المپیک
فصلنامه

سال بیستم- شماره ۴ (پیاپی ۶۰) زمستان ۱۳۹۱

اثر حاد کشش ایستا و پویا بر اقتصاد دویدن و برخی عوامل سوخت‌وسازی فعالیت زیربیشینه در زنان فعال

❖ **مارال رامز**؛ کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزش دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تربیت معلم تهران*
❖❖ **حمید رجبی**؛ دانشیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تربیت معلم تهران
❖❖❖ **منیژه نوروزیان**؛ استادیار دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تربیت معلم تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۴
تاریخ تصویب: ۹۱/۶/۲

چکیده: پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر حاد کشش ایستا و پویا بر اقتصاد دویدن و برخی عوامل سوخت‌وسازی فعالیت زیربیشینه در شانزده دانشجوی زن رشتهٔ تربیت بدنی با سن ۱/۶۲±۲۳/۸۷ سال، قد ۶/۲۳±۱۶۳/۴۶ سانتی‌متر، وزن ۷/۸۴±۵۷/۲۰ کیلوگرم، چربی ۲/۷۰±۲۳/۹۶ درصد و حداکثر اکسیژن مصرفی ۳/۴۱±۴۲/۱۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه انجام شد. آزمودنی‌ها در سه جلسهٔ جداگانه دو پروتکل کشش (ایستا و پویا) و بدون کشش را قبل از فعالیت زیربیشینه انجام دادند (شش دقیقه دویدن روی نوارگردان با شدت ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی). تمام متغیرها با گاز انالایزر جمع‌آوری و نمودار پویایی اکسیژن مصرفی ثبت شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و نیز آزمون تعقیبی LSD افزایش معناداری در اکسیژن مصرفی طی فعالیت زیربیشینه، بعد از کشش ایستا نسبت به کنترل را نشان داد (P=۰/۰۳۷)، در حالی که بین کشش پویا و کنترل (P=۰/۰۹۶) و نیز بین کشش ایستا و پویا (P=۰/۳۳۳) تفاوت معناداری یافت نشد. تهویه به طور معناداری در هر دو وضعیت کشش ایستا (P=۰/۰۲۸) و پویا (P=۰/۰۴۴) نسبت به کنترل افزایش داشت، ولی بین کشش ایستا و پویا تفاوت معنادار نبود (P=۰/۸۱۱). در سایر متغیرها نیز (V_E، Co_2، RER، τ_1، τ_2، τ_3) بین سه وضعیت تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد کشش ایستا با افزایش معنادار در اکسیژن مصرفی، باعث کاهش اقتصاد دویدن و در نتیجه اختلال در عملکرد دویدن زیربیشینه می‌شود، ولی کشش پویا بر اقتصاد دویدن اثر منفی ندارد.

واژگان کلیدی: اقتصاد دویدن، ثابت‌های زمانی پویایی اکسیژن مصرفی، عوامل سوخت‌وسازی، فعالیت زیربیشینه، کشش ایستا و پویا.

* **E. mail: maralramez@yahoo.com**

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گرم کردن یکی از اجزای کلیدی تمرین و مسابقه است، زیرا برنامهٔ گرم کردن مناسب، ورزشکار را از نظر جسمی و روحی برای عملکرد بهتر در تمرین و مسابقه آماده می‌سازد و از آسیب‌دیدگی نیز جلوگیری می‌کند (۳). هر چند فعالیت‌ها و روش‌های متنوعی برای گرم کردن استفاده می‌شوند، اما معمولاً اکثر ورزشکاران مبتدی و نخبه حرکات کششی را بخشی از برنامهٔ گرم کردن قبل از فعالیت اصلی به منظور افزایش جریان خون، تمرکز و هماهنگی (۳۷)، افزایش انعطاف‌پذیری و دامنهٔ حرکتی، کاهش سفتی عضله، جلوگیری از آسیب و بهبود اجرا به کار می‌برند (۳۷،۸،۵).

از جمله رایج‌ترین حرکات کششی مورد استفادهٔ ورزشکاران کشش ایستا و پویاست (۳۷). پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند کشش ایستا قبل از رویدادهای بی‌هوازی مانند حداکثر تولید نیرو، قدرت، توان، پرش عمودی، دو سرعت، چابکی و زمان واکنش باعث کاهش عملکرد می‌شود (۲۹،۲۲،۱۵،۱۰)، ولی کشش پویا عملکرد را افزایش می‌دهد (۲۴،۲۲،۱۸،۱۵،۶). بر همین اساس، در سال‌های اخیر، استفاده از کشش پویا در برنامهٔ گرم‌کردن افزایش یافت (۲۴). با وجود این، اثر حاد کشش بر عملکرد هوازی و استقامتی هنوز روشن نشده است و در جوامع علمی همچنان مورد سؤال و بحث است (۳۵).

مطالعات نسبتاً جدید نشان می‌دهند در عملکرد استقامتی، علاوه‌بر حداکثر اکسیژن مصرفی و آستانهٔ لاکتات، توانایی استفادهٔ مؤثر از انرژی و در نتیجه اقتصاد فعالیت بالا و VO_2 پایین‌تر برای کاری یکسان، جزیی حیاتی برای موفقیت در عملکرد، به خصوص در میان ورزشکاران نخبه است (۸).

بر همین اساس، در پژوهش‌های بسیاری ارتباط قوی بین اقتصاد دویدن (مصرف انرژی کمتر در سرعت معین) و عملکرد استقامتی گزارش شده است (۳۵،۳۴). در حقیقت، اقتصاد دویدن، تقاضای (هزینهٔ) انرژی در سرعت معین هنگام دویدن زیربیشینه است و از طریق مصرف اکسیژن در حالت یکنواخت و نسبت تبادل تنفسی تعیین می‌شود (۳۰).

در مجموع عوامل متعددی بر هزینهٔ انرژی و اقتصاد دویدن و در نتیجه بر عملکرد استقامتی اثرگذارند، از جمله سن، جنس، خستگی (۳۴)، و عوامل آنتروپومتری، فیزیولوژیایی، محیطی، بیومکانیکی و تمرینی (۳۰). همچنین، به نظر می‌رسد، فعالیت ورزشی به‌ویژه فعالیتی که در مرحلهٔ گرم کردن پیش از رقابت استفاده می‌شود نیز بر هزینهٔ انرژی و اقتصاد دویدن و پویایی اکسیژن مصرفی مؤثر است. بنابراین، این‌گونه تمرینات باید به گونه‌ای انتخاب شوند که از افزایش هزینهٔ انرژی جلوگیری کنند و باعث بهبود عملکرد شوند (۳۵).

