اثرحاد کشش ایستا و پویا پیش از فعالیت زیر بیشینه بر اقتصاد دویدن و برخی عوامل همودینامیکی در مردان فوتبالیست

حسین رادفر ✉[۱]، ندا خالدی [۲]، حمید رجبی [۳]

۱. کارشناس ارشد دانشگاه خوارزمی ۲. استادیار دانشگاه خوارزمی ۳. دانشیار دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت مقاله ۹۲/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش مقاله ۹۲/۱۰/۰۱

چکیده

هدف تحقیق: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تعیین اثر حاد کشش ایستا و پویا پیش از فعالیت زیر بیشینه بر اقتصاد دویدن و برخی عوامل همودینامیکی در مردان فوتبالیست بود. **روش تحقیق:** بدین منظور۱۲ فوتبالیست شرکت کننده در رقابت های فوتبال ارتش جمهوری اسلامی ایران (سن،۱/۲۴± ۲۱/۰۸ سال؛ قد، ۶/۱۱± ۱۷۵ سانتی متر؛ وزن، ۳/۹۵± ۶۹/۷۵ کیلوگرم؛ چربی ۱/۱۲± ۸/۷ درصد؛ شاخص توده بدن (BMI) ۱/۲۷± ۲۲/۶۶ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر اکسیژن مصرفی۴/۲۲±۴۴/۳۳ میلی لیتر برکیلو گرم بر دقیقه) مورد مطالعه قرار گرفتند. پس از تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی، آزمودنی ها در سه جلسه جداگانه، سه مداخله کشش ایستا، کشش پویا و بدون کشش را پیش از فعالیت زیربیشینه، ۱۳ دقیقه دویدن روی نوارگردان با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی (میانگین سرعت۱۰/۲۵کیلو متر بر ساعت) به صورت ضربدری انجام دادند. متغیرهای عوامل تنفسی (VE VCO_2 , Fb ,TV, RER)، اقتصاد دویدن (VO_2 حالت یکنواخت فعالیت زیر بیشینه)و HR هنگام اجرای آزمون با دستگاه تجزیه تحلیل گازهای تنفسی و ضربان سنج و عوامل همودینامیکی (SBP,DBP) بلافاصله بعد از پایان آزمون با دستگاه فشار سنج تعیین شدند. نتایج آزمون تحلیل واریانس با سنجش تکراری در متغیر های مورد بررسی(HR ,VE VCO_2,VO_2 , Fb, TV ,RER SBP,DBP,) بین سه وضعیت (کشش ایستا، کشش پویا،کنترل) تفاوت معنی داری نشان نداد. بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کشش ایستا و پویا پیش از فعالیت زیر بیشینه اثر معنی داری بر عوامل تنفسی (VE ,VCO_2 , Fb, TV, RER)، اقتصاد دویدن (VO_2 حالت یکنواخت فعالیت زیر بیشینه)، ضربان قلب و عوامل همودینامیکی (SBP,DBP) ندارد.

واژه های کلیدی:کشش ایستا، کشش پویا، اقتصاد دویدن، فعالیت زیر بیشینه، عوامل همودینامیکی ، مردان فوتبالیست.

The acute effect of static and dynamic stretching on running economy and hemodynamic responses before submaximal activity in men soccer player

Abstract

This research aimed to examine the acute effect of static and dynamic stretching before submaximal activity on running economy and hemodynamic responses in men soccer player. 12 men soccer player from Army Islamic Republic of Iran with average age of 21.08± 1.24 years ; weight: 69.75 ± 3.95 kg ; height: 175 ± 6.11 cm; body fat: 8.7 ± 1.12% ; BMI: 22.66 ± 1.27 kg/m^2; maximum oxygen uptake(Vo_2max): 44.33 ± 4.22 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$) participated voluntarily in this study. After measurement of Vo2max, the subjects performed three test in three separate sessions. Two protocols consist of static and dynamic stretching and one protocol without stretching before submaximal activity (include: 13 min of treadmill running at 65% Vo2max). Respiratory gas exchange, running economy and hart rate was measured by gas analyzer during the running exercise and chest belt and blood pressure was measured immediately after running. A repeated measures ANOVA (SPSS, ver 18.0) was used to compare the three interventions($P\leq0.05$). The results showed there is no significant differences between static & dynamic stretching between three interventions. Although we conclude that a static and dynamic stretching routine probably does not harm or benefit running economy or hemodynamic responses compared to no stretching before submaximal exercise.

Key Words: Static stretching, Dynamic stretching, Running economy, hemodynamic factors, Submaximal activity, men soccer players

✉ **آدرس نویسنده مسئول:** حسین رادفر

استان البرز، کرج، خیابان شهید بهشتی، میدان دانشگاه، دانشگاه خوارزمی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی E. mail: radfar89.hossein@ Gmail. Com

مقدمه

در بین عوامل مختلف، مهارت‌های فیزیولوژیکی، تکنیکی، و تاکتیکی برای عملکرد بهینه طی یک مسابقه فوتبال مهم هستند (۱). اکثر بازیکنان طی یک مسابقه فوتبال (۹۰ دقیقه) معمولاً مسافتی بین ۱۰-۱۲کیلومتر را در یک شدت نزدیک به آستانه بی‌هوازی (۸۰-۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یا ۷۰-۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) می دوند. بر همین اساس، تخمین زده شده است متابولیسم هوازی، ۹۰ درصد از هزینه انرژی یک بازیکن را طی مسابقه فوتبال تامین می‌کند (۲). طبق پژوهش‌های انجام گرفته، میزان دوندگی بازیکنان طی سال‌های مختلف تفاوت کرده است. در دهه هفتاد میلادی، متوسط دوندگی یک بازیکن طی ۹۰ دقیقه بازی فوتبال، ۶/۸ کیلومتر گزارش شد، ولی این میزان در دهه گذشته به ۱۰-۱۳ کیلومتر رسیده است. این نشان دهنده تغییرات نیازهای فیزیولوژیک بازیکنان و افزایش میزان آمادگی آنان در دهه گذشته است(۳). با توجه به اهمیت عملکرد هوازی در افزایش عملکرد بازیکنان فوتبال، پژوهش‌های زیادی در رابطه با شیوه‌های مختلف تمرینی تاثیرگذار بر عملکرد هوازی انجام شده است. بر همین اساس، به خوبی پذیرفته شده است که عملکرد هوازی به وسیله سه عامل تحت تاثیر قرار می‌گیرد: توان هوازی بیشینه، توان بی‌هوازی و اقتصاد انرژی(۴) و از طرف دیگر گرم کردن یکی از اجزای کلیدی تمرین و مسابقه است. یک برنامه گرم کردن مناسب ورزشکاران را از نظر جسمی و روحی برای تمرین و مسابقه آماده می‌سازد (۵). هرچند فعالیت و روش‌های متنوعی برای گرم کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما معمولاً اکثر ورزشکاران مبتدی و نخبه حرکات کششی ایستا و پویا را به عنوان بخشی از برنامه گرم کردن قبل از فعالیت اصلی به منظور افزایش جریان خون، تمرکز و هماهنگی، افزایش انعطاف‌پذیری و دامنه حرکتی، کاهش سفتی عضله[1]، جلوگیری از آسیب و بهبود اجرا، به کار می‌برند(۶، ۷، ۸). به هر حال پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که کشش ایستا قبل از رویدادهای بی‌هوازی مانند حداکثر تولید نیرو، قدرت، توان و پرش عمودی، دو سرعت، چابکی و زمان واکنش باعث کاهش عملکرد می‌شود (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲) ولی کشش پویا عملکرد را افزایش می‌دهد (۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵). بر همین اساس، در سال‌های اخیر استفاده از کشش پویا در برنامه گرم کردن افزایش یافت (۱۵).

