعالیتی HT نسبت به مدل فعالیتی VT کاهش معناداری در $T_{۱۵۰۰m}$ و افزایش معناداری در RER، $VO_۲$ اوج و Lac_{max} آزمودنی‌ها حاصل می‌شود ($P<۰/۰۵$). در مورد زمان اجرای آزمودنی‌ها ($T_{۱۵۰۰m}$) این نتایج نشان داد بین پیش و پس‌آزمون مدل فعالیتی HT کاهش معناداری نسبت به مدل فعالیتی VT وجود دارد. همچنین، ملاحظه شد بین پیش و پس از انجام مدل فعالیتی HT کاهش معناداری در $T_{۱۵۰۰m}$ آزمودنی‌ها در گروه A (پیش آزمون ۳۰۷±۲/۵ و پس‌آزمون ۲۹۶±۳/۱) در زمان عملکرد آزمودنی‌ها نسبت به گروه B (پیش‌آزمون ۳۰۶±۲/۳ و پس‌آزمون ۲۹۷±۲/۵) وجود دارد ($P<۰/۰۵$). این کاهش معنادار بین گروه‌های A و B در مدل فعالیتی VT وجود ندارد ($P>۰/۰۵$) (جدول ۱). در مقدار لاکتات بیشینهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

(میلی‌مول بر لیتر در ثانیه) آزمودنی‌ها نیز نتایج مشابه بود، به طوری‌که در گروه A، مدل فعالیتی HT افزایش معناداری بین پیش و پس از استفاده از این مدل فعالیتی ملاحظه شد (پیش‌آزمون ۰/۰۱۸ ± ۰/۰۵۰ و پس‌آزمون ۰/۰۱۱±۰/۰۶۰) (P<۰/۰۵). در حالی که در گروه B، همچنین گروه‌های A و B در مدل فعالیتی VT افزایش معناداری ملاحظه نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۱).

نتایج این پژوهش در مورد حجم پلاسما (PV) نشان داد که پس از استفاده از هر دو مدل فعالیتی افزایش معناداری بین مقادیر پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی وجود ندارد (جدول ۱) (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از متغیر RER نیز به همین صورت بود، به طوری‌که با استفاده از مدل فعالیتی HT کاهش معناداری بین پیش و پس از فعالیت در گروه A مشاهده شد، درحالی‌که در گروه B این کاهش معنادار نبود. در مدل فعالیتی VT بین پیش و پس از انجام فعالیت در هیچ یک از دو گروه کاهش معناداری ملاحظه نشد (جدول ۱) (P>۰/۰۵). نتایج این پژوهش در مورد متغیر VO_2 اوج نشان داد که پس از استفاده از هر دو مدل فعالیتی بین مقادیر پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی افزایش معناداری وجود دارد (جدول ۱) (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از این پژوهش افزایش معناداری را در متغیرهای مؤثر بر عملکرد رقابتی آزمودنی‌ها با استفاده از مدل فعالیتی HT در دورهٔ زمانی کوتاه‌تر نسبت به مدل فعالیتی VT نشان داد. این یافته‌ها نشان داد که استفاده از مدل فعالیتی HT باعث افزایش معنادار و به‌صرفه‌تری (با توجه به محدودیت زمانی) در مقدار متغیر VO_2 اوج در هر دو گروه A و B می‌شود. از آنجا که این نتایج نشان داد استفاده از مدل فعالیتی VT در گروه A و B نیز باعث افزایش معناداری در VO_2 اوج آزمودنی‌ها می‌شود، ممکن است استفاده از این مدل (مدل تمرینی که با وارد آوردن فشار کمتر طی فعالیت، باعث بالا بردن زمان فعالیت ورزشی ورزشکاران می‌شود) مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اینکه بالا بردن متغیر اکسیژن مصرفی در ورزشکاران به ویژه ورزشکاران استقامتی از اهداف ویژهٔ مربیان و کارشناسان ورزشی هنگام تمرینات است احتمالاً استفاده از این مدل فعالیتی با وارد آوردن فشار فیزیولوژیکی کمتر و به تأخیر انداختن خستگی، ورزشکار را مدت زمان زیادی در جریان فعالیت قرار می‌دهد و افزایش و بهبود این متغیر را آسان می‌نماید (۱،۲). اما، از آنجا که این گروه از ورزشکاران با محدودیت زمانی روبه‌رویند، استفاده از این مدل فعالیتی ممکن است با ابهام روبه‌رو شود و نظریه‌های مربوط به استفاده از مدل فعالیتی HT را برجسته نماید که در زمان کمتری نسبت به مدل فعالیتی VT نتایج بهتری را فراهم می‌آورد. بنابراین، استفاده از مدل فعالیتی HT، باتوجه به زمان اندک ورزشکاران به‌صرفه‌تر است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد اکسیژن مصرفی اوج، لاکتات بیشینه، زمان دویدن ۱۵۰۰ متر و RER طی دو مدل فعالیتی با شـدت و حجم متفاوت در گروه‌های A و B

