علوم زیستی ورزشی ـ زمستان ۱۳۹۵
دورهٔ۸، شمارهٔ ۴، ص : ۵۹۰ – ۵۷۵
تاریخ دریافت : ۳۰ / ۰۱ / ۹۴
تاریخ پذیرش : ۰۱ / ۰۸ / ۹۵

تأثیر پیش‌سرمایش بر متغیرهای فیزیولوژیکی، عملکردی و ادراکی مردان در یک فعالیت شدید وامانده‌ساز در محیط گرم

زهرا شهسواری [*۱]– حمید رجبی [۲] – محمدرضا دهخدا [۳] –سیدمحمد سیدی بیدگلی [۴]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳ و۲. دانشیار، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۴. دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین تأثیر پیش‌سرمایش بر متغیرهای فیزیولوژیکی، عملکردی و ادراکی مردان در یک فعالیت شدید وامانده‌ساز در محیط گرم بود. آزمودنی‌ها ۱۰ مرد سالم ورزشکار (میانگین سن ۱/۸۹±۲۳/۴۰ سال، وزن ۸/۹۴±۶۹/۸۰ کیلوگرم، قد ۵/۹۸±۱۷۲ سانتی‌متر، چربی بدن ۳/۳۹±۱۰/۹۳ درصد) بودند. آزمودنی‌ها در یک جلسهٔ مجزا در آزمایشگاه حاضر شدند و vVO_{2max} آنها تعیین شد و سپس به دو گروه تقسیم شدند. فعالیت ورزشی در یک اتاقک گرمایی با دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد انجام گرفت. یک گروه پیش از فعالیت به مدت ۳۰ دقیقه جلیقهٔ یخ را می‌پوشیدند و در محیط گرم قرار می‌گرفتند و پس از گرم کردن با سرعت ۵۰ درصد vVO_{2max}، سرعت نوار گردان به حد vVO_{2max} افزایش می‌یافت و تا واماندگی ادامه پیدا می‌کرد. متغیرهای ضربان قلب، دمای مرکزی بدن، مقدار لاکتات خون، و متغیرهای ادراکی و T_{max} اندازه‌گیری شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون‌های t وابسته، بونفرونی و تحلیل واریانس مکرر در سطح معناداری ($P = ۰/۰۵$) استفاده شد. نتایج نشان داد پوشیدن جلیقهٔ یخ بر T_{max} ($P = ۰/۰۰۵$)، شاخص درک فشار ($P = ۰/۰۲۹$) و شاخص درک گرما ($P = ۰/۰۰۱$) تأثیر معنادار داشت و عملکرد را ۲۷ درصد افزایش داد. اما بر دمای مرکزی بدن ($P = ۰/۱۹۴$)، لاکتات خون ($P = ۰/۰۵۱$) و تعداد تواتر قلبی ($P = ۱/۰۰$) تأثیر معناداری نداشت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که پیش‌سرمایش بر عملکرد و متغیرهای ادراکی تأثیر دارد و بر متغیرهای فیزیولوژیکی تأثیر معناداری ندارد.

واژه‌های کلیدی

پیش‌سرمایش، فعالیت شدید وامانده‌ساز، متغیرهای فیزیولوژیکی، متغیرهای عملکردی، متغیرهای ادراکی، محیط گرم.

[*] نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۸۳۷۸۷۳۶۰

Email : Nz.shahsavari@yahoo.com

مقدمه

عوامل بسیار زیادی بر عملکرد ورزشکاران تأثیر می‌گذارند. از جملهٔ این عوامل می‌توان به شرایط اقلیمی که فعالیت ورزشی در آن صورت می‌گیرد، اشاره کرد. محیط‌های گوناگون مانند ارتفاع، شرایط کم‌فشار، پرفشار، محیط سرد و هوای آلوده، مداخله‌گرهایی هستند که بر عملکرد ورزشکار تأثیر می‌گذارند. از این میان، افزایش دمای محیط تأثیرات چشمگیری همچون افزایش دمای مرکزی بدن (۴)، چالش بین خون در دسترس عضلات و پوست (۲۰)، اختلال در عملکرد و ظرفیت هوازی (۱۱،۱۸)، رسیدن زودهنگام به آستانهٔ بی‌هوازی (۱۴)، تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی (۱۷) و در پی آن افزایش گلیکولیز بی‌هوازی (۹)، افزایش استفاده از گلیکوژن درون‌عضلانی (۷،۸،۱۰،۲۷) و تجمع لاکتات (۱۳) بر بدن می‌گذارد که عواملی مخرب بر عملکرد ورزشکار محسوب می‌شود. در این شرایط، اگر فرد به رقابت ورزشی بپردازد، بار شایان توجه و سنگینی را به سازوکار تنظیم حرارتی خود تحمیل خواهد کرد که این مسئله می‌تواند موجب نگرانی مربیان و ورزشکاران شود. از طرفی ورزش شدید موجب افزایش سوخت‌وساز و همچنین تولید حرارت شده و پس از ۴ تا ۷ دقیقه، سبب افزایش دمای مرکزی بدن به مقدار یک درجهٔ سانتی‌گراد می‌شود (۱)، که اگر این گرمای اضافی نتواند از بدن دفع شود، دمای مرکزی افزایش می‌یابد، فرد با احساس ناتوانی و درماندگی مواجه می‌شود (۱۲) و عملکردش کاهش می‌یابد (۲۲). استفاده از پیش‌سرمایش، ورزشکار را قادر می‌سازد قبل از افزایش زیاد دمای مرکزی کار بیشتری انجام دهد (۲۹، ۵)، زیرا خون کمتری به سطح بدن می‌آید. همچنین با تعریق کمتر موجب حفظ حجم خون و املاح معدنی شده و در نهایت این فرایندها موجب بهبود عملکرد می‌شود (۱۹). از جمله سازوکارهای پیش‌سرمایش می‌توان به مواردی همچون کاهش دمای مرکزی بدن و پوست، افزایش جریان خون عضلات، افزایش ذخایر گرمایی بدن، کاهش تعریق، جلوگیری از کاهش پلاسما و الکترولیت‌های خون اشاره کرد. از جمله مطالعات انجام‌گرفته در حیطهٔ پیش‌سرمایش، می‌توان به پژوهش سیگیوبجورن[1] و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد که با پوشیدن جلیقهٔ یخ هنگام گرم کردن تأثیر آن را بر دوی پنج کیلومتر دوندگان رقابتی بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد پوشیدن جلیقهٔ یخ عملکرد دوی پنج کیلومتر را بهبود بخشید و با کاهش دمای بدن، ناراحتی‌های دمایی و ناراحتی‌های ادراکی گرمایی در مراحل ابتدایی دویدن، دوندگان توانستند سرعت گام‌های خود را در مراحل پایانی