در همین راستا، انعطاف‌پذیری عامل بیومکانیکی تمرین‌پذیر و مؤثر بر اقتصاد دویدن مورد توجه قرار گرفت (۳۴،۱۹). پژوهشگران بسیاری، هم در دونده‌ها و هم در غیرورزشکاران، بین انعطاف‌پذیری در عضلات ران، پا، تنه و لگن با اقتصاد دویدن ارتباط معکوس و معناداری گزارش کردند و پیشنهاد می‌کنند اقتصاد دویدن در دونده‌های استقامت با انعطاف‌پذیری کمتر، بهتر و در مقایسه با افراد با انعطاف‌پذیری بالا، هزینهٔ اکسیژن در یک

www.SID.ir

کار زیربیشینهٔ مشابه کمتر است (۳۴،۱۹،۱۳).

علت این پدیده بیشتر بودن ذخیرهٔ انرژی الاستیک در دونده‌های با انعطاف‌پذیری کمتر است (۳۷،۱۹،۱۳). در حقیقت گزارش شده است که هنگام دو استقامت ۴۰ تا ۵۰ درصد تقاضای انرژی از انرژی الاستیک تأمین می‌شود (۳۴). هنگام دویدن، در مرحلهٔ استریک انقباض (مرحلهٔ فرود گام)، انرژی مکانیکی در عضلات، تاندون‌ها و لیگامنت‌ها ذخیره می‌شود و آزاد شدن آن در مرحلهٔ کانسنتریک (مرحلهٔ کندن) باعث کاهش هزینهٔ انرژی می‌شود.

توانایی عضلات برای ذخیره و بازگشت انرژی، باعث تفاوت بین دونده‌ها در اقتصاد دویدن می‌شود. داشتن سیستم تاندون ـ عضلهٔ محکم و سفت باعث افزایش ذخایر الاستیک (که هزینهٔ اضافی در انرژی ندارند) و آزادسازی بیشتر انرژی و در نتیجه کاهش تقاضا و مصرف اکسیژن زیربیشینه می‌شود (۳۰). بهبود اقتصاد دویدن به دنبال تمرین مقاومتی (۸، ۳۰) نیز تأییدی بر این ارتباط است.

با وجود این، برخی دیگر از پژوهشگران این ارتباط معکوس را رد می‌کنند و انعطاف‌پذیری را عامل اساسی در رسیدن به اوج عملکرد می‌دانند و معتقدند کشش قبل از تمرین بر اقتصاد و عملکرد دویدن مؤثر است (۱۶،۹)، زیرا باعث کاهش سفتی و در نتیجه نیاز به انرژی کمتر برای به حرکت درآوردن عضله می‌شود (۳۱،۱۶).

البته، پژوهش‌ها در مورد اثر حاد کشش بر اقتصاد دویدن و هزینهٔ انرژی متناقض و هنوز کاملاً روشن نشده‌اند (۳۴). برای مثال، گادجس (۱۶) با مطالعهٔ هفت مرد دانشجوی تمرین نکرده، بهبود ۴ تا ۷ درصدی در اقتصاد دویدن بلافاصله بعد از برنامهٔ کشش ایستا را نشان داد، در حالی که برخی پژوهش‌ها اثر منفی کشش بر اقتصاد دویدن را گزارش می‌کنند (۳۵،۱۹).

همچنین، پژوهش‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند کشش ایستا (۳۴) و پویا (۳۲) باعث فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و در نتیجه افزایش هزینهٔ انرژی می‌شوند و عملکرد استقامتی را کاهش می‌دهند. از طرفی، پژوهش‌هایی نیز وجود دارند که نشان می‌دهند تفاوت معناداری در هزینهٔ انرژی و اقتصاد دویدن بین گروه کشش و کنترل وجود ندارد.

آلیسون و همکارانش (۸) نشان دادند کشش ایستا به مدت طولانی اثری بر هزینهٔ انرژی (VO_2)، اقتصاد دویدن، RER، HR و V_E ندارد. همچنین، پترسون (۲۸) اثر کشش بر فاکتورهای قلبی- عروقی و همودینامیکی (Q , HR DBP, SBP , MAP) و تنفسی (VE, F_b Tv) را بررسی کرد و نشان داد کشش ایستا هیچ اثر مضر یا مفیدی بر اقتصاد دویدن ندارد.

موجوک و همکارانش (۲۵) نیز با پژوهش روی زنان دوندهٔ استقامت نشان دادند کشش ایستا بر اقتصاد دویدن، هزینهٔ انرژی، ضربان قلب و عملکرد استقامتی تأثیری ندارد. همچنین، هایس و والکر (۱۷) و نیز زیمر و همکارانش (۳۷) پیشنهاد کردند کشش ایستا و کشش پویا اثری بر اقتصاد دویدن یا اکسیژن مصرفی زیربیشینه ندارد.

بنابراین، اثر کشش بر اقتصاد دویدن و هزینهٔ انرژی هنوز روشن نیست و اطلاعات ضد و نقیضی در این خصوص وجود دارد که این اختلافات احتمالاً مربوط به تفاوت‌هایی در روش تمرین،

www.SID.ir
Archive of SID

تعداد آزمودنی‌ها (۳۴)، سن، جنس، سطح آمادگی و میزان فعالیت قبلی آزمودنی‌ها، رژیم غذایی، طراحی آزمون، شدت و مدت آزمون و نوع، شدت، مدت و زمان کشش، و فاصلهٔ کشش تا اجرا می‌شود (۲۸). بنابراین، یافته‌های پژوهش‌های موجود به‌طور آشکاری با یکدیگر در تناقض‌اند و برای بیان دقیق‌تر اثر کشش بر هزینهٔ انرژی و اقتصاد دویدن و نیز روشن شدن سازوکارهای احتمالی این اثر، باید فاکتورهای فیزیولوژیایی، همودینامیکی و سوخت‌وسازی متنوعی آزمایش شوند (۲۸).