متغیرها		گروه فعالیتی با شدت بالا(HT)		سطح معناداری	گروه فعالیتی با حجم بالا(VT)		سطح معناداری
		پیش از فعالیت	پس از فعالیت		پیش از فعالیت	پس از فعالیت	
اکسیژن مصرفی اوج (کیلوگرم×دقیقه/ میلی لیتر)	گروه A	۳۷٫۳±۱٫۳	۴۲٫۴±۱٫۵	۰٫۰۱ +	۳۷٫۱±۱٫۵	۴۱٫۵±۰٫۸	۰٫۰۱ +×*
	گروه B	۳۸٫۰۵±۱٫۷	۴۲٫۸±۱٫۲	۰٫۰۲۱ +	۳۸٫۲±۱٫۸	۴۱٫۱±۱٫۵	۰٫۰۳ ×
زمـان دویـدن در ۱۵۰۰ متـر (ثانیه)	گروه A	۳۰۷± ۲٫۵	۲۹۶±۳٫۱	۰٫۰۱ +	۳۰۳±۲٫۸	۲۹۹±۲٫۹	۰٫۶
	گروه B	۳۰۶±۲٫۳	۲۹۷±۲٫۵	۰٫۰۷۳	۳۰۵±۱٫۸	۲۹۸±۱٫۵	۰٫۰۷
نسبت تبادل تنفسی	گروه A	۱٫۱±۰٫۰۸	۰٫۹۴±۰٫۰۷	۰٫۰۳ +	۰٫۹۳±۰٫۰۱	۰٫۹۰±۰٫۰۴	۰٫۰۹
	گروه B	۱٫۰۲± ۰٫۰۷	۰٫۹۹±۰٫۰۵	۰٫۱۴	۰٫۹۲±۰٫۰۸	۰٫۸۹±۰٫۰۶	۰٫۱۱
لاکتات بیشینه (ثانیه× لیتر /میلی مول)	گروه A	۰٫۰۵۰±۰٫۰۱۸	۰٫۰۶۰±۰٫۰۱۱	۰٫۰۲+	۰٫۰۵۸±۰٫۰۲۱	۰٫۰۵۳±۰٫۰۱۲	۰٫۱۷
	گروه B	۰٫۰۶۱±۰٫۰۰۲	۰٫۰۶۵±۰٫۰۵۰	۰٫۳۸	۰٫۰۶۱±۰٫۰۰۹	۰٫۰۵۴±۰٫۰۱۸	۰٫۳۵
حجم پلاسما (٪)	گروه A	۵۸٫۲۳±۰٫۴۴	۵۷٫۸۲±۰٫۳۶	۰٫۵۴	۵۸٫۶۵±۰٫۱۲	۵۷٫۷۶±۰٫۴۴	۰٫۷۱
	گروه B	۵۸٫۴۸±۰٫۴۴	۵۷٫۳۱±۰٫۴۴	۰٫۶۵	۵۸٫۱۱±۰٫۴۴	۵۷٫۰۸±۰٫۴۴	۰٫۴۷