در پژوهش‌های بسیاری ارتباط قوی بین اقتصاد دویدن (مصرف انرژی کمتر در سرعت معین) و عملکرد استقامتی به ویژه در افراد تمرین کرده گزارش شده است (۱۶، ۱۷). در حقیقت، اقتصاد دویدن، تقاضای (هزینه) انرژی در سرعت معین هنگام دویدن زیر بیشینه است و از طریق مصرف اکسیژن در حالت یکنواخت و نسبت تبادل تنفسی تعیین می‌شود (۱۸). در مجموع عامل‌های اثرگذار متعددی بر هزینه انرژی و اقتصاد دویدن و در نتیجه بر عملکرد استقامتی اثر گذارند، از جمله سن، جنس، خستگی، عامل‌های آنتروپومتریکی[2]، فیزیولوژیایی، محیطی، بیومکانیکی و تمرینی (۱۷، ۱۸). همچنین به نظر می‌رسد، فعالیت ورزشی بویژه فعالیتی که در مرحله گرم کردن پیش از رقابت استفاده می‌شوند نیز بر هزینه انرژی و اقتصاد دویدن موثر است. بنابراین، این گونه تمرینات باید به گونه‌ای انتخاب شوند که از افزایش هزینه انرژی جلوگیری کنند و باعث بهبود عملکرد شوند (۱۶).

در همین راستا، انعطاف پذیری بعنوان عامل بیومکانیکی تمرین پذیر و موثر بر اقتصاد دویدن، بسیار مورد توجه قرار گرفت (۱۷، ۱۹). پژوهشگران بسیاری هم در دونده‌ها و هم در غیر ورزشکاران، بین انعطاف‌پذیری در عضلات ران، پا، تنه و لگن و اقتصاد دویدن، ارتباط معکوسی و معنی‌داری گزارش کرده‌اند و پیشنهاد می‌کنند که اقتصاد دویدن در دونده‌های استقامت با انعطاف‌پذیری کمتر، بهتر است و در مقایسه با افراد با انعطاف‌پذیری بالا، هزینه اکسیژن در یک کار زیر بیشینه مشابه کمتر است (۱۷، ۱۹، ۲۰). علت این پدیده بیشتر بودن ذخیره انرژی الاستیک در دونده‌های با انعطاف‌پذیری کمتر است (۶، ۱۹، ۲۰). در حقیقت گزارش شده است که که هنگام دو استقامت،۴۰ تا ۵۰ در صد تقاضای انرژی از انرژی الاستیک تامین می‌شود (۱۷). هنگام دویدن، در مرحله اکسنتریک انقباض (مرحله فرود گام)، انرژی مکانیکی در عضلات، تاندون‌ها و لیگامنت‌ها ذخیره می‌شود و آزاد شدن آن در مرحله کانسنتریک (مرحله کندن) باعث کاهش هزینه انرژی می‌شود. بنابراین توانایی عضلات برای ذخیره و بازگشت انرژی، باعث تفاوت بین دونده‌ها در اقتصاد دویدن می‌شود. داشتن سیستم

[1]Muscle stiffness

[2]Anthropometry

تاندون ـ عضله محکم و سفت باعث افزایش ذخایر الاستیک (که هزینه اضافی در انرژی ندارند) و آزاد سازی بیشتر انرژی و در نتیجه کاهش تقاضا و مصرف اکسیژن زیر بیشینه می‌شود (۱۸). بهبود اقتصاد دویدن به دنبال تمرین مقاومتی نیز تاییدی بر این ارتباط است (۸، ۱۸).

با وجود این، برخی دیگر از پژوهشگران این ارتباط معکوس را رد می‌کنند و انعطاف پذیری را یک عامل اساسی در رسیدن به اوج عملکرد می‌دانند و معتقدند که، کشش قبل از تمرین بر اقتصاد و عملکرد دویدن موثر است (۲۱، ۲۲)، زیرا باعث کاهش سفتی و در نتیجه نیاز به انرژی کمتر برای به حرکت درآوردن عضله می‌شود(۲۲، ۲۳). به هر حال پژوهش‌ها در مورد اثر کشش بر اقتصاد دویدن و هزینه انرژی متناقض و هنوز کاملاً روشن نشده‌اند (۱۷). برای مثال، گادجس (۱۹۸۹) با مطالعه هفت مرد دانشجوی تمرین نکرده، بهبود ۴ تا ۷ درصدی در اقتصاد دویدن بلافاصله بعد از یک برنامه کشش ایستا را نشان داد (۲۲)، در حالی که برخی پژوهش‌ها اثر منفی کشش را بر اقتصاد دویدن گزارش می‌کنند(۱۶، ۱۹). همچنین، پژوهش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد کشش ایستا و پویا باعث فراخوانی بیشتر واحد های حرکتی و در نتیجه افزایش هزینه انرژی می‌شود و عملکرد استقامتی را کاهش می‌دهد (۱۷، ۲۴). از طرفی، پژوهش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد، تفاوت معناداری در هزینه انرژی و اقتصاد دویدن بین گروه کشش و کنترل وجود ندارد. برای مثال آلیسون و همکارانش (۲۰۰۸) نشان دادند که کشش ایستا به مدت طولانی اثری روی هزینه انرژی (VO_2)، اقتصاد دویدن، HR، RER و VE ندارد (۸). همچنین، در پژوهشی که توسط استالی پترسون (۲۰۱۰) روی اثر کشش بر عامل‌های قلبی ـ عروقی و همودینامیکی (Q, SV, HR, diff a-VO_2, SBP, DBP MAP, SVR, MVO_2) و تنفسی (VE ,Fb ,TV) انجام شد، نتایج نشان داد که کشش ایستا هیچ‌گونه اثر مضر یا مفید بر اقتصاد دویدن ندارد (۲۵). موجک و همکارانش (۲۰۱۱)، با پژوهش روی زنان دونده استقامت نشان دادند که، کشش ایستا تاثیری بر اقتصاد دویدن، هزینه انرژی، ضربان قلب و عملکرد استقامتی ندارد (۲۶). همچنین، هایس و والکر(۲۰۰۷) و نیز زیمر و همکارانش (۲۰۰۷) پیشنهاد کردند که کشش ایستا و کشش پویا اثری بر اقتصاد دویدن یا اکسیژن مصرفی زیر بیشینه ندارد (۶، ۲۷). هم چنین تنها پژوهش صورت گرفته در کشور توسط مارال رامز و همکارانش (۱۳۹۱) می‌باشد که به بررسی اثر حاد کشش ایستا و پویا بر اقتصاد دویدن و برخی عامل‌های سوخت و سازی فعالیت زیر بیشینه در ۱۶ دانشجوی زن رشته تربیت بدنی پرداختند(۲۸) و نتایج پژوهش نشان داد کشش ایستا با افزایش معنادار در اکسیژن مصرفی و تهویه باعث افزایش هزینه انرژی، کاهش اقتصاد دویدن می‌شود ولی کشش پویا اثر منفی بر اقتصاد دویدن ندارد.