1. Sigurbjorn

بالاتر ببرند (۲۴). همچنین در پژوهش جوانا[1] و همکاران (۲۰۰۷)، تأثیر غوطه‌وری در آب بر تکرار اجرای دوچرخه‌سواری و تنظیمات دمایی در گرما بررسی شد، آنها چهار نوع پیش‌سرمایش (غوطه‌وری در آب۱۰، ۱۵،۲۰ درجه به‌صورت پیوسته و ۲۰ درجه به‌صورت منقطع) و ریکاوری فعال به مدت ۱۵ دقیقه را مقایسه کردند و نتیجه گرفتند در بین دو تکرار مقدار لاکتات تفاوت معناداری بین انجام ریکاوری فعال و چهار نوع پیش‌سرمایش نداشت (۱۶). هر چهار نوع روش پیش‌سرمایش تأثیر معناداری در کاهش استرس‌های گرمایی داشتند و موجب بهبود تکرار شدید بعدی در مقایسه با ریکاوری فعال شدند (۱۶). دافیلد[2] و همکاران (۲۰۰۷) روش‌های مختلف پیش‌سرمایش را بر عملکرد فعالیت با حداکثر سرعت دویدن و تمرین زیر بیشینه در شرایط گرم بررسی کردند. دو نوع پیش‌سرمایش (غوطه‌وری در آب یخ و جلیقهٔ یخ به مدت ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت) صورت گرفت و به این نتیجه رسیدند که غوطه-وری در آب یخ مؤثر است، اما جلیقهٔ یخ تأثیر معناداری نداشت. همچنین دریافتند که پیش‌سرمایش بر فعالیت سرعتی تأثیر ندارد، اما بر PH خون، حرارت پوستی، از دست دادن عرق و بار کار زیر بیشینه تأثیر مثبت دارد (۶).

بوگرد[3] و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای شدت‌های مختلف پیش‌سرمایش (که پیش‌سرمایش قوی استفاده از جلیقهٔ یخ و پیش‌سرمایش ملایم استفاده از اتاقک با هوای ۲۴ درجه و رطوبت ۶۰ درصد بود) را بر راندمان خنک کردن و عملکرد بدنی در محیط معتدل سنجیدند؛ به این صورت که شرکت‌کنندگان که تعداد آنها ۸ نفر بود، به دو گروه تقسیم شدند و ابتدا از پیش‌سرمایش به مدت ۴۵ دقیقه استفاده شد و پس از آن با شدت ۶۵ درصد vVO_{2max}[4] به فعالیت دوچرخه‌سواری پرداختند. نتایج نشان داد که دمای پوست در هر دو گروه کاهش یافت. اما در گروه پیش‌سرمایش قوی (جلیقهٔ یخ) نسبت به پیش‌سرمایش ملایم (استفاده از هوای خنک) این کاهش دو برابر بود، و نشان داده شد که عملکرد بهبودیافته پس از پیش‌سرمایش قوی مربوط به کاهش بیشتری در محتوای حرارت بدن بود (۴).

براساس نتایج مطالعات پیشین، پیش‌سرمایش موجب بهبود اجرا و کاهش رکورد دوندگان استقامتی شده؛ همچنین اجرای فعالیت‌های تناوبی طولانی‌مدت را بهبود بخشیده (۱۷)، و اثر سودمندی در عملکرد سرعتی دوچرخه‌سواران استقامتی داشته است (۴). همچنین مطالعات پیشین نشان داده‌اند که

1. Joanna
3. Duffield
3. Bogerd
4.Velocity associated with VO2max

پیش‌سرمایش موجب هدایت خون از بخش سطحی به اندام‌های داخلی بدن می‌شود که در پی آن متابولیت‌ها به‌سوی اعضای داخلی سوق داده می‌شوند و با دفع بیشتر آن از عضلات در به تعویق افتادن خستگی در فعالیت‌های استقامتی کمک می‌کند (۲۵، ۲۳). همان‌طورکه بیان شد، پیش‌سرمایش انواع مختلفی دارد که از جمله می‌توان استفاده از جلیقهٔ یخ، غوطه‌وری در آب و همچنین قرارگیری در معرض هوای سرد را نام برد (۲۹). به هر حال بیشتر این مطالعات از روش غوطه‌وری در آب برای پایین آوردن دمای بدن استفاده کرده‌اند که روشی غیرکاربردی برای میدان‌های ورزشی است (۲۳)، و در برخی پژوهش‌ها که از جلیقهٔ خنک‌کننده استفاده کرده‌اند، نتایج تا حدودی ضدونقیض بوده است (۱۷،۲۱، ۲۳،۲۸).

از آنجا که تحقیقات پیشین روی فعالیت‌های طولانی‌مدت (بالای ۲۰ دقیقه) و شدید و کوتاه‌مدت (زیر۲ دقیقه) صورت گرفته است و براساس یافته‌های ما تاکنون مطالعه‌ای این تکنیک را در فعالیت شدید وامانده‌ساز در بازهٔ زمانی ۳ تا ۷ دقیقه بررسی نکرده است، این زمان را می‌توان به ورزش‌هایی از جمله دوهای نیمه‌استقامت مانند دوهای ۸۰۰ تا ۵۰۰۰ متر تعمیم داد. ازاین‌رو پژوهشگر بر آن است تا هدف خود از این تحقیق را (بررسی تأثیر پیش‌سرمایش بر متغیرهای فیزیولوژیکی، عملکردی و ادراکی مردان) در یک فعالیت شدید وامانده‌ساز در محیط گرم بررسی کند.