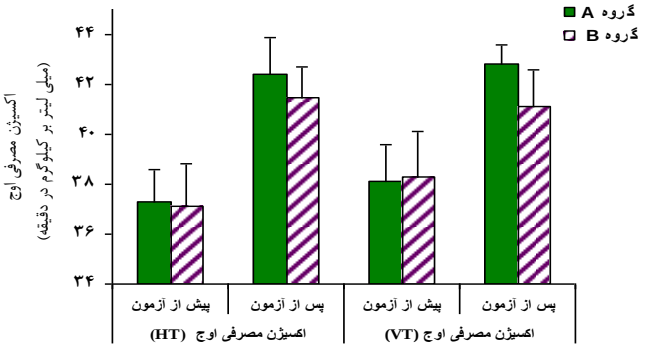
+ تفاوت معنادار بین گروه‌های فعالیتی A و B در مدل فعالیتی HT (P<۰٫۰۵)

× تفاوت معنادار بین گروه‌های فعالیتی A و B در مدل فعالیتی VT (P<۰٫۰۵)

* تفاوت معنادار بین مدل‌های فعالیتی HT و VT (P<۰/۰۵)

Archive of SID

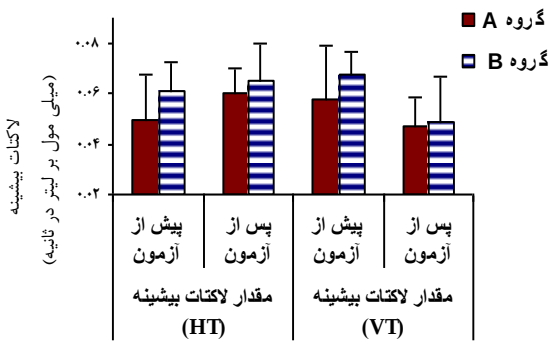
www.SID.ir



شکل ۱. .میانگین و انحراف استاندارد VO_2 اوج طی مدل‌های فعالیتی مختلف

+ تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه A (P<۰/۰۵)

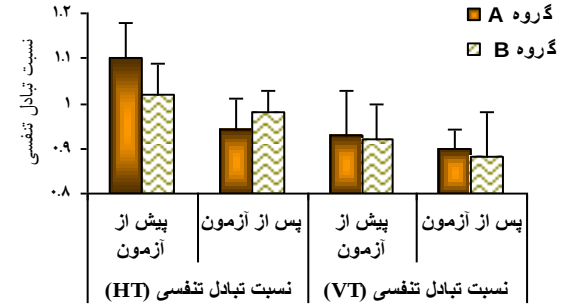
*تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه B (P<۰/۰۵)



شکل ۲. میانگین و انحراف استاندارد لاکتات بیشینه طی مدل‌های فعالیتی مختلف

+ تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه A (P<۰/۰۵)

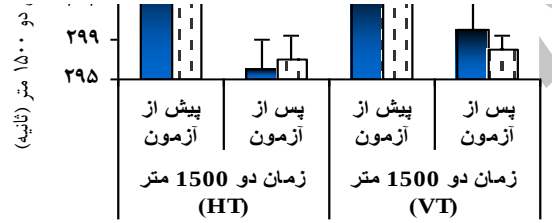
* تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه B (P<۰/۰۵)



شکل ۳. میانگین و انحراف استاندارد RER طی مدل‌های فعالیتی مختلف

+ تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه A (P<۰/۰۵)

* تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه B (P<۰/۰۵)



شکل ۴. میانگین و انحراف استاندارد T_{1500m} طی مدل‌های فعالیتی مختلف

+ تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه A (P<۰/۰۵)

