مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی چهاردهم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۷۷ ـ ۱۶۹ (تیر ۱۳۹۱)

مقاله‌ی پژوهشی

تغییرات کورتیزول و لاکتات خون ورزشکاران پس از یک جلسه فعالیت ورزشی در شرایط دمایی سرد، گرم و طبیعی

صادق ستاری‌فرد، دکتر عباسعلی گائینی، دکتر سیروس چوبینه

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** تهران، خیابان کارگر شمالی، روبروی کوی دانشگاه، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، گروه فیزیولوژی ورزشی، کد پستی ۱۳۱۱۷-۱۴۳۹۸، صادق ستاری‌فرد؛ e-mail: satarifard@ut.ac.ir

چکیده

مقدمه: دمای محیطی تاثیر چشمگیری بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی انسان نسبت به فعالیت بدنی دارد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تغییرات کورتیزول و لاکتات خون ورزشکاران پس از یک جلسه فعالیت ورزشی در شرایط دمایی سرد، گرم و طبیعی بود. مواد و روش‌ها: ۱۰ مرد جوان ورزشکار (۲±۲۲ سال؛ ۲/۷±۶۷/۴ کیلوگرم) در محیط طبیعی (۱±۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۵±۵۵)، سرد(۱±۳ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۵±۵۰ رطوبت) و گرم (۱±۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۵±۵۰٪ رطوبت) به مدت یک ساعت با شدت ۶۰٪ VO2max روی نوارگردان دویدند. نمونه‌های خون قبل، بلافاصله و دو ساعت بعد از فعالیت ورزشی برای اندازه‌گیری مقادیر لاکتات و کورتیزول جمع‌آوری شدند. به‌علاوه دمای بدن، مقیاس فشار و میزان آب مصرفی ورزشکاران هنگام فعالیت ورزشی اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بن‌فرونی با سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ استفاده گردید. یافته‌ها: مقادیر لاکتات و کورتیزول پس از فعالیت ورزشی در سه محیط در حد معنی‌داری افزایش نشان داد (P<۰/۰۰۰۱). افزایش معنی‌دار مقادیر لاکتات پس از فعالیت در محیط گرم نسبت به محیط‌های سرد و طبیعی(P<۰/۰۰۰۱) مشاهده گردید. هم‌چنین، افزایش معنی‌دار مقادیر کورتیزول در محیط گرم نسبت به محیط‌های سرد(P=۰/۰۳۷) و طبیعی(P=۰/۰۱۶) نشان داده شد. اختلاف معنی‌داری بین مقادیر استراحتی کورتیزول و لاکتات در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی (P=۰/۰۰۷ و P=۰/۰۳۶) مشاهده گردید. نتیجه‌گیری: فعالیت ورزشی در هر سه محیط موجب تجمع لاکتات و رهایش کورتیزول می‌شود. به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط با دمای کم‌تر سبب افزایش دمای بدن و دمای عضله، فشار جسمانی، تغییرات قلبی ـ عروقی و در نتیجه موجب افزایش بیشتر این مقادیر و نیز مانع رسیدن این مقادیر به حالت اولیه، در دوره‌ی ریکاوری می‌گردد.

واژگان کلیدی: لاکتات، کورتیزول، فعالیت ورزشی، شرایط دمایی متفاوت

دریافت مقاله: ۹۰/۶/۲ـ دریافت اصلاحیه: ۹۰/۹/۲ ـ پذیرش مقاله: ۹۰/۹/۶

مقدمه

محیط‌های استرسی به ویژه دمای هوا تاثیر چشمگیری بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی انسان نسبت به فعالیت بدنی دارند.[۱] به نظر می‌رسد، فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی موجب تحریک تجمع هورمون‌های استرسی می‌گردد،[۲] چنان‌چه گزارش گردیده عملکرد ورزشی در محیط گرم مختل می‌شود.[۳،۴] سازوکارهای بیولوژی این عمل، افزایش مصرف اکسیژن برای تولید انرژی، کاهش جریان خون عضله، کاهش حجم ضربه‌ای و برون‌ده‌ی قلبی، افزایش