همچنین، با توجه به چشم‌گیرتر بودن اهمیت پویایی اکسیژن مصرفی نسبت به دیگر پارامترهای آمادگی هوازی مانند حداکثر اکسیژن مصرفی و آستانهٔ لاکتات در بین تفاوت‌ها در اجرای ورزشی و نیز با توجه به اینکه اکسیژن مصرفی فعالیت زیربیشینه دارای مؤلفه‌ها یا فازهای زمانی مختلفی است (۲۱) و پیوند کسر اکسیژن با مرحلهٔ یکنواخت (۲۳)، بررسی اثر کشش بر ثابت‌های زمانی اکسیژن مصرفی جنبه‌های جدیدی از تأثیر کشش را بر عملکرد ورزشی روشن می‌کند و مشخص می‌کند که آیا کشش می‌تواند با تأثیر بر ثابت‌های زمانی پویایی اکسیژن مصرفی بر سرعت پویایی اکسیژن مصرفی و میزان کسر اکسیژن در فعالیت زیربیشینه و در نهایت بر عملکرد اثر داشته باشد؟

بنابراین، هدف این پژوهش عبارت است از بررسی اثر کشش ایستا و پویا بر اقتصاد دویدن (VO_2 حالت یکنواخت فعالیت زیربیشینه) و برخی عوامل سوخت‌وسازی مؤثر (RER[1]، VCO_2[2]، V_E[3]) و نیز بر ثابت‌های زمانی (τ_1، τ_2، τ_3) از نمودار پویایی اکسیژن مصرفی، طی فعالیت زیربیشینه. با توجه به نتایج پژوهش‌هایی که آثار متفاوت کشش ایستا و پویا بر عملکرد بی‌هوازی را به نمایش گذاشته‌اند، به نظر می‌رسد کشش ایستا و پویا اثر متفاوتی بر اقتصاد دویدن و این عوامل داشته باشند. بدیهی است آگاهی از آثار کشش به ورزشکاران و مربیان ورزشی کمک خواهد کرد از برنامه‌های مناسب برای گرم کردن استفاده کنند تا موجب بهبود عملکرد آن‌ها گردد و در مورد اجرای کشش به درستی تصمیم‌گیری نمایند.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر با روش نیمه‌تجربی و طرح درون گروهی با آزمون تکراری انجام گرفت که در آن یک گروه آزمایشی در معرض متغیرهای مستقل به صورت متقاطع در سه روز مختلف قرار گرفتند.

آزمودنی‌ها. شانزده دانشجوی زن رشتهٔ تربیت بدنی که به طور متوسط، هفته‌ای ۱۰/۵ ساعت فعالیت ورزشی متنوع داشتند (پیاده‌روی، دویدن، شنا، ایروبیک، والیبال، بدمینتون، بسکتبال، هندبال و جز آن) با ویژگی‌های آنتروپومتری و فیزیولوژی مندرج در جدول ۱ داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

روش انجام پژوهش. ابتدا در جلسه‌ای جداگانه هدف از انجام پژوهش و نحوهٔ اجرای آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و پس از پر کردن پرسشنامه و امضای رضایتنامه، هر یک از آزمودنی‌ها چهار جلسهٔ جداگانه به آزمایشگاه آمدند. در جلسهٔ

1. Respiratory exchange ratio
2. Expired Carbon Dioxide
3. Minute Ventilation

www.SID.ir
Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتری و فیزیولوژی آزمودنی‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	چربی (درصد)	VO_{2max} (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	آستانهٔ لاکتات (درصد VO_{2max})
میانگین	۲۳/۸۷	۱۶۳/۴۶	۵۷/۲۰	۲۱/۳۸	۲۳/۹۶	۴۲/۱۵	۷۷/۹۴
انحراف استاندارد	۱/۶۲	۶/۲۳	۷/۸۴	۲/۰۴	۲/۷۰	۳/۴۱	۶/۱۳

اول قد با قدسنج seca، وزن، درصد چربی و شاخص تودهٔ بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن مدل X Pluse (ساخت کرهٔ جنوبی) اندازه‌گیری شد. تمام آزمودنی‌ها آزمون فزاینده تا حد واماندگی را برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی و آستانهٔ لاکتات روی نوارگردان (تکنوجیم (Technogym)، مدل Med، ساخت ایتالیا) انجام دادند.

برای سنجش VO_{2max} و دیگر گازهای سوخت‌وسازی از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (گاز انالایزر مدل Cortex – Metalayzer 3B ساخت آلمان) استفاده شد. پروتکل اندازه‌گیری VO_{2max} به صورت دویدن روی نوارگردان، ابتدا با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت به مدت سه دقیقه و سپس افزایش سرعت به میزان ۱ کیلومتر بر ساعت به ازای هر دقیقه تا رسیدن به درماندگی بود (۲۷،۱). از طرفی، رسیدن منحنی اکسیژن مصرفی به سطح یکنواخت، رسیدن به ضربان قلب بیشینهٔ پیش‌بینی شده بر اساس سن و نسبت تبادل تنفسی بیش از ۱/۱ مقیاس‌های معتبری بودند (۴) که نشان می‌دادند اکسیژن مصرفی به حد نزدیک به بیشینه رسیده است. سپس، آزمودنی‌ها در سه جلسهٔ جداگانه سه پروتکل کشش ایستا، کشش پویا و بدون کشش را قبل از فعالیت زیربیشینه انجام دادند، شامل شش دقیقه دویدن روی نوارگردان با شدت ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی. در هر جلسه آزمودنی‌ها بعد از پنج دقیقه گرم کردن روی نوارگردان با سرعت ۴/۸ کیلومتر (۳۷) حرکات مربوط را اجرا کردند (کشش ایستا، کشش پویا یا کنترل (غیرفعال)). در نهایت، بعد از سه دقیقه استراحت (نصب ماسک و ambient دستگاه) (۸)، آزمون مورد نظر را اجرا کردند که شش دقیقه دویدن روی نوارگردان با سرعت ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود. این شدت با توجه به برخی منابع (۸) شدت زیربیشینه برای دویدن و اطمینان از رسیدن به حالت یکنواخت و مدت شش دقیقه نیز با توجه به استفاده در برخی منابع (۲۰،۱)، همچنین مطالعهٔ راهنما جهت اطمینان از رسیدن به حالت یکنواخت (قبل از حداکثر ۳/۵ دقیقه) و نیز کاهش تأثیر خستگی ناشی از طولانی‌تر شدن مدت آزمون بر نتایج پژوهش انتخاب شد.