بنابراین، در مجموع اثر کشش بر اقتصاد دویدن و هزینه انرژی هنوز روشن نیست و اطلاعات ضد و نقیضی در این خصوص وجود دارد، که این اختلافات احتمالاً می‌تواند مربوط به تفاوت‌هایی در روش تمرین، تعداد آزمودنی‌ها، سن، جنس و سطح آمادگی، میزان فعالیت قبلی آزمودنی‌ها، رژیم غذایی، طراحی آزمون و نوع، شدت، مدت و زمان کشش، فاصله کشش تا اجرا باشد (۱۷، ۲۵). به نظر می‌رسد برای بیان دقیق اثر کشش بر هزینه انرژی و اقتصاد دویدن و نیز روشن شدن سازوکارهای احتمالی این اثر، باید عامل‌های فیزیولوژیکی، همودینامیکی و متابولیکی متنوعی مورد آزمایش شوند (۲۵).

از آنجایی که عملکرد طی یک مسابقه فوتبال به عوامل مختلف فیزیولوژیکی و مهارت‌های تکنیکی و تاکتیکی وابسته است (۱) و ۹۰ درصد از هزینه‌های انرژی یک بازیکن فوتبال در طی مسابقه از متابولسیم هوازی تامین می‌شود و یکی از سه عامل تاثیرگذار بر عملکرد هوازی، اقتصاد انرژی است (۴) و عوامل متعدی از جمله فعالیت‌هایی که در مرحله گرم کردن مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌تواند روی این مهم تاثیرگذار باشد و با توجه به اینکه هرگونه تغییری در عوامل همودینامیکی می‌تواند بر میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) تاثیر گذار باشد هدف این پژوهش از بررسی اثر کشش ایستا و پویا براقتصاد دویدن (VO_2 حالت یکنواخت فعالیت زیر بیشینه) و برخی عوامل همودینامیکی (SBP,DBP)، طی فعالیت زیر بیشینه در مردان فوتبالیست است و به نظر می‌رسد کشش ایستا و پویا اثر متفاوتی براقتصاد دویدن و عوامل همودینامیکی در مردان فوتبالیست داشته باشند.

روش تحقیق

نمونه ها

۱۲ نفر از فوتبالیست‌های مرد در دسترس شرکت‌کننده در مسابقات فوتبال ارتش جمهوری اسلامی ایران که به طور متوسط، هفته ۱۳ساعت و پانزده دقیقه در یک بازه زمانی حداقل سه ماهه فعالیت ورزشی داشتند با ویژگی آنتروپومتری و فیزیولوژی مندرج در جدول ۱ داوطلبانه و پس از فراخوان پژوهش و با پر کردن پرسشنامه در این پژوهش شرکت کردند که در آن آزمودنی‌های پژوهش در سه مداخله (کشش ایستا، کشش پویا و بدون کشش) به صورت ضربدری[1] در روزهای مجزا مورد آزمایش قرار گرفتند.

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

مشخصات آزمودنی	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلو گرم)	شاخص توده بدن (کیلو گرم بر متر مربع)	چربی* (درصد)	Vo_2max (میلی لیتر بر کیلو گرم بر دقیقه)
میانگین	۲۱/۰۸	۱۷۵	۶۹/۷۵	۲۲/۶۶	۸/۷	۴۴/۳۳
انحراف استاندارد	۱/۲۴	۶/۱۱	۳/۹۵	۱/۲۷	۱/۱۲	۴/۲۲

*آزمودنی‌ها نظامی بوده که بایستی به میزان فعالیت و تغذیه آنها توجه شود.

پروتکل تحقیق

در یک جلسه جداگانه هدف از انجام پژوهش و نحوه اجرای آن برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و پس از پر کردن پرسشنامه و امضای رضایت‌نامه، هریک از آزمودنی‌ها چهار جلسه جداگانه به آزمایشگاه ارگونومی دانشگاه علوم بهزستی و توانبخشی تهران آمدند. در جلسه اول قد و وزن با قد سنج و ترازوی seca، درصد چربی با کالیپر Skin Fold Caliper Beselin ساخت کشور آمریکا و فرمول درصد چربی Jackson and Pollock اندازه‌گیری شد (۶) و تمام آزمودنی‌ها آزمون فزاینده تا حد واماندگی را که به صورت دویدن روی نوار گردان(h/P/Cosmos T150 DE ،ساخت آلمان) بدون شیب، ابتدا با سرعت ۶ کیلو متر بر ساعت به مدت ۳ دقیقه و سپس افزایش سرعت به میزان یک کیلو متر بر ساعت به ازای هر دقیقه تا رسیدن به درماندگی بود(۲۸) را برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی انجام دادند. برای سنجش vo_2max و دیگر گازهای تنفسی از دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (گازانالیزر مدل Cosmed Quark b^2، ساخت کشور ایتالیا) استفاده شد. رسیدن منحنی اکسیژن مصرفی به سطح یکنواخت، رسیدن ضربان قلب بیشینه پیش‌بینی شده بر اساس سن و نسبت تبادل تنفسی بیشتر از۱/۱ معیار معتبری بودند (۳۰،۲۹) که نشان می‌دادند اکسیژن مصرفی به حد نزدیک به بیشینه رسیده است. در هر جلسه آزمودنی‌ها بعد از انجام یکی از پروتکل‌ها (کشش ایستا، کشش پویا، بدون کشش)؛ در نهایت بعد از ۳ دقیقه استراحت (نصب ماسک و ambient دستگاه) آزمون موردنظر را که ۱۳ دقیقه دویدن روی نوارگردان متصل به دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی با سرعت ٪۶۵ vo_2max بود اجرا کردند. این شدت با توجه به به برخی منابع (۱۶) مدت ۱۳ دقیقه نیز با توجه به مطالعه راهنما انتخاب شد (در مطالعه پترسون (۲۵) مدت فعالیت ۱۵ دقیقه بود که اندازه‌گیری متغیرها در دقیقه سیزدهم صورت پذیرفت، با توجه به عدم در دسترس بودن وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری فشارخون حین فعالیت، در پژوهش حاضر آزمون در دقیقه سیزدهم قطع و بلافاصله خون توسط دستگاه فشار خون‌سنج (OMRON IQ 132 SpotArm، ساخت کشور ژاپن) اندازه-گیری شد. میزان اکسیژن مصرفی (VO_2) و سایر شاخص‌های تنفسی (VE, VCO_2 , Fb ,TV, RER) و ضربان قلب در تمام مراحل آزمون جمع‌آوری می‌شد و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از مطالعه راهنما و نیز منبع (۲۵) یک دقیقه آخر فعالیت مرحله یکنواخت فعالیت در نظر گرفته شد و برای هر متغیر میانگین داده‌های این یک دقیقه ثبت شد. فشار خون سیستولیک و دیاستولیک نیز توسط دستگاه فشارسنج بلافاصله بعد از اتمام آزمون، اندازه‌گیری شد و بین هر نوبت آزمون ۴۸ ساعت فاصله بود (۲۵) تا اثرات تمرین قبلی از بین برود و از آزمودنی‌ها خواسته شد که در این مدت از فعالیت بدنی خودداری نمایند. در هر روز، زمان آزمون مشابهی با روزهای قبل برای هر آزمودنی به منظور کاهش اثرات تغییر شبانه روزی در نظر گرفته شد.