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

تجمع لاکتات و یون پتاسیم می‌باشند.[۵] فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب افزایش دمای بدن می‌شود و افزایش دمای بدن می‌تواند سبب افزایش پاسخ هورمونی گردد.[۶] چندین سازوکار قوی برای دفع گرمای بدن فعال می‌شوند، این شرایط می‌تواند موجب منحرف شدن خون از عضلات تنفسی به سمت پوست و افزایش تعریق و دهیدراسیون گردد.[۷] نشان داده شده، افزایش فشار گرمایی موجب دگرگونی در برون‌ده‌ی قلبی، باز توزیع خون، افزایش رهایش کاتکولامین‌ها و تغییر در سوخت و ساز عضلات می‌گردد.[۱] به‌علاوه، فشار گرمایی ناشی از فعالیت ورزشی در محیط گرم سبب افزایش دمای پیشرونده‌ی بدن و محرکی قوی برای سیستم عصبی مرکزی و محور هیپوفیزی ـ کلیوی می‌گردد.[۲] هم‌چنین، نشان داده شده قرارگرفتن در محیط سرد با تغییر در پاسخ‌های هورمونی و فیزیولوژی،[۸] و ایجاد پدیده‌ی لرزش عضلانی، افزایش مصرف اکسیژن برای تولید انرژی، گرما و نیز افزایش رهایش کاتکولامین‌ها، با افزایش سوخت و ساز و مصرف کربوهیدرات‌ها همراه است.[۸،۹] یکی از هورمون‌هایی که به طور کامل به فعالیت ورزشی پاسخ می‌دهد، کورتیزول می‌باشد[۱۰] که موجب افزایش سوبسترای متابولیکی (تولید گلوکز در کبد و تخریب پروتئین‌های سلول‌های عضلانی) می‌گردد.[۱۱] به علاوه، مشخص گردیده در افراد با تمرین بیشتر مقادیر این هورمون افزایش می‌یابد،[۱۲] و نیز موجب اختلال ایمنی می‌شود.[۱۳] بنابراین، شناخت فاکتورهای شخصی و محیطی مرتبط با تغییرات کورتیزول ناشی از فعالیت ورزشی اهمیت دارد.[۸] اگرچه مشخص شده، عواملی مانند شدت و مدت تمرین بر ترشح کورتیزول موثرند عوامل دیگری نیز مانند سرما و گرما بر تغییرات کورتیزول ناشی از فعالیت ورزشی کم‌تر شناخته شده هستند. از سوی دیگر، نشان داده شده افزایش غلظت کاتکولامین‌ها و کورتیزول هنگام فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب تغییرات متابولیکی و هموستازی گلوکز می‌شوند.[۲] به‌علاوه، افزایش غلظت کاتکولامین‌ها موجب تحریک افزایش سرعت گلیکولیز و به دنبال آن افزایش تجمع لاکتات خون می‌گردد.[۱۴] هم‌چنین مشخص گردیده فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب افزایش دما و افزایش مصرف گلیکوژن درون عضلانی می‌شود.[۱۵] بنابراین، فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب کاهش ذخایر گلیکوژن عضله و افزایش تجمع لاکتات می‌گردد.[۱۶] با این حال مشخص نیست پاسخ لاکتات به فعالیت ورزشی در محیط سرد و گرم یکسان است یا خیر؟

مطالعه‌ی آناکریستینا و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی نشان داد مقادیر لاکتات پس از فعالیت ورزشی در سه دمای ۳۰،۲۲ و ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در حد معنی‌داری افزایش داشته و تفاوت معنی‌داری بین محیط‌ها وجود نداشت.[۱۷] با این حال، در پژوهش لینن و همکاران (۲۰۰۴) افزایش مقادیر لاکتات پس از فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط کنترل نشان داده شده است.[۱۸] هم‌چنین، تایکا و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی موجب افزایش مقادیر لاکتات و کاهش آستانه‌ی لاکتات گردیده است.[۱] در پژوهش لادمیلا و همکاران (۲۰۱۱) مقادیر کورتیزول پس از فعالیت ورزشی در دو محیط ۱۵ و ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در حد معنی‌داری افزایش داشته و تفاوت معنی‌داری بین دو محیط وجود نداشت.[۱۳] ایزاوا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند مقادیر کورتیزول افراد عادت نکرده به محیط سرد، پس از انجام فعالیت ورزشی در محیط سرد نسبت به فعالیت ورزشی در دمای اتاق بالاتر بوده است.[۷] با این حال پتر و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند مقادیر کورتیزول پس از فعالیت در محیط سرد افزایش معنی‌داری نداشته، اما در محیط گرم در حد معنی‌داری افزایش یافت.[۶]