آزمون روی نوارگردان متصل به دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی اجرا می‌شد. شاخص‌های تنفسی در تمام مراحل آزمون جمع‌آوری می‌شد و در نهایت، با توجه به اینکه مرحلهٔ یکنواخت فعالیت

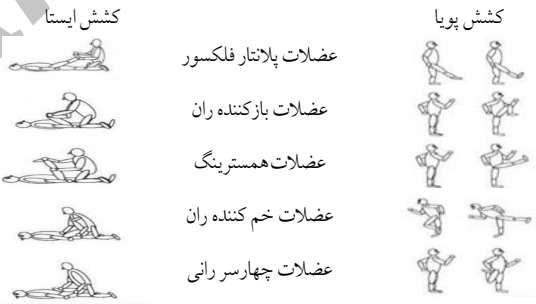
www.SID.ir
Archive of SID

زیربیشینه معمولاً بعد از دو تا سه دقیقه از شروع فعالیت حاصل می‌شود (۲۱)، همچنین با توجه به نتایج حاصل از مطالعهٔ راهنما و نیز منبعی که در این خصوص وجود داشت (۳۷)، دو دقیقهٔ آخر فعالیت مرحلهٔ یکنواخت فعالیت در نظر گرفته شد و برای هر متغیر میانگین داده‌های این دو دقیقه ثبت شد. ثابت‌های زمانی از روی نمودار پویایی اکسیژن مصرفی محاسبه شد. ثابت زمانی ۱ (τ_1) زمان رسیدن به ۶۳٪ کل اکسیژن مصرفی، ثابت زمانی ۲ (τ_2) زمان رسیدن به ۸۶٪ کل اکسیژن مصرفی و ثابت زمانی ۳ (τ_3) زمان رسیدن به ۹۵٪ اکسیژن مصرفی بود (۲۱).

بین هر نوبت آزمون ۲۴ ساعت فاصله بود تا آثار تمرین قبلی از بین برود. از آزمودنی‌ها خواسته شد در این مدت از فعالیت بدنی خودداری کنند (۳۷،۱۷) و قبل از آزمون از مصرف غذاهای چرب، پرکربوهیدرات، گوشتی غیرمعمول و کافئین و هرگونه دارو و مکمل اجتناب کنند. در هر روز، زمان مشابهی با روزهای قبل برای هر آزمودنی به منظور کاهش آثار تغییر شبانه‌روزی در نظر گرفته شد و هیچ کدام از آزمودنی‌ها در مرحلهٔ خونریزی قاعدگی قرار نداشتند.

پروتکل کشش. کشش ایستا شامل پنج حرکت روی گروه عضلات اصلی مورد استفاده در دویدن بود، از جمله چهارسر، همسترینگ، خم‌کننده‌های ران، بازکننده‌های ران و عضلات پلانتار فلکسور (شکل ۱)(۳۶). هر حرکت در کشش ایستا سی ثانیه طول می‌کشید (کشش تا نقطهٔ ملایمی از درد (ناراحتی)) (۳۶،۱۷) و در دو نوبت اجرا می‌شد. در هر حرکت ابتدا پای راست و سپس پای چپ کشش داده می‌شد و بعد حرکت دوم اجرا می‌شد. بعد از اتمام هر پنج حرکت، نوبت دوم به همان ترتیب نوبت اول اجرا می‌شد (۱۷).

کشش پویا نیز روی همان گروه عضلات (شکل ۱) و به همان ترتیب، در پنج حرکت، هر کدام با پانزده تکرار در مدت سی ثانیه (۳۶) و در قالب دو نوبت اجرا و سرعت حرکت و تعداد آن‌ها با مترونوم کنترل می‌شد. گروه کنترل نیز به همان مدتی که دو گروه دیگر حرکات کششی را اجرا می‌کردند غیرفعال می‌نشستند. در کل، روند کشش ده دقیقه (به‌علاوهٔ دو دقیقه زمان صرف شده برای تعویض اندام و تبدیل از یک حرکت به حرکت بعدی) بود و در نهایت سه دقیقه پس از اتمام کشش، آزمون



شکل ۱. حرکات کششی مورد استفاده در پژوهش به‌صورت ایستا و پویا

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ : نتایج متغیرهای پژوهش

ـــــ	کنترل M ± SD	کشش ایستا M ± SD	کشش پویا M ± SD	ارزش P (سطح معناداری)	نتایج آزمون تعقیبی LSD	
					گروه‌ها	ارزش P
VO_2 (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۳۲/۶۰±۲/۸۷	۳۳/۴۷±۲/۹۸	۳۳/۱۷ ±۲/۵۳	٭ ۰/۰۴۴	کنترل ایستا ٭	۰/۰۳۷
					کنترل پویا	۰/۰۹۶
					ایستا پویا	۰/۳۳۳
τ۱ (ثانیه)	۶۰/۶۲±۸/۴۵	۶۸±۱۳/۸۶	۶۰/۱۸±۷/۹۶	۰/۰۵۵	ـــــ	
τ۲ (ثانیه)	۹۷/۱۲±۱۶/۱۲	۱۰۴/۰۶±۱۶/۰۲	۹۷±۱۱/۳۰	۰/۲۱۳	ـــــ	
τ۳ (ثانیه)	۱۵۱/۷۵±۲۷/۹۴	۱۵۸/۵۶±۲۵/۱۷	۱۴۱/۸۱±۲۳/۶۵	۰/۱۶۲	ـــــ	
VCO۲ (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۳۲/۱۴±۳/۳۴	۳۳/۳۱±۳/۴۸	۳۲/۶۱± ۳/۴۰	۰/۰۹۳	ـــــ	
RER	۰/۹۸۲±۰/۰۵	۰/۹۸۹±۰/۰۵	۰/۹۷۸±۰/۰۵	۰/۵۶۲	ـــــ	
V_E (لیتر بر دقیقه)	۶۷/۲۵±۱۰/۲۸	۷۰/۰۶±۱۰/۸۰	۷۰/۳۳±۱۰/۶۴	٭ ۰/۰۳۳	کنترل ایستا ٭	۰/۰۲۸
					کنترل پویا ٭	۰/۰۴۴
					ایستا پویا	۰/۸۱۱

٭ تفات معنادار

مربوط اجرا می‌شد.

روش آماری

ابتـدا، نرمال بـودن داده‌ها با اسـتفاده از آزمون آماری کلموگروف- اسـمیرنوف تأیید شد. سپس، برای بررسی تأثیر کشـش بر متغیرهای مورد بررسی و تعیین تفاوت بین سـه وضعیت (کشـش ایستا، پویا و کنتـرل) از آزمـون تحلیل واریانس بـا اندازه‌های تکراری (repeated measures ANOVA) و از آزمون تعقیبی LSD برای مشخص نمودن تفاوت بین وضعیت‌ها استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۶ انجام شـد و سـطح معناداری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظرگرفته شد.