* تفاوت معنادار بین پیش و پس از استفاده از مدل فعالیتی HT در گروه B (P<۰/۰۵)

www.SID.ir

یافته‌های هلگراد (۱۳)، لارسن و جنکینز (۱۴)، تاباتا (۱۵) و اسپرلیچ (۵) با یافته‌های این بخش از پژوهش همخوانی دارد. فعالیت‌های با شدت بالا استفاده از ذخایر انرژی فوری و گلیکوژن را سرعت می‌بخشند (افزایش رهاسازی انرژی بی‌هوازی) و این امر باعث بالا رفتن RER و نزدیک شدن این متغیر به عدد یک و حتی بیش از آن می‌شود. افزایش سطح این متغیر از عدد یک نشانه‌ای از بالارفتن سطح لاکتات خون و اسیدی شدن محیط عضله و در نتیجه کاهش عملکرد آن و در نهایت، کاهش اجرای ورزشی ورزشکار است (۲،۱). یافته‌های این بخش از پژوهش نیز نشان داد که بین پیش و پس از اجرای مدل فعالیتی HT تفاوت معناداری در مقدار RER آزمودنی‌ها در هر دو گروه A و B وجود دارد. این مطلب بیانگر این موضوع است که این نوع فعالیت با افزایش استفاده از ذخایر انرژی فوری، گلیکوژن و افزایش RER تا بالاتر از عدد یک، در افزایش سطح لاکتات خون و فشار فیزیولوژیکی وارد بر ورزشکاران و در نهایت کاهش زمان اجرای آن‌ها سهم بالایی دارد (۱).

بخش دیگری از یافته‌های این پژوهش نیز این گفته‌ها را تأیید کرد و نشان داد که بین پیش و پس از استفاده از این مدل فعالیتی تفاوت مثبت و معناداری در مقدار لاکتات گروه‌های A و B وجود دارد. این یافته‌ها نشان داد سطح لاکتات خون و RER آزمودنی‌ها در گروه‌های فعالیت نسبت به پیش از فعالیت بالاتر رفته و این موضوع آثار مخربی را در ادامه بر زمان اجرا و عملکرد آزمودنی خواهد داشت.

از طرفی، در مورد مدل دیگر فعالیت (VT) و در گروه B این یافته‌ها تفاوت معنادار و منفی را بین پیش و پس از کاربرد مدل فعالیتی نشان دادند. این یافته بیانگرکاهش سطح لاکتات خون و RER ورزشکار پس از استفاده از این مدل فعالیتی است که به سبب استفادهٔ بیشتر از ذخایر چربی و ذخایر انرژی هوازی، منبع انرژی غالب طی فعالیت است. اگرچه این موضوع احتمال افزایش زمان اجرای ورزشکار را بیشتر می‌کند، ولی در مطالعات مختلف از حداکثر مقدار لاکتات در بارکار جهت بررسی وضعیت میزان دخالت منابع بی‌هوازی مورد استفاده طی فعالیت استفاده شده (۱۶) و نشان داده شده است که تجمع مقادیر بالایی از لاکتات در خون دلیلی بر افزایش رهاسازی انرژی از منابع بی‌هوازی است و این مسئله درگیری مسیرهای انرژی بی‌هوازی را افزایش می‌دهد و به گسترش و تقویت آن‌ها در طولانی‌مدت می‌انجامد. همچنین، بالا بودن سطح لاکتات خون باعث بالارفتن ظرفیت تامپونی بدن و افزایش پروتئین‌های برداشت‌کنندهٔ لاکتات و در نهایت بالا بردن آستانهٔ لاکتات بدن می‌شود (۵،۲،۱).