برنامه کشش

برنامه کشش ایستا: کشش ایستا شامل ۵ حرکت روی گروه عضلات اصلی مورد استفاده در دویدن: چهار سر، همسترینگ،

[1] . cross over

خم‌کننده‌های ران، بازکننده‌های ران و عضلات پلانتار فلکسور بود (۳۱). هر حرکت در کشش ایستا، ۳۰ ثانیه طول می‌کشید (کشش تا نقطه ملایمی از درد (ناراحتی)) (۲۷، ۳۱) و در دو نوبت اجرا شد. در هر حرکت ابتدا پای راست و سپس پای چپ کشش داده شد. بعد حرکت دوم اجرا شد و بعد از اتمام هر ۵ حرکت، نوبت دوم به همان ترتیب نوبت اول اجرا می‌شد (۲۷).

برنامه کشش پویا: روی همان گروه عضلات و به همان ترتیب در ۵ حرکت، هر کدام با ۱۵ تکرار در مدت ۳۰ ثانیه (۳۱) و در قالب دو نوبت اجرا و سرعت حرکت توسط مترونوم کنترل می‌شد. گروه کنترل در مدت زمان مشابه بدون فعالیت در مکان جداگانه غیرفعال می‌نشستند. در کل، روند کشش ۱۰ دقیقه (بعلاوه ۲ دقیقه زمان صرف شده برای تعویض اندام و تبدیل از یک حرکت به حرکت بعدی) بود و در نهایت ۳ دقیقه پس از اتمام کشش، آزمون مربوطه اجرا می‌شد.

تحلیل آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف اسمیرنوف تایید شد. سپس، برای بررسی تاثیر کشش بر متغیرهای مورد بررسی و تعیین تفاوت بین سه وضعیت (کشش ایستا، کشش پویا، بدون کشش) از آزمون تحلیل واریانس با سنجش تکراری(repeated measures ANOVA) استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS۱۸ محاسبه شد و سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰/۰۵ درنظر گرفته شد.

نتایج

استفاده از آزمون کلموگراف اسمیرنوف توزیع طبیعی را شاخص‌های پژوهش را در بین گروها نشان داد. نتایج آزمون-های مختلف که در جدول شماره ۲ ارائه شده است تفاوت معناداری را در اکسیژن مصرفی در حالت یکنواخت فعالیت زیر بیشینه (اقتصاد دویدن) (ml/kg/min) (P= ۰/۷۳۶)، عوامل تنفسی (vco_2)(P=۰/۸۰۷)، (V_E)(P=۰/۱۶۹)، (F_b) (P= ۰/۱۲۳) ، RER(P= ۰/۸۱۰)، TV(P= ۰/۲۱۸))، ضربان قلب (۰/۸۴۵ =P) و عوامل همودینامیک (SBP(P=۰/۵۵۲)، DBP(۰/۹۵۴ =P)) طی فعالیت زیربیشینه بین سه وضعیت (کشش ایستا، کشش پویا، بدون کشش) نشان نداد.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج پژوهش، اکسیژن مصرفی حالت یکنواخت فعالیت زیربیشینه (ml/kg/min) در سه وضعیت کشش ایستا، پویا، و کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت (P= ۰/۷۳۶) هر چند میانگین اکسیژن مصرفی در گروه کشش ایستا بیشتر از گروه کشش پویا و در گروه کشش پویا بیشتر از گروه کنترل بود اما تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتیجه‌ی حاصل از پژوهش در مورد تاثیر کشش بر اقتصاد دویدن ، با یافته‌های آلیسون (۲۰۰۸)، زیمر (۲۰۰۷)، هایس (۲۰۰۷)، پترسون (۲۰۱۰) و موجوک (۲۰۱۱) و در زمینه کشش پویا با پژوهش رامز (۱۳۹۱)که نشان دادند کشش قبل از فعالیت زیربیشینه، هیچگونه اثر مفید یا مضر بر اقتصاد دویدن ندارد، همخوانی دارد (۶، ۸، ۲۵، ۲۶، ۲۸،۲۷). سازوکارها و سازگاری‌های مطلوب تمرینات مقدماتی (گرم کردن) بر مرحله یکنواخت اکسیژن مصرفی هنوز کاملاً مشخص نشده است (۲۸) و این مرحله می تواند تحت تاثیر عوامل مختلف عصبی، هورمونی، دما و نوع تارهای عضلانی قرارگیرد (۲۹، ۳۲) و با توجه به اینکه در سه وضعیت تفاوت معناداری در میزان اکسیژن مصرفی حالت یکنواخت مشاهده نشد به نظر می‌رسد کشش نتوانسته بر روی عوامل اشاره شده تاثیرگذار باشد. البته برای تایید این موضوع نیاز به پژوهش‌های بیشتری است. در مقابل، این نتیجه با نتایج پژوهش گادجس (۱۹۸۹) که بهبود در اقتصاد دویدن بعد از کشش ایستا را نشان داد (۲۲) و از طرفی با پژوهش‌های نلسون (۲۰۰۵)، ویلسون (۲۰۱۰) و رامز(۱۳۹۱) که نشان دادند (۱۶، ۲۸، ۳۳) کشش ایستا اکسیژن مصرفی را افزایش می‌دهد و پژوهش سامر و همکارانش (۲۰۰۹) که افزایش در هزینه انرژی در آزمون سی دقیقه دویدن بعد از کشش پویا را گزارش کردند (۲۴) همخوانی ندارد.

شاید یکی از عواملی که بتواند تناقض میان یافته‌ها در این پژوهش‌ها را توجیه کند، مرحله‌ی گرم کردن قبل از حرکات کششی باشد. برای مثال، در پژوهش رامز (۱۳۹۱)، آزمودنی‌ها قبل از حرکات کششی، با پنج دقیقه راه رفتن و یا جاگینگ (با سرعت۴/۸ کیلو متر بر ساعت) روی نوار گردان خود را گرم کردند که افزایش در اکسیژن مصرفی حالت یکنواخت فعالیت بعد از کشش ایستا مشاهده شد (۲۸). در حالیکه در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها قبل از فعالیت اصلی، تنها حرکات کششی را

انجام دادند. بنابراین، این احتمال وجود دارد که گرم کردن اولیه، با اثر بر عوامل تنفسی (تهویه، تعداد تنفس، و جز آن)، ضربان قلب، افزایش دما و خستگی ناشی از فعالیت بیشتر نسبت به این پژوهش و پژوهش‌هایی که فقط کشش انجام شده، باعث افزایش اکسیژن طی فعالیت زیر بیشینه بعدی شده باشد. اما از آنجایی که در پژوهش‌های زیمر (۲۰۰۷)، هایس (۲۰۰۷) و موجوک (۲۰۱۱) که اکسیژن مصرفی بعد از کشش، افزایش معناداری نداشته نیز، ۵ دقیقه گرم کردن قبل از حرکات کششی انجام گرفته (۶، ۲۵، ۲۷)، بنابراین، گرم کردن ابتدایی نمی‌تواند عامل ضروری در افزایش یا عدم افزایش اکسیژن مصرفی و یا دست کم تنها عامل اثرگذار باشد.