روش‌شناسی

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و نمونه‌گیری آزمودنی‌ها به‌صورت در دسترس از بین دانشجویان دانشگاه خوارزمی بود که در مسابقات المپیاد ورزشی دانشجویان کشور در سال ۱۳۹۳ شرکت داشتند. مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها (M±SD)

تعداد	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	چربی (درصد)	vVO_{2max} (کیلومتر بر ساعت)
۱۰	۶۹/۸۰±۸/۹۴	۲۳/۴۰±۱/۸۹	۱۷۲±۵/۹۸	۱۰/۹۳±۳/۳۹	۱/۵۲±۱۷/۹۰

پروتکل آزمون

به فاصلهٔ ۴۸ ساعت پیش از شروع فرایند پژوهش یک جلسهٔ آشنایی با پروتکل‌ها و روند اجرایی در محل اجرای پروتکل برای آزمودنی‌ها تشکیل و فرم رضایت‌نامه و پرسشنامهٔ سلامت بین آزمودنی‌ها توزیع و توسط آنها تکمیل شد. در همان جلسه به‌منظور برآورد درصد چربی با فرمول سه‌نقطه‌ای جکسون-پولاک[1]، با استفاده از کالیپر (Sequoia-TrimCal 4000)، چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها در سه ناحیهٔ شکم، سینه و ران اندازه‌گیری شد. در ادامه، طول قد آزمودنی‌ها و وزن بدن آنها با استفاده از ترازوی پزشکی مجهز به قدسنج (Seca-220) اندازه‌گیری و vVO_{2max} آنها نیز برآورد شد (۲).

آزمودنی‌ها به دو گروه پنج‌نفره تقسیم و در یک روز معین در آزمایشگاه حاضر شدند. پس از استراحت لازم ضربان قلب و دمای مرکزی به‌وسیلهٔ ضربان‌سنج (Polar) و دماسنج پزشکی که زیر زبان قرار می‌گرفت، گرفته شد. گروه آزمایشی به مدت ۳۰ دقیقه جلیقهٔ یخ (یخ‌های خشک، داخل کیسه‌های تعبیه‌شدهٔ جلیقهٔ یخ به‌گونه‌ای قرار می‌گرفت که تمام ناحیهٔ شکمی، قفسهٔ سینه‌ای و قسمت پشت را پوشش می‌داد) را می‌پوشیدند که ۱۵ دقیقهٔ انتهای آن را با حرکات کششی و نرم دو با سرعت ۵۰ درصد vVO_{2max} روی نوار گردان جهت گرم کردن می‌دویدند. قبل از این مرحله ضربان قلب و دمای مرکزی اندازه‌گیری می‌شد. پس از این مرحله، آزمودنی در محیط گرم که یک اتاقک گرم با دمای ۳۸ درجه و رطوبت نسبی ۵۰ درصد بود، روی نوار گردان قرار می‌گرفت و پس از اعلام آمادگی سرعت به حد سرعت vVO_{2max} افزایش می‌یافت و پس از رسیدن سرعت به حد نصاب زمان ثبت می‌شد. در حین آزمون، آزمودنی‌ها به گونهٔ زبانی تشویق می‌شدند. توقف آزمون به عهدهٔ خود آزمودنی بود و هنگامی انجام می‌گرفت که آزمودنی توانایی ادامهٔ کار را نداشت. با توقف آزمون، زمان به‌دست‌آمده براساس واحد ثانیه و صدم ثانیه و ضربان قلب ثبت می‌شد. همچنین بلافاصله نتایج شاخص درک فشار و درک حرارت (۲۱) با استفاده از پرسشنامه ثبت می‌شد. سپس آزمودنی روی یک صندلی نشسته و از او دمای مرکزی گرفته می‌شد. به‌منظور اندازه‌گیری لاکتات، ۳ دقیقه بلافاصله پس از توقف آزمون T_{max}، از انگشت اشاره در حالت استراحتی با استفاده از دستگاه لاکتومتر (Lactate Scout، Senslab، German) میزان لاکتات اندازه گرفته می‌شد. براساس پایلوت‌های فراوان این مدت زمان، زمانی بود که لاکتات بیشترین مقدار را پس از این آزمون نشان می‌داد. در گروه کنترل نیز همین اقدام‌ها اما بدون استفاده از جلیقهٔ یخ صورت

1. Jackson and Pollock

گرفت. جلسهٔ بعدی آزمون پس از ۷۲ ساعت با جابه‌جایی گروه‌ها به همین ترتیب به‌منظور از بین بردن اثر یادگیری صورت گرفت.

روند آماده‌سازی اتاقک گرمایی

به‌منظور فعالیت در محیط گرم از شبیه‌سازی این محیط در آزمایشگاه استفاده شد. بدین منظور محفظه‌ای به ابعاد ۳×۳/۵×۳/۵ و پوشیده‌شده از نایلون طراحی شد، به‌طوری‌که هوا مدام تنها از قسمت پایین این اتاقک با محیط بیرون از خود جریان داشت. حدود ۹۰ دقیقه پیش از شروع فعالیت، به‌منظور بالا بردن دمای اتاقک و تنظیم رطوبت، هیترهای گرمایشی برقی (Turkey،Gosonic-208) و دستگاه رطوبت‌ساز (Canada، hi-ah26fs،Hitec) روشن می‌شد تا زمانی‌که دمای محیط شبیه‌سازی‌شده به ۱±۳۸درجه می‌رسید. به‌منظور کنترل اثر احتمالی رطوبت و حذف مقدار اختلاف بین دو محیط، مقدار رطوبت محیط گرم شبیه‌سازی‌شده با توجه به مقدار رطوبت محیط طبیعی به‌وسیلهٔ دستگاه رطوبت‌ساز یکسان می‌شد که این مقدار در دامنهٔ ۵±۵۰٪ بود.