چنانچه مشاهده می‌شود یافته‌های ارایه شده از سوی پژوهش‌گران ضد و نقیض‌اند. با این حال، فعالیت ورزشی و محیط‌های دمایی مختلف همواره موضوع مورد علاقه‌ی پژوهش‌گران بوده است.[۲،۱۲،۱۶،۱۸-۲۰]

اما پژوهش‌های اندکی به بررسی پاسخ کورتیزول و لاکتات ناشی از فعالیت ورزشی در سرما پرداخته‌اند.[۸،۹] به‌علاوه، پژوهشی که هر سه محیط را بررسی کرده باشد، در دسترس نیست. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تغییرات کورتیزول و لاکتات خون ورزشکاران پس از یک جلسه فعالیت ورزشی در شرایط دمایی سرد، گرم و طبیعی بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر که به صورت نیمه تجربی انجام گرفت، تعداد ۱۰ نفر از ورزشکاران جوان سالم شهر یاسوج که سابقه‌ی کمینه ۳ سال حضور مداوم در فعالیت‌های ورزشی استقامتی را داشتند، پس از تکمیل پرسش‌نامه - (شامل داده‌های شخصی، سابقه‌ی پزشکی و ورزشی)، فرم

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

رضایت‌نامه و موافقت‌نامه، با آگاهی کامل از نحوه‌ی اجرای کار به صورت داوطلبانه و هدفمند انتخاب شدند.

شرایط ورود به پژوهش شامل عدم وجود هر گونه بیماری، عفونت و آسیب دیدگی در ماه گذشته و داشتن سابقه‌ی کمینه ۳ سال مداوم و ۸ ساعت در هفته فعالیت ورزشی استقامتی، و بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی[i] بالاتر از ۵۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه بود. به‌علاوه، به آزمودنی‌ها توصیه شد از یک هفته قبل از اجرای آزمون، از هیچ ماده‌ی نیروزایی مانند ویتامین‌ها، مکمل‌های غذایی، گیاهان دارویی و یا داروهایی که بر سیستم ایمنی اثر موثرند، و نیز سیگار و الکل استفاده نکنند و از ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون در هیچ فعالیت سنگین ورزشی یا در شرایط محیطی نامساعد دمایی قرار نگیرند (تمام موارد در توافق‌نامه ثبت شده است)، که این موارد معیارهای خروج از پژوهش بودند.

یک هفته قبل از اجرای اولین آزمون، بیشینه اکسیژن مصرفی هر آزمودنی با اجرای آزمون کوپر و معادله‌ی

۱۱/۲۹- (تعداد مایل پس از ۱۲ دقیقه) ۳۵/۹۷= بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی

محاسبه شد. هنگام اجرای آزمون با استفاده از معادله‌های

۰/۷۳۰۵=درصد ضربان قلب ذخیره

۲۹/۹۵+(درصد بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی)

و (ضربان قلب استراحت- ضربان قلب بیشینه)، درصد ضربان قلب ذخیره + ضربان قلب استراحت، شدت بر اساس درصد بیشینه‌ی اکسیژن مصرفی به شدت بر اساس تعداد ضربان قلب تبدیل، و با بستن ضربان‌سنج پولار به سینه‌ی ورزشکاران و بستن ساعت ویژه‌ای به مچ دست برای مشاهده‌ی ضربان قلب تنظیم شد، و روز قبل از اجرای اولین آزمون، نمونه‌ی خون آزمودنی‌ها و بررسی شاخص‌های تن‌سنجی اندازه‌گیری گردیدند.

آزمودنی‌ها یک ساعت فعالیت ورزشی(دویدن روی نوارگردان) با شدت ۶۰٪ بیشینه اکسیژن مصرفی را در سه محیط مختلف دمایی، با فاصله‌ی یک هفته بین هر اجرا به ترتیب در محیط طبیعی (۲±۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد،۵±۵۰٪ رطوبت)، گرم (۱±۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۵±۵۰٪ رطوبت) و سرد (۱±۳ درجه‌ی سانتی‌گراد، ۵±۵۰٪ رطوبت) اجرا کردند. در ضمن اجرای آزمون‌ها در فصل معتدل سال بود.[۱۳]