عامل دیگری که می تواند بیان کننده تفاوت و تناقض در یافته-های پژوهش‌ها باشد، جنس آزمودنی‌ها است. زیرا برخی پژوهش ها نشان داده اند که مردان به طور معناداری اقتصاد دویدن بالاتری نسبت به زنان و درنتیجه هزینه انرژی کمتری در فعالیت های استقامتی دارند(۳۴، ۳۵، ۳۶). از طرفی، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که میزان سفتی تاندون و عضله در زنان ۲۹ درصد کمتر از مردان است و از آنجایی که سفتی متغیر اصلی است که تحت تاثیر کشش قرار می‌گیرد، این امکان وجود دارد که پاسخ‌های کشش بر عملکرد زنان و مردان متفاوت باشد (۱۶). در پژوهش رامز (۱۳۹۱) آزمودنی‌ها زنان فعال بودند (۲۸) و در پژوهش نلسون (۲۰۰۵) از هر دو جنس آزمودنی استفاده شده است (۳۳). اما پژوهش حاضر و نیز پژوهش ویلسون (۱۶) بر روی مردان انجام گرفته است. از طرفی از آنجایی که با وجود یکسان بودن جنس آزمودنی‌ها تفاوت در نتایج وجود دارد، بنابراین ممکن است عامل دیگری موثر باشد.

تعداد آزمودنی‌ها نیز می تواند یکی دیگر از عوامل موثر در نتیجه ی پژوهش‌ها باشد. تعداد آزمودنی‌ها در این پژوهش و پژوهش‌های ذکر شده (۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۲۵، ۲۷) حداکثر ۱۲ نفر بوده است. در حالیکه تعداد آزمودنی در پژوهش رامز (۱۳۹۱) ۱۶ نفر و در پژوهش نلسون (۲۰۰۵) ۳۱ نفر بود که این دو پژوهش افزایش در هزینه انرژی را بعد از کشش ایستا گزارش دادند (۳۳،۲۸).

به احتمال زیاد یکی دیگر از عواملی که باعث تفاوت در نتایج پژوهش‌ها شده است، نوع ، مدت و شدت فعالیت (آزمون) بوده است. از بین پژوهش‌های ذکر شده تنها پژوهش نلسون (۲۰۰۵) روی چرخ کارسنج اجرا شده است (۳۳) و در سایر پژوهش‌ها آزمون روی تردمیل بوده است. مدت و شدت آزمون-ها می‌تواند تاثیر بیشتری بر نتایج آزمون داشته باشد. برای مثال، آزمون زیربیشینه در پژوهش رامز (۱۳۹۱) شامل ۶ دقیقه دویدن روی نوار گردان با شدت ۷۰ در صد اکسیژن مصرفی (۲۸) و در پژوهش گادجس (۱۹۸۹) ۱۲ دقیقه دویدن روی نوار گردان با سه سرعت متفاوت(۴۰ ـ ۶۰ ـ ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) بود(۲۲) و آزمون در پژوهش ویلسون(۲۰۱۰) شامل دو تا ۳۰ دقیقه(۶۰دقیقه) دویدن روی تردمیل بود که ۳۰ دقیقه اول با شدت ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی برای تعیین هزینه انرژی و ۳۰ دقیقه دوم دویدن تا بیشترین مسافت ممکن بدون توجه به سرعت، برای تعیین عملکرد بود (۱۶). از آنجایی که شدت آزمون زیربیشینه در پژوهش حاضر (۱۳ دقیقه دویدن روی نوار گردان با شدت ۶۵ در صد حداکثر اکسیژن مصرفی) و پژوهش هایس(۲۰۰۷) (۱۰ دقیقه دویدن زیر آستانه لاکتات) که افزایش در اکسیژن مصرفی بعد از کشش گزارش نکرده اند(۲۵) زیاد نیست. شاید علت اختلاف در نتیجه پژوهش رامز (۱۳۹۱)(۲۸) و پژوهش حاضر شدت آزمون علاوه بر اختلاف جنسیت ، برای آزمودنی ها باشد که این ممکن است در سرعت های بالاتر که باعث به کارگیری بیشتر واحدهای حرکتی نوع II می شود، انعطاف عامل محدود کننده تری برای اقتصاد دویدن باشد. زیرا در سرعت های سریع تر، سفتی واحد تاندون عضله برای کاهش فعالیت گروه عضلات ثابت کننده و افزایش ذخایر و آزادسازی انرژی مزیت محسوب می شود(۲۰). از طرفی، با توجه به اینکه شدت در پژوهش ویلسون (۲۰۱۰) (۱۶) و پژوهش حاضر یکسان بود، احتمالاً علت تفاوت در نتایج مربوط به مدت زمان آزمون و تاثیر خستگی باشد.

جدول۲. نتایج متغیرهای پژوهش

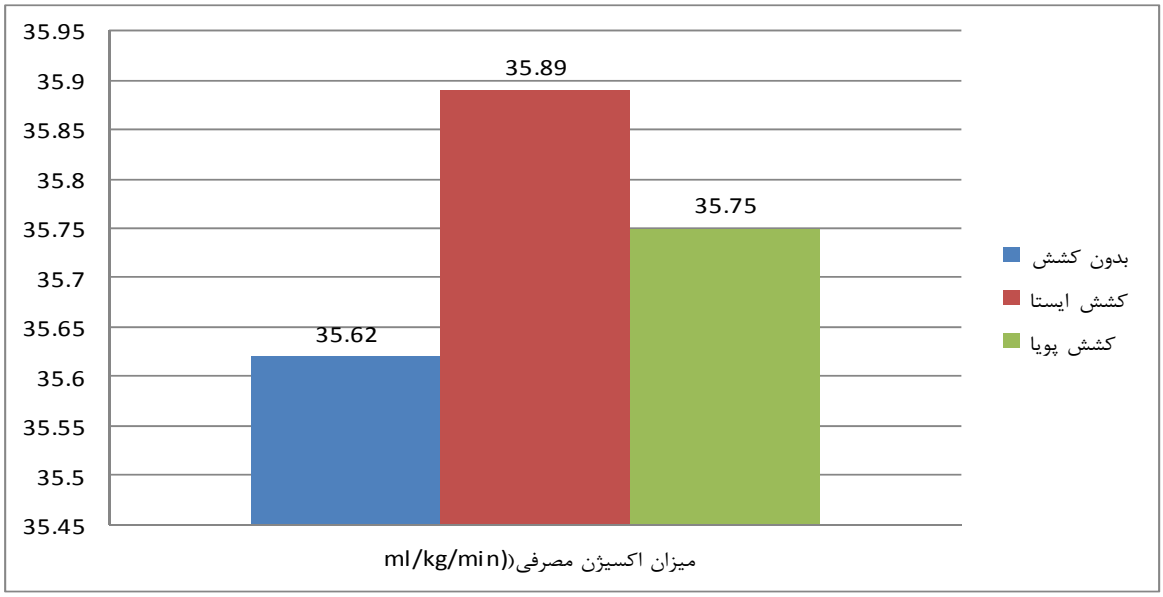
متغیر	بدون کشش انحراف استاندارد± میانگین	کشش ایستا انحراف استاندارد± میانگین	کشش پویا انحراف استاندارد± میانگین	ارزشP (سطح معناداری)
VO_2 (ml/kg/min)	۳۵/۶۲ ± ۳/۴۹	۳۵/۸۹ ± ۳/۴۰	۳۵/۷۵ ± ۳/۰۲	۰/۷۳۶
VCO_2 (ml/kg/min)	۳۵/۱۶ ± ۳/۸۷	۳۵/۳۲ ± ۳/۰۸	۳۵/۵۲ ±۳/۱۱	۰/۸۰۷
RER	۰/۹۸۶ ± ۰/۰۳۰	۰/۹۸۵ ± ۰/۰۳۲	۰/۹۹۴ ± ۰/۰۳۴	۰/۸۱۰
V_E(L/min)	۶۴/۷۹ ± ۴/۲۲	۶۵/۱۴ ± ۳/۹۴	۶۴/۱۷ ± ۳/۵۳	۰/۱۶۹
T_V(L)	۱/۶۵۰ ± ۰/۲۲۸	۱/۶۴۲ ±۰/۲۲۱	۱/۶۳۶ ± ۰/۲۲۷	۰/۲۱۸
F_b(breaths / min)	۳۹/۷۵ ± ۴/۲۴	۴۰/۱۶ ± ۴/۳۶	۳۹/۷۵ ± ۴/۴۱	۰/۱۲۳
HR(beat /min)	۱۵۲/۶۶ ±۱۱/۷۲	۱۵۱/۲۵ ±۱۱/۸۶	۱۵۲/۱۶ ±۱۰/۲۴	۰/۸۴۵
SBP(mmHg)	۱۵۸/۵۰ ±۵/۱۰	۱۵۸/۶۶ ±۵/۴۸	۱۵۸/۳۳ ±۵/۲۹	۰/۵۵۲
DBP(mmHg)	۷۷/۵۸ ±۲/۱۵	۷۷/۶۶ ±۲/۲۶	۷۷/۵۰ ±۲/۲۳	۰/۹۵۴