از طرفی، با توجه به کاهش سطح Lac_{max} بعد از فعالیت VT، شاید بتوان دلیل کاهش عملکرد و بالارفتن زمان اجرای ورزشکاران را به کاهش اثر منابع بی‌هوازی در تأمین انرژی و در نتیجه تضعیف این منابع هنگام تمرین با این مدل فعالیتی نسبت داد (۵). در همین ارتباط، یافته‌های این پژوهش نشان داد که پس از کاربرد مدل فعالیتی VT تغییر معناداری در زمان اجرای ورزشکاران ایجاد نمی‌شود. این مطلب عدم پیشرفت اجرای ورزشی ورزشکار پس از استفاده از این نوع مدل فعالیتی را نشان می‌دهد. این موضوع در حالی مطرح می‌شود که پس از انجام مدل فعالیتی HT زمان اجرای

Archive of SID

www.SID.ir

ورزشکاران با کاهش معناداری روبه‌رو شد. اخیراً، برخی مطالعات به این مطلب اشاره کرده‌اند که بالا بودن شدت فعالیت نه تنها نیازهای فیزیکی را افزایش می‌دهد، بلکه باعث تنظیم بهتر گام‌های ورزشکار می‌شود (۵،۱۷). برخی دیگر نیز پیشنهاد کرده‌اند فعالیت‌های با شدت بالا با نگهداری حداکثر لاکتات در بارکار در سطح بالایی طی فعالیت، نقش مهمی در گسترش ظرفیت هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران دارد (۱۸). این مسئله ممکن است توجیه‌کنندهٔ این مطلب باشد که چرا پس از کاربرد مدل فعالیتی HT عملکرد فرد بهبود می‌یابد و باعث کاهش زمان اجرا می‌شود.

با در نظر گرفتن مطالب فوق، به نظر می‌رسد استفاده از مدل تمرینی HT با توجه به محدودیت زمانی و فضای ورزشی، برای ورزشکاران ردهٔ سنی ۱۰ تا ۱۴ ساله مناسب‌تر باشد. اما باید توجه داشت که افزایش ناگهانی در حجم و یا شدت فعالیت ممکن است با بالا بردن فشار فیزیولوژیکی طی تمرین، احتمال بروز نشانه‌های فراخستگی[1] یا حتی بیش‌تمرینی[2] را افزایش دهد (۱۹،۲۰)، به‌طوری‌که ایجاد چنین شرایط ناخواسته‌ای ممکن است منجر به کاهش حداکثر ظرفیت جسمانی (۱۹) شود که با نشانه‌هایی چون تخلیهٔ انرژی، خستگی، فقدان انرژی، افت حاد اجرا، تغییرات بیومکانیکی عضلانی و مفصلی همراه است. همچنین، ممکن است با سرکوب سیستم ایمنی بدن نیز همراه باشد (۲۱،۲۲).

در مطالعهٔ حاضر در هیچ یک از ورزشکاران این نشانه‌ها مشاهده نشد، ولی ممکن است با طولانی‌تر شدن فعالیت یا حتی بالاتر رفتن شدت فعالیت، این نشانه‌ها بروز کنند. بنابراین، ضمن رعایت ملاحظات سنی و فیزیولوژیکی برای نیل به نتایج دقیق‌تر و اظهار نظر صحیح‌تر، انجام مطالعات مشابهی با دوره‌های تمرینی طولانی‌تر و حتی شدت فعالیت بیشتر در این گروه از ورزشکاران پیشنهاد می‌شود.

یافته‌های این پژوهش همچنین نشان داد که حجم پلاسمای خون پس از جلسات فعالیت با شدت بالا و با حجم بالا اندکی کاهش داشته است ولی معنادار نبوده است. این یافته حاکی از عدم پدیدهٔ رقیق یا غلیظ شدن پلاسما و ثبات نسبی حجم آن است. در طول اجرای تمرینات، به آزمودنی‌ها اجازه داده شد به صورت اختیاری آب کافی بنوشند که این مسئله و سازگاری با تمرینات عدم تغییر در حجم پلاسما را توجیه می‌کند. در پایان، بر اساس مجموع یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل فعالیتی HT (انجام فعالیت با شدت بالاتر) نسبت به مدل فعالیتی VT (انجام فعالیت با حجم بالاتر) کارایی بالاتری دارد و با توجه به محدودیت زمانی در برنامهٔ این گروه از ورزشکاران، این مدل تمرینی ممکن است جایگزین خوبی برای مدل‌های تمرینی طولانی‌مدت و خسته‌کننده به لحاظ دورهٔ زمانی باشد.