آزمون فزایندهٔ بیشینه روی نوار گردان

به‌منظور برآورد vVO_{2max}، آزمودنی‌ها آزمون فزاینده‌ای روی نوار گردان (Lodetreadmill Netherlands،Valiant) اجرا کردند؛ شامل ۳ دقیقه راه رفتن با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت با شیب صفر درجه برای گرم کردن؛ پس از آن در هر دقیقه افزایش سرعت به‌صورت یک کیلومتر در ساعت تا رسیدن به واماندگی ادامه پیدا می‌کرد (۲). سرعت نهایی درصورتی‌که یک دقیقهٔ کامل به انجام می‌رسید، به‌عنوان vVO_{2max} در نظر گرفته می‌شد، درصورتی‌که آخرین مرحله کمتر از یک دقیقه انجام می‌گرفت، سرعت مرحلهٔ قبل به‌عنوان این شاخص در نظر گرفته می‌شد (۲).

آزمون زمان تا واماندگی با شدت vVO_{2max} (T_{max})

آزمودنی‌ها ابتدا ۱۵ دقیقه مرحلهٔ گرم کردن را انجام دادند. این مرحله شامل ۷ دقیقه دویدن روی نوار گردان با سرعت حدود ۵۰ درصد vVO_{2max} و سپس ۷ دقیقه حرکات کششی بود. پس از مرحلهٔ گرم کردن، آزمودنی‌ها در محیط گرم روی نوار گردان قرار می‌گرفتند. ابتدا سرعت نوار گردان صفر می‌شد و پس از اعلام آمادگی آزمودنی، سرعت در کمتر از یک دقیقه به حد سرعت vVO_{2max} افزایش

می‌یافت و از آن لحظه به بعد زمان ثبت می‌شد. در حین آزمون، آزمودنی‌ها به‌گونهٔ زبانی تشویق می‌شدند. توقف آزمون به ارادهٔ خود آزمودنی بود و هنگامی انجام می‌گرفت که آزمودنی توانایی ادامهٔ کار را نداشت. با توقف آزمون، زمان به‌دست‌آمده براساس واحد ثانیه ثبت و به‌عنوان شاخص T_{max}[1] در نظر گرفته می‌شد (۲).

روش تجزیه‌وتحلیل آماری

به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبهٔ میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها، و از آمار استنباطی برای مقایسهٔ گروه‌ها با هم استفاده شد. توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و آزمون لوین تأیید شد. به‌منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش t وابسته، تحلیل واریانس مکرر و آزمون تعقیبی بانفرونی در سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) استفاده شد. تمام تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $spss_{21}$ انجام گرفت.

نتایج

نتایج نشان داد پوشیدن جلیقهٔ یخ بر T_{max} ($P =۰/۰۰۵$) تأثیر معنادار داشت و عملکرد را ۲۷ درصد افزایش داد. اما بر دمای مرکزی بدن ($P =۰/۱۹۴$)، لاکتات خون ($P =۵/۰۵۱$) و تعداد تواتر قلبی ($P =۱/۰۰$) تأثیر معنادار نداشت. همچنین نتایج نشان داد که پیش‌سرمایش بر شاخص‌های ادراکی از جمله شاخص درک فشار ($P =۰/۰۲۹$) و شاخص درک گرما ($P =۰/۰۰۰$) تأثیر معناداری می‌گذارد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که پیش‌سرمایش بر عملکرد و متغیرهای ادراکی تأثیر دارد (جدول۲).

1. Time to exhaustion

جدول ۲. شاخص‌های ادراکی، فیزیولوژیکی و عملکردی ناشی از فعالیت (M±SD) (P>۰/۰۵)

	گروه پیش‌سرمایش			گروه کنترل			P	
	پیش از گرم کردن	پیش از فعالیت	واماندگی	پیش - از گرم کردن	پیش از فعالیت	واماندگی	قبل‌از فعالیت	واماندگی
دمای مرکزی (سانتی‌گراد)	۳۶/۲۸±۰/۲۰	۳۶/۷۲±۰/۴۴	۳۶/۶۰±۰/۲۷	۳۶/۲۵±۰/۲۱	۳۶/۵۴±۰/۲۴	۳۷/۰۷±۰/۲۹	۱/۰۰۰	۰/۱۹۴
ضربان قلب (تعداد در دقیقه)	۱۱۲/۴۰±۱۱/۶۶	۱۴۸/۹۰±۱۵/۴۲	۱۸۴/۸۰±۶/۴۶	۱۱۱/۵±۱۱/۲	۱۴۹/۳±۱۵/۹	۱۸۹/۶±۶/۷۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
لاکتات (میلی‌مول در لیتر)	۲/۴±۰/۶۸	–	۱۳/۲۷±۱/۰۷	۲/۴±۰/۶۶	–	۱۲/۱۱±۱/۱۱	–	۰/۰۵۱
T_{max} (ثانیه)	–	–	۲۳۴/۳۰±۷۶/۲۳	–	–	۱۸۴±۷۶/۱۱	–	۰/۰۰۵
درک گرما	–	–	۱۴/۴۰±۱/۰۷	–	–	۱۶/۸۰±۰/۷۸	–	۰/۰۰۰
درک فشار	–	–	۱۶/۵۰±۱/۳۶	–	–	۱۷/۴۰±۰/۹۶	–	۰/۰۲۹

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تأثیر پیش‌سرمایش بر T_{max} نشان داد، استفاده از پیش‌سرمایش موجب افزایش ۲۷ درصدی عملکرد می‌شود (P =۰/۰۰۵) و این نتایج معنادار بود. در این زمینه سیگیوبجورن و همکاران (۲۰۰۴)، اثر پوشیدن جلیقهٔ یخ هنگام گرم کردن بر دوی پنج کیلومتر دوندگان رقابتی را بررسی کردند که