نوع حرکات کششی و عضلات درگیر نیز می‌تواند بر نتایج آزمون موثر باشد، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بین سفتی در عضلات ثابت‌کننده لگن و قسمت پایینی تنه، عضلات ناحیه ساق و اطراف قوزک پا و مفصل ران با اقتصاد دویدن ارتباط وجود دارد. سفتی در این عضلات باعث کاهش بیش از اندازه حرکات، افزایش ذخایر الاستیک و در نتیجه کاهش هزینه انرژی می‌شود (۱۷، ۱۹، ۲۰). بنابراین، کشش روی عضلات مختلف می‌تواند بر نتیجه آزمون اثرگذار باشد. به عنوان مثال، نشان داده شده است که دونده‌های اقتصادی‌تر تاندون سه سر ساقی سفت‌تر و تاندون چهارسر با کمپلیانس بیشتر دارند (۳۷). بنابراین ممکن است کشش این عضلات اثر متفاوتی روی اقتصاد دویدن داشته باشد. در پژوهش گادجس (۱۹۸۹) (۲۲) کشش فقط روی بازکننده‌ها و خم‌کننده‌های ران اجرا شده بود. در پژوهش هایس (۲۰۰۷) (۲۵) نیز هدف کشش بیشتر روی پاها بوده تا قسمت پایینی تنه (پشت) و ممکن است روی ثابت-کننده‌های لگن اثر نداشته باشد؛ بنابراین، شاید اگر کشش روی عضلات ثابت‌کننده لگن و قسمت پایینی کمر و پشت انجام می‌گرفت نتیجه ی متفاوتی حاصل می‌شد.

شاید علت تناقض نتیجه پژوهش حاضر با پژوهش سامر و همکارانش (بعد از ۱۵ دقیقه کشش پویا (۷ حرکت اصلی) بر روی عضلات دوقلو، چهارسر و همسترینگ و سپس اجرای آزمون زیربیشینه به مدت ۳۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در ۹ مرد دونده استقامت) که افزایش در هزینه انرژی گزارش کردند(۲۴) به دلیل طولانی‌تر بودن مدت زمان کشش، نوع حرکات کششی و زمان طولانی آزمون، تاثیر خستگی و تعداد آزمودنی‌ها باشد.

در پژوهش حاضر، تفاوت معناداری در دی اکسید کربن دفعی(P=۰/۸۰۷)، حجم جاری(P= ۰/۲۱۸)، تعداد تنفس (P= ۰/۱۲۳) و میزان تهویه ریوی (P=۰/۱۶۹) بین سه وضعیت (کشش ایستا، پویا وکنترل) مشاهده نشد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های آلیسون (۲۰۰۸) و پترسون (۲۰۱۰) و رامز (۱۳۹۱) به جزء در مورد میزان تهویه ریوی همخوانی دارد (۸، ۲۶، ۲۸). زیرا رامز در پژوهش خود میزان تهویه ریوی را بعد از کشش ایستا و کشش پویا به طور معناداری نسبت به بدون کشش افزایش یافته گزارش کرده است. باید توجه داشت که افراد تمرین کرده در مقایسه با افراد تمرین نکرده گرایش به داشتن تهویه دقیقه‌ای کمتری در شدت کار معین دارند. با این همه، دلیل فیزیولوژیکی این موضوع کاملاً شناخته شده نیست ولی پیشنهاد شده که از بین رفتن عمل گیرنده‌های شیمیایی پیرامونی و یا عوامل وراثتی ممکن است نقش مهمی داشته باشند (۳۸). قسمت اعظم افزایش تهویه دقیقه‌ای هنگام فعالیت، نسبت مستقیم با افزایش اکسیژن مصرفی و دی‌اکسیدکربن حاصل از افزایش متابولیسم عضلانی دارد (۳۹،۳۰). تقریباً بلافاصله پس ازآغاز فعالیت بدنی تهویه ریوی به سرعت افزایش می‌یابد و به دنبال آن یک فلات مختصر به وجود می‌آید. که به نظر می‌رسد افزایش اولیه تهویه، نتیجه یک فرمان عصبی و نیز باز خورد گیرنده‌های عمقی عضلات اسکلتی فعال و مفاصل و آثار افزایش غلظت‌های یون پتاسیم باشد (۴۰،۳۹). با رسیدن فعالیت ورزشی به حالت یکنواخت

(پایدار)، همه سازوکارهایی که افزایش الگوی تهویه ای را کنترل می‌کنند، پایدار می‌شوند (۳۹). افزایش تدریجی دومین مرحله تنفس به علت تغییرات دما و حالت شیمیایی خون سرخرگی است (۴۰،۳۹). همچنان که فعالیت ورزشی پیش می‌رود، افزایش متابولیسم عضلات منجر به تولید حرارت، دی اکسیدکربن و یون هیدروژن بیشتر می‌شود. تمام این مواد تخلیه‌ی اکسیژن را درعضلات زیاد کرده و تفاوت اکسیژن خون سرخرگی و سیاهرگی را بیشتر می‌کند. همچنین، دی اکسیدکربن بیشتری وارد خون می شود، که میزان دی اکسیدکربن و یون هیدروژن خون را زیاد می‌کند. حساسیت گیرنده‌های شیمیایی نسبت به این حالت ازطریق تحریک مرکز دمی انجام می‌گیرد و دفعات وعمق تنفس را نیز افزایش می‌دهد (۴۰) هنگام اجرای فعالیت ورزشی باشدت کم، تهویه (۳۰) و اکسیژن مصرفی (۳۹) عمدتاً از طریق زیاد شدن حجم جاری افزایش می‌یابد، درحالی که با افزایش شدت فعالیت، سرعت تنفس (تعداد تنفس نقش مهم‌تری را برعهده دارد (۳۹،۳۰). با توجه به اینکه در پژوهش حاضر تفاوت معناداری بین متغییرهای دی اکسیدکربن دفعی، حجم جاری، تعداد تنفس و میزان تهویه ریوی در سه وضعیت مشاهد نشد به نظر می‌رسد کشش نتوانسته بر روی سیستم‌های کنترلی این متغییرها تاثیرگذار باشد.