یافته‌ها

نتایـج آزمون‌های مختلف (جـدول ۲) افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

معناداری را در اکسیژن مصرفی (ml/kg/min) طی فعالیت زیربیشینه، بعد از کشش ایستا نسبت به کنترل نشان دادند (کاهش اقتصاد دویدن) (P=۰/۰۳۷)، در حالی که بین کشش پویا و کنترل (P=۰/۰۹۶) و نیز بین کشش ایستا و پویا (P=۰/۳۳۳) تفاوت معناداری یافت نشد. تهویه به طور معناداری در هر دو وضعیت کشش ایستا (P=۰/۰۲۸) و پویا (P=۰/۰۴۴) نسبت به کنترل افزایش داشت. ولی بین کشش ایستا و پویا تفاوت معنادار نبود (P=۰/۸۱۱). در سایر متغیرها نیز (RER، V_E، CO_2، τ_1، τ_2، τ_3) بین سه وضعیت تفاوت معناداری (P>۰/۰۵) مشاهده نشد.

بحث

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، اکسیژن مصرفی حالت یکنواخت فعالیت زیربیشینه (ml/kg/min) بعد از کشش ایستا نسبت به کنترل افزایش معناداری داشت (P=۰/۰۳۷). به عبارت دیگر، می‌توان گفت که اقتصاد دویدن بعد از کشش ایستا کاهش یافت. اما کشش پویا نسبت به کنترل با وجود افزایش در میانگین اکسیژن مصرفی، تفاوت معناداری نشان نداد (P=۰/۰۹۶). بین دو نوع کشش ایستا و پویا نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد (P=۰/۳۱۶).

نتیجهٔ حاصل از پژوهش در مورد تأثیر کشش ایستا بر اقتصاد فعالیت، با یافته‌های نلسون (۲۶) و ویلسون (۳۵) همخوانی داشت که نشان دادند کشش ایستا اکسیژن مصرفی (VO_2) را افزایش می‌دهد.

در مقابل، این نتیجه با نتیجهٔ پژوهش گادجس (۱۶) که بهبود در اقتصاد دویدن بعد از کشش ایستا را نشان داد، از طرفی با پژوهش‌های آلیسون (۸)، زیمر (۳۷)، هایس (۱۷)، پترسون (۲۸) و موجوک (۲۵) که نشان دادند کشش ایستا قبل از فعالیت زیربیشینه هیچ اثر مفید یا مضری بر اقتصاد دویدن ندارد همخوانی ندارد.

نتایج پژوهش حاضر در مورد تأثیر کشش پویا بر اقتصاد دویدن نیز با نتایج حاصل از پژوهش‌های زیمر (۳۷) و هایس (۱۷) همخوانی دارد، اما با پژوهش سامر و همکارانش (۳۲) که افزایش در هزینهٔ انرژی در آزمون سی دقیقه دویدن را گزارش کردند همخوانی ندارد. هر چند در پژوهش حاضر نیز میانگین اکسیژن مصرفی بعد از کشش پویا نسبت به کنترل افزایش داشت.

شاید یکی از عواملی که بتواند تناقض میان یافته‌ها در این پژوهش‌ها را توجیه کند، مرحلهٔ گرم کردن قبل از حرکات کششی باشد. برای مثال، در پژوهش‌های آلیسون (۸) و پترسون (۲۸)، آزمودنی‌ها قبل از فعالیت اصلی، تنها حرکات کششی را انجام دادند که افزایشی در اکسیژن مصرفی حالت یکنواخت فعالیت بعد از کشش مشاهده نشد. در حالی که در پژوهش حاضر، آزمودنی‌ها قبل از حرکات کششی، با پنج دقیقه راه رفتن و یا جاگینگ روی نوارگردان خود را گرم کردند. بنابراین، این احتمال وجود دارد که گرم کردن اولیه با اثر بر فاکتورهای تنفسی (تهویه، تعداد تنفس و جزآن)، ضربان قلب، افزایش دما و خستگی ناشی از فعالیت بیشتر نسبت به پژوهش‌هایی که فقط کشش انجام شده، باعث افزایش هزینهٔ اکسیژن مصرفی طی فعالیت زیربیشینهٔ بعدی شده باشد.

اما، از آنجا که در پژوهش‌های زیمر، هایس و موجوک که اکسیژن مصرفی بعد از کشش، افزایش معناداری نداشت نیز پنج دقیقه گرم کردن قبل از

www.SID.ir

حرکات کششی انجام گرفت، بنابراین گرم کردن ابتدایی نمی‌تواند عامل ضروری در افزایش اکسیژن مصرفی و یا دست کم تنها عامل اثرگذار باشد. شاید یکی دیگر از عوامل تفاوت در نتایج پژوهش حاضر با نتایج این پژوهش‌ها، سطح آمادگی آزمودنی‌ها باشد، زیرا ورزشکاران به‌خصوص دونده‌های استقامتی اقتصاد دویدن بالاتر (۷)، پویایی اکسیژن سریع‌تر و ثابت زمانی کوچک‌تری (۲۱) نسبت به افراد غیرورزشکار یا کمتر تمرین کرده دارند.

در اکثر پژوهش‌های ذکر شده (۳۵،۳۲،۲۸،۲۵،۱۷،۸) از آزمودنی‌های دونده استفاده شده است، در حالی که آزمودنی‌های این پژوهش را زنان فعال که دونده نبودند تشکیل دادند. همچنین، از آنجا که شدت آزمون زیربیشینه در برخی پژوهش‌ها که افزایشی در اکسیژن مصرفی بعد از کشش گزارش نکردند (۳۷،۲۵،۱۷،۸) زیاد نیست (زیر آستانهٔ لاکتات، زیر آستانهٔ تهویه، ۶۵ و ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) و از طرفی، با توجه به اینکه افزایش شدت و سرعت آزمون باعث افزایش هزینهٔ انرژی و کاهش اقتصاد دویدن می‌شود (۴)، شاید علت اختلاف در نتیجهٔ پژوهش حاضر با نتایج پژوهش آن‌ها این باشد که شدت آزمون برای آزمودنی‌های پژوهش حاضر (۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) نسبت به شدت در پژوهش‌های ذکر شده زیادتر بوده است.