استفاده از پیش‌سرمایش بر عملکرد هوازی مؤثر بود (۲۴). در همین زمینه هونتر[1] و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر پوشیدن لباس یخ در دوندگان مسابقهٔ «صحرانوردی» را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد با اعمال پیش‌سرمایش بهبود معناداری می‌یابد که با نتیجهٔ تحقیق حاضر همسوست (۱۵). بوگرد و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی در زمینهٔ فعالیت دوچرخه‌سواری با ۶۵ درصد VO_{2max}[2] به این نتیجه رسیدند که بین گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد (۴). دافیلد و همکاران (۲۰۰۷) روش‌های مختلف پیش‌سرمایش را بر عملکرد فعالیت با حداکثر سرعت دویدن در شرایط گرم بررسی کردند. دو نوع پیش‌سرمایش (غوطه‌وری در آب یخ و جلیقهٔ یخ به مدت ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت) صورت گرفت و نشان داده شد که غوطه‌وری در آب یخ و جلیقهٔ یخ بر فعالیت سرعتی تأثیر نداشت (۶). اسکین[3] و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی تأثیر پیش‌سرمایش و حرارت را پیش از تمرین بر عملکرد عصبی عضلانی در یک فعالیت متناوب با حداکثر سرعت دویدن بررسی کردند. در این پژوهش ۱۰ آزمودنی مرد قبل از فعالیت، به مدت ۵۰ دقیقه در آب یخ غوطه‌ور شدند و سپس یک فعالیت متناوب را با حداکثر سرعت دویدن در محیطی با ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد انجام دادند. فعالیت شامل ۱۵ متر حداکثر سرعت دویدن و ۱۵ متر دویدن آرام بود (۲۵). نتیجهٔ این پژوهش نشان داد که پیش‌سرمایش به نسبت استفاده از حرارت قبل از تمرین، حداکثر سرعت دویدن را کاهش می‌دهد. از تأثیرات پیش‌سرمایش بر T_{max} می‌توان به تأثیر آن بر حجم و تواتر قلبی، دمای مرکزی، دمای پوست، متابولیسم، شاخص‌های روان‌شناختی و تأثیر آن بر تعریق و کاهش آب بدن اشاره کرد که در نهایت به پیشرفت عملکرد می‌انجامد (۲۵).

در تأیید برخی از یافته‌های پژوهش‌های ذکرشده، نتایج تحقیق حاضر نشان داد لاکتات خون تولیدی هنگامی‌که فعالیت وامانده‌ساز با پیش‌سرمایش انجام گرفت، افزایش بیشتری داشت (P =۰/۰۵۱)، اما این تفاوت معنادار نبود. از جمله پژوهش‌های همسو با پژوهش حاضر می‌توان به پژوهش چونگ[4] و همکاران (۲۰۰۴) اشاره کرد که اثر پیش‌سرمایش بر تکرار اجراهای سرعتی منقطع مردان و زنان دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده را بررسی کردند و نشان دادند لاکتات خون تولیدی هنگام پوشیدن جلیقهٔ

1. Hunter
2. Maximal oxygen uptake
3. Skein
4. Cheung

سرد و گرم تفاوت معناداری با هم ندارد (۵). در این زمینه در پژوهش وایلی[1] و همکاران (۲۰۰۷) روی دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده، پیش‌سرمایش اثر تأثیرگذاری بر مقدار لاکتات خون نداشت (۲۸) که با نتیجهٔ تحقیق حاضر همسو بود. در توجیه معنادار نبودن نتایج می‌توان گفت که این تغییرات ممکن است به نوع، شدت و زمان تمرینات وابسته باشد و اگر نوع فعالیت لاکتیکی باشد، پیش‌سرمایش تأثیر مثبت خود را بر عملکرد و میزان تولید و مصرف لاکتات خواهد گذاشت. اما در پژوهش دافیلد و همکاران (۲۰۰۷) روش‌های مختلف پیش‌سرمایش بر عملکرد فعالیت با حداکثر سرعت دویدن و تمرین زیر بیشینه در شرایط گرم بررسی شد؛ دو نوع پیش‌سرمایش (غوطه‌وری در آب یخ و جلیقهٔ یخ به مدت ۳۰ دقیقه) قبل از فعالیت صورت گرفت و به این نتیجه رسیدند پیش‌سرمایش در هر دو نوع فعالیت بر لاکتات خون تأثیر مثبت داشت (۶) که با پژوهش حاضر همسو نیست. دافیلد، کاهش لاکتات را در اواسط و پس از ورزش در گروهی که از پیش‌سرمایش استفاده کرده بودند، گزارش کرد (۶). این نتایج می‌تواند به‌علت مصرف بیشتر لاکتات باشد، زیرا جریان خون مرکزی در گروه پیش‌سرمایش به اندازهٔ گروه بدون پیش‌سرمایش کاهش نیافته و لاکتات به مصرف رسیده است، در نتیجه لاکتات خون کمتر و در زمان یکسان لاکتات کمتری در گروه پیش‌سرمایش گزارش شده است. افزایش دمای مرکزی سبب رقابت بین جریان خون و جریان خون در دسترس عضلات می‌شود، و نتیجهٔ آن کاهش جریان خون عضلانی است. بر اثر تضعیف جریان خون عضلات و هیپوکسی ایجادشده، عضلات فعال متکی به گلیکولیز بی‌هوازی می‌شوند و این افزایش سبب افزایش لاکتات می‌شود. دلیل دیگر افزایش لاکتات در محیط گرم، افزایش تعریق و کاهش آب بدن است که به افزایش وابستگی سلول‌های عضلانی به منابع گلیکوژن در تأمین انرژی مورد نیاز در یک بارکاری یکسان منجر می‌شود که افزایش لاکتات را به‌همراه خواهد داشت. سازوکار احتمالی پیش‌سرمایش این است که به‌دلیل خنک کردن و دیرتر بالا رفتن دمای مرکزی موجب حفظ جریان خون عضلات و گلیکولیز کمتر می‌شود که به تولید لاکتات کمتر می‌انجامد. سازوکار دیگر آن ممکن است این باشد که به‌علت حفظ دمای مرکزی در درجهٔ کمتر نسبت به گروه کنترل به تعریق کمتر منجر می‌شود، در نتیجه کم‌آبی دیرتر اتفاق می‌افتد و بدن دیرتر از سیستم گلیکولیتیک به‌صورت عمده استفاده می‌کند. در پژوهش حاضر بی‌شک در زمان‌های یکسان لاکتات گروه پیش‌سرمایش کمتر بوده است و دلیل بیشتر بودن لاکتات در گروه پیش‌سرمایش پس از فعالیت وامانده‌ساز عامل زمان بوده است، زیرا آزمودنی‌ها زمان بیشتری به فعالیت پرداختند و دیرتر به واماندگی