نمودار۱. مقایسه اکسیژن مصرفی در سه گروه

شاید علت تناقض در نتایج مربوط به تهویه، سطح آمادگی آزمودنی‌ها و میزان فعالیت قبلی آزمودنی‌ها باشد. پژوهش رامز روی دانشجویان تربیت بدنی دختر که متوسط فعالیت هفتگی آنها ۱/۳۶ ± ۱۰/۵ ساعت می‌باشد و در رشته‌های مختلف ورزشی فعالیت می‌نمایند اجرا شد درحالی که، آزمودنی‌های این پژوهش ورزشکاران رشته فوتبال بودند که حداقل بمدت چهار ماه دارای تمرین منظم با متوسط ۱/۵۴± ۱۳/۲۵ ساعت در هفته بوده‌اند. باید توجه داشت که افراد تمرین کرده در مقایسه با افراد تمرین نکرده گرایش به داشتن تهویه دقیقه‌ای کمتری در شدت کار معین دارند.

در پژوهش حاضر، تفاوت معناداری نسبت تبادل تنفسی (RER) (P= ۰/۸۱۰) بین سه وضعیت (کشش ایستا، پویا و کنترل) مشاهده نشد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های آلیسون (۲۰۰۸) و پترسون (۲۰۱۰) و رامز (۱۳۹۱) همخوانی دارد (۸، ۲۶، ۲۸). اندازه‌گیری غیرمستقیم انرژی، مقدار CO_2 آزاد شده و O_2 مصرف شده را اندازه‌گیری می‌کند. برای برآورد مقدار انرژی استفاده شده توسط بدن، دانستن نوع سوخت استفاده شده ضروری است. از نسبت بین این دو مقدار (نسبت تبادل تنفسی) می‌توان برای تعیین ترکیب غذاهای اکسید شده استفاده کرد. این نسبت با تغییر سوخت مورد استفاده برای تولید انرژی تغییر می‌کند. . با وجود کاستی‌هایی که در اندازه-

گیری غیرمستقیم انرژی وجود دارد، این روش هنوز بهترین شیوه برآورد مصرف انرژی در جریان استراحت و فعالیت‌های زیربیشینه است (۴۰). نشان داده شده است که گرم کردن موجب افزایش کاتابولیسم چربی و کاهش متابولیسم کربوهیدرات طی فعالیت زیربیشینه می‌شود (۴۱). پس از تمرینات گرم کردن، سهم انرژی هوازی تا حدود ۸۰٪ افزایش می‌یابد که موجب افزایش ظرفیت انرژی هوازی و پویایی سریع گازهای تنفسی می‌شود (۴۲). با توجه به اینکه در این پژوهش بین سه وضعیت (کشش ایستا، پویا وکنترل) تغییر معناداری در RER مشاهده نشد به نظر می‌رسد کشش نمی‌تواند بر ترکیب غذاهای اکسید شده تاثیرگذار باشد .

نتایج پژوهش حاضر تفاوت معناداری در ضربان قلب (۰/۸۴۵ =P) بین سه وضعیت نشان نداد. این یافته با یافته پژوهش پترسون، آلیسون، زیمر و موجوک (کشش ایستا تاثیر معناداری بر ضربان قلب نداشت) (۶، ۸، ۲۵، ۲۶) و پژوهش سامر (کشش پویا تفاوت معناداری در ضربان قلب حداکثر و میزان درک فشار نشان نداد) (۲۴) و پژوهش رامز (۲۸) همخوانی دارد. در مقابل، پژوهش نلسون (۲۰۰۵) که شامل ۷ دقیقه فعالیت روی دوچرخه کارسنج با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بعد از ۱۲ دقیقه کشش ایستا (۴ حرکت مختلف، هرحرکت ۳۰ ثانیه و در ۴ نوبت) روی زنان و مردان دانشجو بود، نشان داد که کشش ایستا باعث افزایش ضربان قلب طی تمرین با شدت متوسط می‌شود (۳۳). شاید علت تناقض در این پژوهش مدت و نوع حرکات کششی، پروتکل آزمون زیربیشینه (چرخ کارسنج و درگیری دست‌ها) و سطح آمادگی آزمودنی‌ها باشد.

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر تفاوت معناداری در فشار خون سیستولیک (۰/۵۵۲=P)، فشار خون دیاستولیک (۰/۹۵۴ =P) بین سه وضعیت نشان نداد. این نتایج با نتایج پژوهش پترسون (۲۰۱۰) که تفاوت معناداری در فشار خون سیستولیک، فشار خون دیاستولیک بین کشش ایستا و کنترل نیافت (۲۵)، همخوانی دارد. فشار خون با تعاملی پیچیده که بین عملکرد های عصبی، غدد درون ریز، کلیوی، قلبی عروقی و رفتاری[1] وجود دارد، تنظیم می‌شود. عوامل قلبی عروقی مانند برون ده قلبی و مقاومت عروقی محیطی از تعیین کننده‌های اصلی فشار خون هستند. کنترل قلبی عروقی فشار خون در درجه اول با تنظیم عصبی انجام می‌شود. به دنبال آن تنظیم غدد درون ریز و عوامل کلیوی و رفتاری وارد کار می‌شوند (۲۹) و از آنجایی که سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک مسئول ایجاد تغییرات در ضربان قلب، انقباضات میوکارد و میزان استخراج اکسیژن توسط بافت ($a\text{-}vo_2$ diff) و فشار خون سیتولیک و دیاستولیک است (۲۵، ۲۹)، بنابراین نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که، کشش نتوانسته است تاثیر کافی بر سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک ایجاد کند که باعث ایجاد تغییر در ضربان قلب و فشار خون شود. در پژوهش پترسون کشش ایستا در برون ده قلب، حجم ضربه‌ای، ضربان قلب و فشار خون سیتولیک و دیاستولیک نیز تفاوت معناداری ایجاد نکرد و در واقع نتیجه گرفت که کشش ایستا قبل از فعالیت زیربیشینه اثری بر عوامل قلبی ـ عروقی، همودینامیکی وتنفسی ندارد و هزینه انرژی را افزایش نمی‌دهد (۲۵).