ممکن است در سرعت‌های بالاتر که باعث به کارگیری بیشتر واحدهای حرکتی نوع Π می‌شود انعطاف عامل محدودکننده‌تری برای اقتصاد دویدن باشد، زیرا در سرعت‌های سریع‌تر، سفتی واحد تاندون- عضله برای کاهش فعالیت گروه عضلات ثابت‌کننده و افزایش ذخایر و آزادسازی انرژی مزیت محسوب می‌شود (۱۳).

از طرفی، تفاوت‌های وابسته به جنس در اقتصاد دویدن بین آزمودنی‌های تمرین کرده و تمرین نکرده وجود دارد (۳۴). پژوهش‌هایی نیز نشان می‌دهند میزان سفتی تاندون و عضله در زنان ۲۹ درصد کمتر از مردان است و از آنجا که سفتی متغیر اصلی است که تحت تأثیر کشش قرار می‌گیرد، بنابراین این امکان وجود دارد که پاسخ‌های کشش بر عملکرد زنان و مردان متفاوت باشد (۳۵). بنابراین، شاید بتوان تفاوت در جنس آزمودنی‌های پژوهش حاضر (زنان) با پژوهش‌های متناقض ذکر شده را یکی دیگر از عوامل تناقض در نتایج پژوهش‌ها دانست.

تعداد آزمودنی‌ها نیز در نتایج آزمون اثرگذار است. تعداد آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر (شانزده نفر) و در پژوهش نلسون (۳۱نفر) که افزایش در هزینهٔ انرژی را بعد از کشش نشان دادند، از تعداد آزمودنی در پژوهش‌های متناقض (۸،۱۷،۲۵،۳۲،۳۵،۳۷) که حداکثر دوازده نفر بود بیشتر بوده است.

نوع حرکات کششی و عضلات درگیر در کشش نیز بر نتایج آزمون مؤثر است، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهند بین سفتی در عضلات ثابت‌کنندهٔ لگن و قسمت پایینی تنه، عضلات ناحیهٔ ساق و اطراف قوزک پا و مفصل ران با اقتصاد دویدن ارتباط وجود دارد (۱۳،۱۹،۳۴). بنابراین، کشش عضلات مختلف نتایج متفاوتی بر اقتصاد دویدن دارد. برای مثال، در پژوهش گادجس (۱۶) کشش فقط روی بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های ران اجرا شده بود. در پژوهش هایس (۱۷) نیز هدف کشش بیشتر بر پاها

www.SID.ir
Archive of SID

بود تا قسمت پایینی تنه (پشت) و ممکن است روی ثابت‌کننده‌های لگن اثر نداشته باشد. بنابراین، شاید اگر کشش روی عضلات ثابت‌کنندهٔ لگن و قسمت پایینی کمر و پشت انجام می‌گرفت نتیجهٔ متفاوتی حاصل می‌شد.

شاید یکی از سازوکارهای احتمالی در توجیه یافته‌های پژوهش به‌ویژه افزایش در اکسیژن مصرفی بعد از کشش ایستا، فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و کاهش سفتی و در نتیجه کاهش ذخایر و آزادسازی انرژی الاستیک و افزایش فعالیت عضلات ثابت‌کنندهٔ لگن برای جلوگیری از حرکات اضافی و دامنهٔ بیش از اندازه، به دنبال اجرای کشش ایستا و افزایش انعطاف حاصل از آن باشد. در واقع، این احتمال وجود دارد که کاهش در سفتی تاندون- عضله بعد از کشش ایستا باعث به کارگیری تعداد واحدهای حرکتی بیشتر برای انجام کار یکسان شود. این عامل باعث افزایش هزینهٔ انرژی و خستگی زودرس و کاهش اقتصاد دویدن می‌شود (۳۵). هر چند در پژوهش حاضر مورد مطالعه قرار نگرفت، احتمال دیگر این است که کاهش در سفتی تاندون- عضله ممکن است تواتر گام را طی دویدن تغییر دهد (۳۵).

افزایش ثابت‌های زمانی و در نتیجه افزایش کسر اکسیژن نیز یکی دیگر از دلایل افزایش اکسیژن مصرفی است. با وجود اینکه یافته‌های پژوهش حاضر در هیچ کدام از ثابت‌های زمانی ۱، ۲ و ۳ بین سه وضعیت (کشش ایستا، کشش پویا و کنترل) تفاوت معناداری نشان نداد، ولی میانگین ثابت‌های زمانی نشان داد هر سه ثابت زمانی در کشش پویا نسبت به ایستا و کنترل کمتر و ثابت‌های زمانی در کشش ایستا از کشش پویا و کنترل بیشتر بود. البته از لحاظ آماری، بیشترین تأثیر بر ثابت زمانی اول دیده شد (P=۰/۰۵۵).

در مجموع، می‌توان گفت کاهش ثابت زمانی به معنی کاهش کسر اکسیژن و افزایش پویایی اکسیژن مصرفی است. بنابراین، نیاز به تولید انرژی بی‌هوازی طی انتقال به فعالیت اصلی کاهش می‌یابد. این اثر ممکن است باعث افزایش تحمل فعالیت شود، زیرا کاهش کسر اکسیژن با کاهش سوبسترای فسفردار شدن و تجمع سوخت‌وسازی مرتبط است که در نتیجه با فرایند خستگی مربوط می‌شود (۱۲). کسر اکسیژن ممکن است مستقیماً به مرحلهٔ یکنواخت اکسیژن مصرفی (مؤلفهٔ آهسته) پیوند یابد. بنابراین، اگر مرحلهٔ یکنواخت سریع‌تر به‌دست آید، کسر اکسیژن به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد (۲۳). همچنین، گزارش شده کاهش در کسر اکسیژن (افزایش دامنهٔ مؤلفهٔ سریع) با کاهش مؤلفهٔ آهسته مرتبط است (۲۱).

پژوهشی که اثر حاد کشش را بر ثابت‌های زمانی پویایی اکسیژن مصرفی نشان دهد یافت نشد. اما پژوهش‌های بسیاری وجود دارند که نشان می‌دهند گرم کردن سبب کاهش زمان رسیدن به حالت یکنواخت اکسیژن مصرفی و سریع‌تر شدن پویایی اکسیژن و کاهش کسر اکسیژن از طریق افزایش جریان خون و افزایش اکسیژن در دسترس می‌شود (۱۴). از جمله آثار گرم کردن بر شتاب پویایی اکسیژن مصرفی، انبساط عروقی، بهبود جریان خون، انحراف منحنی تجزیهٔ اکسی هموگلوبین به راست، بهبود جدا شدن اکسیژن از هموگلوبین و افزایش انتشار اکسیژن بین مویرگ‌های خونی و میتوکندری

www.SID.ir

است (۱۴،۱). افزایش اکسیژن در دسترس در شروع فعالیت در نتیجهٔ گرم کردن، باعث ثبات سریع‌تر محیط درون سلولی و کنترل سوخت‌وسازی به نحو بهتری می‌شود (۱). گرم کردن همچنین دامنهٔ تخلیهٔ فسفوکراتین طی فعالیت را کاهش می‌دهد و باعث افزایش کارایی مکانیکی عضلات فعال به دنبال افزایش دمای عضلات می‌شود (۱۴).