1. Vaile

رسیدند. اما به‌نظر نمی‌رسد که استفاده از پیش‌سرمایش اثری بر فشار فیزیولوژیکی تمرین داشته باشد، زیرا نتایج پژوهش در زمینهٔ ضربان قلب در فعالیت وامانده‌ساز با پیش‌سرمایش و بدون پیش‌سرمایش (P =۱/۰۰) نشان داد که پیش‌سرمایش بر ضربان قلب نیز تأثیر معناداری نداشته است که می‌توان از پژوهش استفان[1] و همکاران (۲۰۰۴) که با پژوهش حاضر همسوست، نام برد. استفان اثر پیش‌سرمایش را بر تکرار اجراهای سرعتی مردان و زنان دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده در فضای بسته بررسی و بیان کرد که پیش‌سرمایش بر ضربان قلب تأثیر معنادار ندارد (۲۶). مینت[2] و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأثیر پیش‌سرمایش را در ورزش بولینگ در محیط گرم بررسی کردند. آزمودنی‌ها در دو گروه با پیش‌سرمایش و بدون پیش‌سرمایش در هوای ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹ به فعالیت پرداختند (فعالیت شامل ۱۰ پرتاب بود). آنها به این نتیجه رسیدند که در ضربان قلب تغییری ایجاد نشد و تأثیر پیش‌سرمایش معنادار نبود (۲۱). اما سیگیوبجورن و همکاران (۲۰۰۴) اثر پوشیدن جلیقهٔ یخ هنگام گرم کردن را بر دوی پنج کیلومتر در دوندگان رقابتی بررسی کردند و نتایج نشان داد پوشیدن جلیقهٔ یخ تأثیر معنادار بر ضربان قلب داشت (۲۴). همچنین پریس[3] و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر پیش‌سرمایش را قبل و در بین تمرین در یک بازی شبیه‌سازی‌شدهٔ فوتبال بازیکنان نخبهٔ دختر بررسی کردند. یک گروه پیش از شروع فعالیت به مدت ۲۰ دقیقه از تکنیک پیش‌سرمایش با جلیقهٔ یخ استفاده کردند، و گروه دیگر پیش از شروع ۲۰ دقیقه و بین استراحت دو نوبت ۱۵ دقیقه‌ای از پیش‌سرمایش استفاده کردند. نتایج نشان داد که هر دو استراتژی خنک‌کننده بر ضربان قلب مؤثر بودند، با این حال پیش‌سرمایش در ابتدا و بین تمرین مؤثرتر از پیش‌سرمایش فقط در ابتدای تمرین بود و تأثیر پیش‌سرمایش بر ضربان قلب معنادار اعلام شد که دلیل افزایش و کاهش مربوط به ضربان قلب را به‌طور شایان توجهی مربوط به از دست دادن آب بدن بیان کردند (۲۳). هنگام فعالیت در گرما حجم خون به طرف پوست تغییر مسیر می‌دهد و این تغییر مسیر ممکن است تا ۷ لیتر در دقیقه باشد (۱). این تغییر مسیر به کاهش برگشت خون به قلب منجر می‌شود و حجم ضربه‌ای را کاهش می‌دهد و قلب مجبور است برای جبران آن تواتر را افزایش دهد. تعریق زیاد که استراتژی بدن برای متعادل نگه داشتن و بالا نرفتن دمای مرکزی است، سبب کاهش حجم خون و متعاقب آن کاهش حجم ضربه‌ای و افزایش تواتر قلبی می‌شود. در تحقیقات پیشین دلیل ضدونقیض بودن نتایج ممکن است ماهیت و شدت و زمان فعالیت‌ها باشد. همچنین دما و