در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که کشش ایستا و پویا اثر معنی‌داری بر اقتصاد دویدن در فعالیت زیر بیشینه ندارد. همچنین باتوجه به اینکه کشش ایستا و پویا نتوانستند در سایر متغیرهای پژوهش تغییر معناداری ایجاد کنند می‌توان نتیجه گرفت کشش اثری بر اقتصاد دویدن ندارد و احتمالاً ورزشکاران می‌توانند از هر دو نوع کشش در برنامه گرم کردن قبل از فعالیت زیر بیشینه استفاده نمایند. اگرچه نتایج این پژوهش به روشن شدن اثرات کشش قبل از تمرین زیربیشینه کمک می‌کند، اما برای روشن شدن دقیق تر این اثر، باید مکانیسم‌های مختلف و پروتکل‌های کششی متفاوت مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

با تشکر از کلیه اساتید، دوستان عزیز و کارکنان غیور ارتش جمهوری اسلامی ایران به خصوص قرارگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص) آجا و نهاجا که با همراهی و همدلی خود امکان انجام این پژوهش را فراهم آوردند.

منابع

1. Hoff J, Wisloff U, Engen L. C, Kemi O.J, et al. (2002). Soccer Specific Aerobic Endurance Training. Br J Sports Med 36: 218–221.

2. Mcmillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J.(2005). Physiological Adaptations to Soccer Specific

[1] Behavioral function

Endurance Training In Professional Youth Soccer Players. British Journal of Sports Medicine 39: 273–277.

3. Clark N.A, Edwards A.M, Morton R.H, Butterly R.J.(2008). Season-to-season variations of physiological fitness within a squad of professional male soccer players. Journal of Sports Science and Medicine 7: 157-165.

4. Mosey T,(2009). High intensity interval training in youth soccer players – using fitness testing results practically. Journal of Australian Strength and Conditioning 17: 49-51.

۵. لطفی حسین آباد غلامرضا، گائینی عباسعلی. (۱۳۸۳). اثر محتوی گرم کردن فعال بر تغییرات چابکی و انعطاف پذیری. فصلنامه المپیک. ۲۶: ۸۵-۹۵.

۶. Zimmer A, Burandt A, Kent C. (2007). The effects of Acute stretching on running Economy. Journal of undergraduate kinesiology research. 3: 52-61.

۷. نامنی فرخ، کاشف مجید، لاری علی اصغر. (۱۳۸۳). تاثیر گرم کردن بر رابطه CK و LDH در دوره بازیافت زنان ورزشکار. فصلنامه المپیک. ۲۸: ۹۷- ۱۰۷ .

۸. 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: 1489 - 1495.

۹. 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

۱۰. Fletcher I.M, Anness R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty meter sprint performance in track- and – field athletes. Journal of Strength and conditioning research. 21: 784 -787.

۱۱. 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.

۱۲. 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.

۱۳. نعیمی کیا ملیحه، فرخی احمد، غلامی امین. (۱۳۸۳). تاثیر سه نوع برنامه گرم کردن بر زمان واکنش ساده و انتخابی. فصلنامه المپیک. ۲۸: ۵۷ – ۶۶ .

۱۴. 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: 1844-1849.

۱۵. 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 : 492-499.

۱۶.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. 24:2274-2279.

۱۷.Trehearn T.L, Buresh R.J. (2009). Sit-and-reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. Journal of strength and conditioning research. 23: 158–162.

۱۸. Saunders Ph.U, Pyne D.B, Telford R.d, Hawley J.A. (2004). Factors affecting running economy in trained distance runners. Sports Medicin. 34: 465-485.

۱۹.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: 40-43.

۲۰. 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.

۲۱. Beaudoin C.M, Blum J.W. (2005). Flexibility and running economy in female collegiate track athletes. Journal of Sports Medicine Physical Fitness. 45: 295–300.

۲۲. 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: 350 –357.

۲۳. Shrier J.M.D. (2004). Does stretching improve performance? Asystematic and critical review of the literature. clin Journal of Sports Medicin. 14;267-273.

۲۴.Sommer B.A, Wilson JM, Zourdos Mc, Hornbuckle LM, Park Y.M, Lee S.R, Panton L.B, Kim J.SU. (2009). The effects of Dynamic stretching on energy cost during a thirty minute time trial. Medicine and science in sports and exercise. 41: 87.

۲۵.Peterson S.L. (2010). The acute Effects of stretching on cardiovascular and hemodynamic responses during submaximal treadmill exercise. Thesis The college of ST. Scholastica.

۲۶. 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. Journl of strength and conditioning research. 25:2170 -2176.

۲۷.Hayes P.R, Walker A. (2007). Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. Journal of strength and conditioning research. 21: 1227 -1232.

۲۸. رامز مارال، رجبی حمید، نوروزیان منیژه. (۱۳۹۱). اثر حاد کشش ایستا و پویا بر اقتصاد دویدن و برخی عوامل سوخت و سازی فعالیت زیر بیشینه در زنان فعال. فصلنامه المپیک. ۶۰: ۸۵ – ۹۸ .

۲۹. رابرگز آ.رابرت و رابرتس اُ. اسکات. (۱۳۸۴). اصول بنیادی فیزیولوژی ورزشی(۱)، ترجمه گائینی عباسعلی و دبیدی روشن ولی ا... . انتشارات سمت. تهران.

۳۰. مک آردل ویلیام، کچ فرانک آی، کچ ویکتور.ال. (۱۳۷۹). فیزیولوژی ورزشی ۱. ترجمه خالدان اصغر. انتشارات سمت. تهران.

۳۱. 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.

32. Carter,h., Jones,A.M., Barstow,T,S., Burnley,M, Williams,C., Doust,J.H.(۲۰۰۰). Effect of endurance training on oxygen uptake kinetics during treadmill running. Journal of Applied Physiology ۸۹:۱۷۴۴-۱۷۵۲.

33. 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: 103-104.

34. Bergh U, Sjodin B, Forsberg A, Svedenhag J. (1991). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. Medicine and Science in sports and Exercise. 23:205-211.

35. Bransford D.R, Howley E.T. (1977). Oxygen cost of running in trained and untrained men and women. Medicin and Science in Sports Exercise, 9: 41–44.

36. Pollock M.L, Jackson A.S, Pate R.R. (1980). Disscriminant analysis of physiological differences between good and elite distance runners. Research Quarterly for Exercise and Sport. 51: 521-532.

37.Arampatzis A, De Monte G, Karamanidis K, Morey-Klapsing G, Stafilidis S, Brüggemann G.P. (2006). Influence of the muscle–tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. The Journal of Experimental Biology. 209: 3345-3357.

۳۸. فاکس، ادوارد. ال، ماتیوس، دونالد.ک.(۱۳۸۴). فیزیولوژی ورزشی، ترجمه خالدان اصغر .جلد اول. چاپ یازدهم .انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۳۹. گائینی عباسعلی.(۱۳۸۳). مبانی فیزیولوژی ورزشی ویژه دوره کارشناسی ارشد تربیت بدنی .دانشگاه پیام نور، تهران.

۴۰. ویلمور جک اچ. کاستیل دیوید ال.(۱۳۸۵). فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ترجمه معینی ضیاء، رحمانی نیا فرهاد، رجبی حمید، آقاعلی نژاد حمید، سلامی فاطمه . جلداول. انتشارات مبتکران، تهران.

41. Delory D.S, Koalchuk J.M, Paterson D.H.(۲۰۰۳). Relationship between pulmonary o۲ uptake kinetics and muscle deoxygenation during moderate intensity exercise. Journal of Applied Physiology ,۹۵:۱۱۳-۱۲۰.

42. Mccutcheon L.J, Geor R.J, Hinchcliff K.(۱۹۹۹). Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in horses. Journal of Applied Physiology,۸۷:۱۹۱۴-۱۹۲۲.