سازگاری‌های مطلوب تمرینات مقدماتی (گرم کردن) بر پویایی اکسیژن مصرفی و کاهش مؤلفهٔ آهسته هنوز کاملاً مشخص نشده ولی بیان شده است که تجمع محصولات فرعی از جمله اسید لاکتیک (تحریک اسیدوز سوخت‌وسازی) و نیز افزایش جریان خون عضله موجب افزایش دسترسی آسان عضلات به اکسیژن می‌شود (۱۱). بنابراین، شاید بتوان پایین‌تر بودن میانگین ثابت‌های زمانی در کشش پویا نسبت به کنترل و کشش ایستا (هر چند از لحاظ آماری معنادار نیست) را به دلایل گفته شده نسبت داد. البته برای تأیید این موضوع نیاز به پژوهش‌های بیشتری است.

همچنین، یکی از دلایل افزایش اکسیژن مصرفی افزایش در میزان تهویهٔ ریوی بعد از کشش است. در طول فعالیت‌های سبک، یکنواخت و زیربیشینه تهویه به طور خطی متناسب با اکسیژن مصرفی افزایش می‌یابد (۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد میزان تهویهٔ ریوی بعد از کشش ایستا (P=۰/۰۲۸) و کشش پویا (P=۰/۰۴۴) به طور معناداری نسبت به بدون کشش افزایش یافت.

توماس (۳۳) در پژوهش خود نشان داد افزایش تهویه با کاهش در اقتصاد دویدن همبستگی متوسط دارد (r=۰/۶۵). اما، نتیجهٔ پژوهش حاضر با نتایج حاصل از پژوهش‌های آلیسون (۸) و پترسون (۲۸) همخوانی ندارد، زیرا آن‌ها تفاوت معناداری بین کشش ایستا و کنترل در تهویهٔ ریوی فعالیت زیربیشینه گزارش نکردند. شاید علت تناقض در نتایج مربوط به تهویه، سطح آمادگی آزمودنی‌ها باشد، زیرا افراد تمرین کرده در مقایسه با افراد تمرین نکرده گرایش به داشتن تهویهٔ دقیقه‌ای کمتری در شدت کار معین دارند (۲). به هر حال، یافته‌های پژوهش حاضر تفاوت معناداری در Co_2 و نسبت تبادل تنفسی (RER) بین سه وضعیت نشان نداد که این نتایج با نتایج پژوهش آلیسون و پترسون همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

با وجود اینکه کشش ایستا نتوانست تغییرات معناداری در تمام متغیرهای پژوهش ایجاد کند ولی با توجه به افزایشی که در اکسیژن مصرفی، تهویهٔ ریوی و میانگین ثابت‌های زمانی و در نتیجه کسر اکسیژن ایجاد کرد می‌توان نتیجه گرفت که کشش ایستا باعث افزایش هزینهٔ انرژی، کاهش اقتصاد دویدن و در نتیجه تخریب عملکرد در دوی زیربیشینه می‌شود. بنابراین، توصیه می‌شود از کشش ایستا در برنامهٔ گرم کردن قبل از فعالیت استفاده نشود و در صورت نیاز حرکات کششی پویا جایگزین گردد. اگرچه نتایج این پژوهش به روشن شدن آثار کشش قبل از تمرین زیربیشینه کمک می‌کند، اما برای روشن شدن دقیق‌تر این اثر، باید سازوکارهای مختلف و پروتکل‌های کششی متفاوت را بررسی کرد.

www.SID.ir
Archive of SID

منابع

رضایی‌نـژاد، نجمه؛ نظرعلی، پروانه؛ رجبی، حمید ،۱۳۹۰، تأثیر شـدت گرم کردن بر مؤلفهٔ آهسـتهٔ اکسـیژن مصرفی و متغیرهای قلبی- تنفسـی فعالیت زیربیشـینه در زنان تیم ملی فوتسـال، المپیک، ش ۳ (پیاپی ۵۵)، ص ۵۷-۶۹.

۲. فاکس، ادوارد ال.؛ ماتیوس، دونالد.ک. ،۱۳۸۴، فیزیولوژی ورزشـی، ترجمهٔ اصغر خالدان، جلد اول، چاپ یازدهم،انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۳. لطفی حسـین‌آباد، غلامرضا؛ گائینی، عباسعلی ،۱۳۸۳، اثر محتوای برنامهٔ گرم کردن فعال بر تغییرات چابکی و انعطاف‌پذیری، المپیک، ش ۲ (پیاپی ۲۶)، ص ۸۵-۹۵.

۴. مک آردل، ویلیام؛ کچ، فرانک آی.؛ کچ، ویکتور ال ،۱۳۷۹، فیزیولوژی ورزشـی ۱، ترجمهٔ اصغر خالدان، انتشارات سمت، تهران.

۵. نامنـی، فرح؛ کاشـف، مجید؛ لاری، علی‌اصغـر ،۱۳۸۳، تأثیر گرم کردن بر رابطـهٔ CK و LDH در دورهٔ بازیافت زنان ورزشکار، المپیک، ش ۴ (پیاپی ۲۸)، ص ۹۷-۱۰۷.

۶. نعیمی‌کیا، ملیحه؛ فرخی، احمد؛ غلامی، امین ،۱۳۸۳، تأثیر سـه نـوع برنامهٔ گرم کردن بدن بر زمان واکنش ساده و انتخابی، المپیک، ش ۴ (پیاپی ۲۸)، ص ۵۷-۶۶.

۷. ویلمور، جک اچ.؛ کاسـتیل، دیوید ال. ،۱۳۸۵، فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ترجمهٔ ضیا معینی، فرهاد رحمانی‌نیا، حمید رجبی، حمید آقاعلی‌نژاد، فاطمه سلامی، جلد ۱، انتشارات مبتکران، تهران.

8. Allison, S.J.; Balley, D..M.; Folland, J.P. (2008). "Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function". Journal of sports sciences, 26(14):1489-1495.