1. Stephen
2. Minett
3. Price

رطوبت محیطی که در آن به فعالیت پرداخته شده است، از عوامل مؤثرند. در پژوهش حاضر می‌توان گفت که در واقع تکنیک پیش‌سرمایش تأثیر داشته است و آزمودنی بیشترین تواتر قلبی را در زمان دیرتری تجربه کرده و در زمان‌های یکسان احتمالاً ضربان قلب کمتری داشته است. از طرف دیگر دمای مرکزی بدن در فعالیت‌هایی که در گرما انجام می‌گیرد، موضوع بسیار مهمی به‌شمار می‌آید. نتایج پژوهش حاضر در این زمینه حاکی از آن است که پیش‌سرمایش بر دمای مرکزی تأثیر مثبت دارد (P =۰/۱۹۴) و موجب افزایش کمتر دمای مرکزی بدن می‌شود، اما تفاوت آن معنادار نبود. در این زمینه چونگ و همکاران (۲۰۰۴) اثر پیش‌سرمایش را بر تکرار اجراهای سرعتی منقطع مردان و زنان دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده بررسی کردند و نشان دادند که پیش‌سرمایش تأثیر معناداری بر تغییرات دمای مرکزی بدن ندارد (۵). نتایج پژوهش مینت و همکاران (۲۰۱۲) که تأثیر پیش‌سرمایش را بر پرتاب‌های بولینگ سنجیدند، نشان داد پیش‌سرمایش تأثیر معناداری بر دمای مرکزی ندارد که با نتایج پژوهش حاضر همسوست (۲۱). اما وایت[1] و همکاران (۲۰۰۳) اثر پیش‌سرمایش کل بدن و بالاتنه را در یک فعالیت زیر بیشینه در مردان سالم بررسی کردند و نشان دادند که پیش‌سرمایش تأثیر معناداری بر تغییرات دمای مرکزی بدن دارد (۳۰). در این زمینه استفان و همکاران (۲۰۱۴) اثر پیش‌سرمایش را بر تکرار اجراهای سرعتی مردان و زنان دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده بررسی کردند و نشان دادند که پیش‌سرمایش تأثیر معناداری بر تغییرات دمای مرکزی بدن دارد (۱۵) که با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. همچنین سیگیوبجورن و همکاران (۲۰۰۴) اثر پوشیدن جلیقهٔ یخ هنگام گرم کردن بر دوی پنج کیلومتر را در دوندگان رقابتی بررسی کردند، نتایج نشان داد با کاهش دمای بدن، و کاهش ناراحتی‌های دمایی در مراحل ابتدایی دویدن، دوندگان توانستند سرعت گام‌های خود را در مراحل پایانی بالاتر ببرند و ازاین‌رو تأثیر پیش‌سرمایش را معنادار اعلام کردند (۲۴). نتایج پژوهش مذکور با نتایج پژوهش حاضر همسو نیست. در فعالیت بدنی با افزایش متابولیسم دمای مرکزی بدن افزایش می‌یابد و شدت و مقدار آن به شدت و زمان فعالیت و همچنین دما و رطوبت فضای تمرین بستگی دارد که در پژوهش‌های گذشته این شرایط متفاوت بودند. در پژوهش حاضر با استفاده از پیش‌سرمایش، دمای مرکزی در مقایسه با گروه کنترل یک درجه کمتر بود که برای فعالیت کوتاه‌مدت تفاوت چشمگیری است. دلیلی که این تفاوت را توجیه می‌کند، پایین آمدن دمای مرکزی بدن پیش از شروع فعالیت نیست (P ۱/۰۰ =)، بلکه کاهش دمای پوستی عاملی است که موجب دفع راحت‌تر حرارت تولیدی بدن در حالت

1. White

فعالیت در محیط گرم می‌شود، بنابراین دمای مرکزی دیرتر بالا می‌رود. نکتهٔ دیگر اینکه به‌سبب دیرتر بالا رفتن دمای مرکزی بدن در گروه پیش‌سرمایش، بدن انرژی کمتری برای خنک کردن مصرف می‌کند و زمان فعالیت افزایش می‌یابد، در این پژوهش مشاهده می‌شود گروه آزمایش در مدت زمان بیشتری تا واماندگی، دمای مرکزی کمتری را نسبت به گروه کنترل نشان دادند. بیشترین عاملی که بر این موضوع اثرگذار بود، عامل زمان بود؛ در پژوهش‌هایی که تأثیرات معنادار اعلام شده، زمان فعالیت بیشتر بوده است.

شاخص‌های ادراکی عواملی هستند که حس درونی فرد را نشان می‌دهند و مشخص می‌کنند که شخص تا چه اندازه فشار را تحمل می‌کند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پیش‌سرمایش به نفع گروه آزمایش به‌طور معناداری (P =۰/۰۲۹) با کاهش درک فشار ارتباط دارد. همچنین به‌طور چشمگیری بر شاخص درک گرما تأثیر داشت (P<۰/۰۰۰۱) و نشان داد که پیش‌سرمایش بر شاخص‌های ادراکی تأثیر معناداری گذاشته است که با نتایج پژوهش‌های پیشین در یک راستا هستند. در این زمینه اسکین و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی تأثیر پیش‌سرمایش و حرارت را قبل از تمرین بر عملکرد عصبی عضلانی در یک فعالیت متناوب با حداکثر سرعت دویدن بررسی کردند. در این پژوهش که ۱۰ آزمودنی در آن شرکت داشتند، به مدت ۵۰ دقیقه روی آنها پیش‌سرمایش صورت گرفت. سپس یک فعالیت متناوب با حداکثر سرعت دویدن در محیطی با ۳۱ درجهٔ سانتی‌گراد انجام گرفت؛ فعالیت شامل ۱۵ متر حداکثر سرعت دویدن و ۱۵ متر دویدن آرام بود (۲۵). نتیجهٔ این پژوهش نشان داد که پیش‌سرمایش به‌طور معناداری بر شاخص درک فشار مؤثر بوده است. همچنین سیگیوبجورن و همکاران (۲۰۰۴) اثر پوشیدن جلیقهٔ یخ هنگام گرم کردن بر دوی پنج کیلومتر را در دوندگان رقابتی بررسی کردند و نشان دادند پوشیدن جلیقهٔ یخ با کاهش ناراحتی‌های ادراکی تأثیر مثبتی بر شاخص درک فشار و درک حرارت دارد (۲۴). چونگ و همکاران (۲۰۰۴) نیز در پژوهش در زمینهٔ بررسی تأثیر پیش‌سرمایش بر تکرار اجراهای سرعتی منقطع مردان و زنان دوچرخه‌سوار تمرین‌کرده به این نتیجه رسیدند که پیش‌سرمایش بر شاخص درک فشار مؤثر بوده است (۵). مینت و همکاران (۲۰۱۲) نیز تأثیر مثبت و معنادار پیش‌سرمایش را بر شاخص‌های ادراکی از جمله درک فشار و درک گرما اعلام کردند (۲۱). پیش‌سرمایش با سرد کردن بدن و به تعویق افتادن افزایش دمای بدن و نیز ذخیرهٔ انرژی سبب می‌شود که آزمودنی احساس خستگی کمتری داشته باشد. همچنین احساس گرمای کمتری را تجربه کند.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که پیش‌سرمایش بر عملکرد و متغیرهای ادراکی تأثیر دارد و بر متغیرهای فیزیولوژیکی تأثیر معناداری ندارد.