1. Over Reaching
2. Over Training

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

1. Rozenek R., Funato K, Kubo J, Hoshikawa M, Matsuo A, (2007), Physiological responses to interval training sessions at velocities associate with VO_2max, Journal of Strength and Conditioning Research, 21: 188-192.
2. Midgley AW, Mc Naughton, LR, (2006), Time at or near VO_2max during continuous and intermittent running, Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 46, 1-14.
3. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J, (2005), Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players, Br J Sports Med, 39:273–277.
4. Sharp R, (2000), Physiology of swimming, In: Garret, W, Kirkendall, D,T (eds), Exercise and sport science, 895–904.
5. Sperlich B, Zinner C, Heilemann I, Kjendlie P, Holmberg HC, Mester J, (2010), High-intensity interval training improves VO_2peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers, Eur J Appl Physiol, 110:1029–1036.
6. Faude O, Meyer T, Scharhag J, Weins F, Urhausen A, Kindermann W, (2008), Volume vs intensity in the training of competitive swimmers, Int J Sports Med 29:906–912.
7. Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Houmard JA, Mitchell JB, Thomas R, Park SH, (1988), Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. Med Sci Sports Exerc 20:249–254.
8. Vuorimaa T, Virlander R, Kurkilahti P, Vasankari T, Hakkinen K, (2006), Acute changes in muscle activation and leg extension performance after different running exercises in elite long distance runners. European Journal App1ied Physiology. 96: 282-291.
9. Billat LV, (2001), Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part I: aerobic interval training, Sports Medicine, 31: 13-31.
10. Billat LV, (2001), Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part II: anaerobic interval training, Sports Medicine, 31: 70-85.
11. Dupont G, Blondel N, Berthoin S, (2003), Time spent at VO_2max: a methodological issue. Int J Sports Med. 24: 291-297.
12. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol 1974; 37: 247–258.
13. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J, (2001), Aerobic endurance training improves soccer performance, Med Sci Sports Exerc 33:1925–1931.
14. Laursen PB, Jenkins DG, (2002), The scientific basis for high-intensity interval training: optimizing training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes, Sports Med, 32:53–73.
15. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K, (1996), Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO2max. Med Sci Sports Exerc 28:1327–1330.
16. Heck H, Schulz H, (2002), Diagnostics of anaerobic power and capacity. Dtsch Z Sportmed 53:202–212.
17. Dekerle J, Sidney M, Hespel JM, Pelayo P, (2002), Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. Int J Sports Med 23:93–98.
18. Baron B, Dekerle J, Robin S, Neviere R, Dupont L, Matran R, Vanvelcenaher J, Robin

Archive of SID

www.SID.ir

H, Pelayo P, (2003), Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state, Int J Sports Med, 24:582–587.
19. Baquet G, Berthoin S, Dupont G, Blondel N, Fabre C, van Praagh E, (2002), Effects of high intensity intermittent training on peak VO_2 in prepubertal children, Int J Sports Med, 23:439–444.
20. Smith DJ, (2003), A framework for understanding the training process leading to elite performance. Sports Med, 33:1103–1126.
21. Ryan R, Coyle E, Quick R, (1987), Blood lactate profile throughout a training season in elite female swimmers, J Swim Res 6: 5–10.
22. Montpetit R, Duvallet A, Cazorla G, Smith H, (1987), The relative stability of maximal aerobic power in elite swimmers and its relationship to training performance. J Swim Res 3:15–18.

Archive of SID

www.SID.ir