9. Beaudoin, C.M.; Blum, J.W. (2005). "Flexibility and running economy in female collegiate track athletes". Journal of Sports Medicine Physical Fitness, 45: 2 95–300.

10. Behm, D.G.; Bambury, A.; Cahill, F.; Power, K. (2004). "Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time and movement time". Medicin and science in Sports Exercise, 36:1397-1402.

11. Carter, H,; Jones, A.M.; Barstow, T.S.; Burnley, M,; Williams, C.; Doust, J.H. (2000). "Effect of endurance training on oxygen uptake kinetics during treadmill running". Journal of Applied Physiology, 89:1744-1752.

12. Carter,;H.; Jones, A.M.; Barstow, T.J.; Burnley, M.; Williams, C.A.; Doust, J.H. (2000). "Oxygen Uptake Kkinetics in Ttreadmill Rrunning and Cycle Ergometry:a Comparison". European Journal of Applied Physiology, 89(3):899-907.

13. Craib, M.W.; Mitchell, V.A.; Fields, K.B.; Cooper, T.R.; Hopewell, R.; Morgan, D.W. (1996). "The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners". Medicin and Science in Sports Exercise, 28: 737–743.

14. Delory, D.S.; Koalchuk, J.M.; Heenan, A.P.; Dumanior, G.R.; Paterson, D.H. (2007). "Prior exercise speeds pulmonary O2 uptake kinetic by increases in both local muscle O2 availability and o2 utilization". Journal of Applied Physiology, 103:771-778.

15. Fletcher, I.M.; Anness, R. (2007). "The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty meter

www.SID.ir

sprint performance in track- and – field athletes". Journal of Strength and conditioning research, 21(3):784-787.
16. Godges, J.; MacRae, J.; Longdon, H.; Tinber, C.; MacRae, P.G. (1989). "The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy". Journal of Orthopaedic and Sports Phyicals Therapy, 7: 35 0–357.
17. Hayes, P.R.; Walker, A. (2007). "Pre-exercise stretching does not impact upon running economy". Journal of strength and conditioning research, 21(4):1227-1232.
18. Jaggers, J.R.; Swank, A.M.; Frost, K.L.; Lee, C.D. (2008). "The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power". Journal of Strength & Conditioning Research, 22(6): 1844-1849.
19. Jones, A.M. (2002). "Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners". International Journal of Sports Medicine, 23(1), 40-43.
20. Jones, A.M.; DiMenna, F.; Lothian, F.; Talor, E.; Garland, S.W.; Hayes, Ph. R.; Thompson, K.G. (2008). "Priming exercise and o2 uptake kinetics during Treadmill running". Respiratory physiology and Neurobiology,161:182-188.
21. Jones, A.M.; Poole, D.C. (2005). Oxygen uptake kinetics in Sport, Exercise and Medicine. London and New York, Routledge.
22. Little, T.; Williams, A.G. (2006). "Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players". Journal of Strength and Conditioning Research, 20:203-207.
23. Loftin, M.; Heusel, L.; Bonis, M.; Carlisle, L.; Sothern, M. (2005). "Comparsion of Oxygen Uptake Kinetic and Oxygen Deficit in Severely Overweight and Normal Weight Adolescent Females". Journal of Sport Science and Medicine,4:430-436.
24. Mcmillian, D.J.; Moore, J.H.; Hatler, B.S.; Taylor, D.C. (2006). "Dynamic vs static stretching warm up: The Effect on power and Agility performance". Journal of Strength and Conditioning Research, 20(3) :492-499.
25. Mojock, CH. D.; Kim, J.S.; Eccles, D.W.; Panton, L.B. (2011). "The effects of static stretching on running economy and endurance performance in female distance runners during treadmill running". Journal of strength and conditioning research, 25(8):2170-2176.
26. Nelson, A.G.; Kokkonen, J.; de Leon, M.; Koerber, G.; Nishime, M.; Smith, J. (2005). "Passive Static Stretching Elevates Metabolic Rate". Medicine and Science in Sports and Exercise, 37(5):103-104.
27. Nikooie, R.; Gharakhanlo, R.; Rajabi, H.; Bahraminegad, M.; Ghafari, A. (2009). "Noninvasive determination of anaerobic threshold by monitoring the %Spo2 changes and respiratory gas exchange".
28. Peterson, S.L. (2010). The acute Effects of stretching on cardiovascular and hemodynamic responses during submaximal treadmill exercise. Thesis The college of ST. Scholastica.
29. Power, K.; Behm, D.; Cahill, F.; Carroll, M.; Young, W. (2004). "An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance". Medicin and science in Sports Exercise, 36:1389-1396.
30. Saunders, Ph. U.; Pyne, D.B.; Telford, R.D.; Hawley, J.A. (2004). "Factors affecting running economy in trained distance runners". Sports Medicine, 34(7):465-485.
31. Shrier, J.M.D. (2004). "Does stretching improve performance? Asystematic and critical review of the literature". clin Journal of Sports Medicine, 14:267-273.
32. Sommer, B.A.; Wilson, J,M.; Zourdos, Mc.; Hornbuckle, L.M.; Park, Y.M.; Lee, S.R.; Panton, L.B.; Kim, J.S.U. (2009). "The effects of Dynamic stretching on energy cost during a thirty minute time trial". Medicine and science in sports and exercise, 41(5): 87.
33. Thomas, D.Q.; Fernhall, B.; Granat, H. (1999). "Changes in Running Economy During a 5-km Run in Trained Men and Women Runners". Journl of strength and conditioning research, 13(2):162-167.
34. Trehearn, T.L.; Buresh, R.J. (2009). "Sit-and-reach flexibility and running economy of men and women collegiate

www.SID.ir
Archive of SID

distance runners". Journal of strength and conditioning research, 23(1): 158–162.

35. Wilson, J.M.; Hornbuckle, L.M.; Kim, J.S.; Ugrinowitsch, C.; Lee, S.R.; Zourdos, Mc.; Sommer, B.; Panton, L.B. (2010). "Effects of Static stretching on Energy cost and running endurance performance". Journal of strength and conditioning research, 24(9):2274-2279.

36. Yamaguchi, T.; Ishii, K. (2005). "Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power". Journal of strength and conditioning research, 19: 677-683.

37. Zimmer, A.; Burandt, A.; Kent, C. (2007). "The effects of Acute stretching on running Economy". Journal of undergraduate kinesiology research,52-61.

Archive of SID

www.SID.ir