منابع و مآخذ

۱. فرزاد، بابک؛ قراخانلو، رضا؛ بیاتی، مهدی؛ آقاعلی‌نژاد، حمید؛ بهرامی‌نژاد، مرتضی؛ محرابیان، فرهاد؛ پلویی، اسماعیل (۱۳۹۰). «اثر یک دوره تمرین تناوبی شدید بر منتخبی از شاخص‌های عملکرد هوازی، بی‌هوازی و هماتولوژیکی ورزشکاران»، پژوهش در علوم ورزشی ، ص ۸۸-۶۹.

۲. مارک هارگریوس، لورنس اسپریت (۱۳۹۰). متابولیسم فعالیت‌های ورزشی، ترجمهٔ گایینی و همکاران، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، چ دوم.

3. Arngrïmsson SÁ, Petitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves ۵-km run performance in the heat. Journal of applied physiology. 2004;96(5):1867-74.

4. Bogerd N, Perret C, Bogerd CP, Rossi RM, Daanen HA. The effect of pre-cooling intensity on cooling efficiency and exercise performance. J Sports Sci. 2010;28(7):771-9.

5. Cheung S, Robinson A. The influence of upper-body pre-cooling on repeated sprint performance in moderate ambient temperatures. J Sports Sci. 2004;22(7):605-12.

6. Duffield R, Marino FE. Effects of pre-cooling procedures on intermittent-sprint exercise performance in warm conditions. Eur J Appl Physiol. 2007;100(6):727-35.

7. Febbraio M, Snow R, Stathis C, Hargreaves M, Carey M. Effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise. Journal of Applied Physiology. 1994;77(6):2827-31.

8. Febbraio MA, Snow R, Hargreaves M, Stathis C, Martin I, Carey M. Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men: effect of acclimation. Journal of Applied Physiology. 1994;76(2):589-97.

9. Fink W, Costill D, Van Handel P. Leg muscle metabolism during exercise in the heat and cold. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1975;34(1):183-90.

10. Galloway S, Maughan RJ. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1997;29(9):1240-9.

11. Garrett AT, Rehrer NJ, Patterson MJ. Induction and decay of short-term heat acclimation in moderately and highly trained athletes. Sports Medicine. 2011;41(9):757-71.

12. González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. Journal of Applied Physiology. 1999;86(3):1032-9.

13. Hejazi K, Hosseini S-RA. Influence of selected exercise on serum immunoglobulin, testosterone and cortisol in semi-endurance elite runners. Asian journal of sports medicine. 2012;3(3):185.
14. Hughson RL, Weisiger KH, Swanson GD. Blood lactate concentration increases as a continuous function in progressive exercise. Journal of Applied Physiology. 1987;62(5):1975-81.
15. Hunter I, Hopkins JT, Casa DJ. Warming up with an ice vest: core body temperature before and after cross-country racing. Journal of athletic training. 2006;41(4):371.
16. Joanna, Vaile., Shona, Halson., Nicholas Gill., Brian, Dawson. (2008). Effect of Cold Water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. Deportment of Physiology, Australian Institute of Sport, ACT, Australia, School of Sport and Exercise Science, Waikato Institute of Technology, Halmilton, New Zealand, and School of Human Movement and Exercise Science, University of Western Australia, Perth, Wa, Australia.
17. Jones David A, Mundel T, Coxjaime P. Exercise, heat stress and the interleukin-6 response: support for temperaturemediated neuroendocrine regulatory mechanisms. Med Sport. 2010;14:96-102.
18. Lorenzo S, Halliwill JR, Sawka MN, Minson CT. Heat acclimation improves exercise performance. Journal of Applied Physiology. 2010;109(4):1140-7.
19. Marino F. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. British journal of sports medicine. 2002;36(2):89-94.
20. Merrick M, Ranin, J., Andres, F., Hinman, C. A preliminary examination of cyrotherapy and second injury in skeletal muscle. Medicine and science in sports and exercise,. Medicine and science in sports and exercise,1999;31:1516-1521.
21. Minett GM, Duffield R, Kellett A, Portus M. Mixed-method pre-cooling reduces physiological demand without improving performance of medium-fast bowling in the heat. J Sports Sci. 2012;30(9):907-1521. Nielsen B, Hales J, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B. Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. The Journal of Physiology. 1993;460(1):467-85.
22. Nielsen B, Hales J, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B. Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. The Journal of Physiology. 1993;460(1):467-8523. Rowell LB. Human circulation: regulation during physical stress: Oxford University Press Oxford; 1986.
23. Price MJ, Boyd C, Goosey-Tolfrey VL. The physiological effects of pre-event and midevent cooling during intermittent running in the heat in elite female soccer players. Appl Physiol Nutr Metab. 2009;34(5):942-9.
24. Sigurbjorn, A., Arngrimsson, G., Darby, S., Petitt, G., Matthew, G., Stueck, K., Dennis, K., Jorgensen, and Kirk, K., & Cureton. (2003). Cooling Vest Worn during active Warm-up improve 5 km run performance in the heat. Department of Exercise Science, University of Georgia, Athens, Georgia 30602-6554 .

25. Skein M, Duffield R, Cannon J, Marino FE. Self-paced intermittent-sprint performance and pacing strategies following respective pre-cooling and heating. Eur J Appl Physiol. 2012;112(1):253-66.
26. Stephens JM, Argus C, Driller MW. The Relationship between Body Composition and Thermal Responses to Hot and Cold Water Immersion. Journal of Human Performance in Extreme Environments. 2014;11(2):1.
27. Tyka A, Pałka T, Tyka A, Cisoń T, Szyguła Z. The influence of ambient temperature on power at anaerobic threshold determined based on blood lactate concentration and myoelectric signals. International journal of occupational medicine and environmental health. 2009;22(1):1-6.
28. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. Journal of sports sciences. 2008;26(5):431-40.
29. Wegmann M, Faude O, Poppendieck W, Hecksteden A, Frohlich M, Meyer T. Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. Sports Med. 2012;42(7):545-64.
30. White AT, Davis SL, Wilson TE. Metabolic, thermoregulatory, and perceptual responses during exercise after lower vs. whole body precooling. Journal of Applied Physiology. 2003;94(3):1039-44.