روز اجرای هر آزمون، آزمودنی‌ها صبحانه‌ی استانداردی (۱۲۰گرم نان سفید، ۱۰ گرم کره، ۱۵ گرم مربا و۱۲۰ میلی‌لیتر چای) را در ساعت ۶:۳۰ صبح میل نمودند و هنگام اجرای فعالیت ورزشی و دوره‌ی ریکاوری (۲ ساعت استراحت) جز آب از هیچ مکمل غذایی یا مواد نیروزایی استفاده نکردند.[۱۳] آزمودنی‌ها پس از ورود به محل اجرای آزمون (ساعت ۸ صبح) به مدت ۳۰ دقیقه بدون فعالیت در حالت استراحت نشسته،[۲] سپس اولین نمونه‌ی خون جمع‌آوری شد. آزمودنی‌ها بعد از ۵ دقیقه گرم کردن، آزمون اصلی را انجام دادند. بلافاصله پس از پایان برنامه، نمونه‌ی خون دوم گرفته شد. در نهایت پس از ۲ ساعت ریکاوری در همان محیط (استراحت غیرفعال)، سومین نمونه‌ی خونی جمع‌آوری شد. نمونه‌های خونی (قبل، بلافاصله و ۲ ساعت بعد از فعالیت ورزشی) برای آزمایش مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت خون و نیز سانتریفیوژ و فریز کردن پلاسما به آزمایشگاه منتقل شدند تا در اولین فرصت ممکن مقادیر کورتیزول پلاسما محاسبه گردد. علاوه بر نمونه‌های خونی، برخی شاخص‌های فیزیولوژی مانند دمای مرکزی و میزان درک و احساس فشار (نمرات ۶ تا۲۰ مقیاس بورگ) هر ۱۰ دقیقه از گذشت فعالیت ورزشی و درصد تغییرات حجم پلاسما[۲۱] در انتهای هر آزمون محاسبه شدند. مصرف آب هنگام فعالیت آزاد بود و مقدار آب مصرفی آزمودنی‌ها، در هر محیط هنگام اجرای فعالیت ورزشی برآورد گردید.[۱۹]

برای نمونه‌گیری خون و سنجش متغیرها، آزمودنی با آرامش کامل روی صندلی نشسته، ابتدا گارو روی دست بسته شد، پس از پیدا کردن رگ و ضدعفونی کردن محل خون‌گیری مقدار ۲ سی‌سی خون دریافت گردید، که ۱ سی‌سی در لوله‌ی حاوی EDTA برای سنجش هماتوکریت و هموگلوبین، و ۱ سی‌سی در لوله‌ی لخته یا خالی از EDTA (برای سانتریفیوژ کردن خون و سنجش میزان کورتیزول پلاسما) ریخته، درب آن‌ها را بسته و پس از جمع‌آوری، تمام نمونه‌ها، به آزمایشگاه منتقل شدند. مقادیر لاکتات از دستگاه لاکتومتر (شرکت h/p/cosmos ـ آلمان) با دقت میلی‌مول بر لیتر (دامنه‌ی اندازه‌گیری ۲۵-۰/۵ میلی‌مول بر لیتر) در محل اجرای آزمون محاسبه شد، و مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت برای برآورد درصد تغییرات حجم پلاسما از دستگاه سیسمکس نیهون کدون (ساخت ژاپن) و سنجش میزان کورتیزول پلاسما به روش الایزا با استفاده از کیت تجارتی (شرکت IBL ـ آلمان) با دقت نانوگرم بر میلی‌لیتر

i -VO2max

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

(دامنه‌ی اندازه‌گیری ۸۰۰-۲۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر)، براساس دستورالعمل کیت در آزمایشگاه انجام شد. به‌علاوه، برای برآورد دمای مرکزی بدن از دماسنج ویژه‌ی دمای پرده‌ی صماخ گوش (Omron ـ ژاپن) و برای اندازه‌گیری درصد تغییرات حجم پلاسما از معادله‌ی دیل و کاستیل (۱۹۷۴) استفاده شد.[۲۱] به‌علاوه، در این پژوهش، برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از ترازوی دیجیتالی، قدسنج، کالیپر، نوارگردان، ضربان‌سنج پولار، دماسنج و رطوبت‌سنج دیجیتالی، ترمومتر ویژه‌ی سنجش دمای پرده‌ی صماخ گوش، کرنومتر(زمان‌سنج)، لاکتومتر، بشر مدرج آب، سرنگ ۵ سی‌سی، الکل ۷۰٪، پنبه، لوله‌ی CBC حاوی ماده‌ی EDTA و خالی از EDTA، گارو و راک (جالوله‌ای) استفاده گردید.

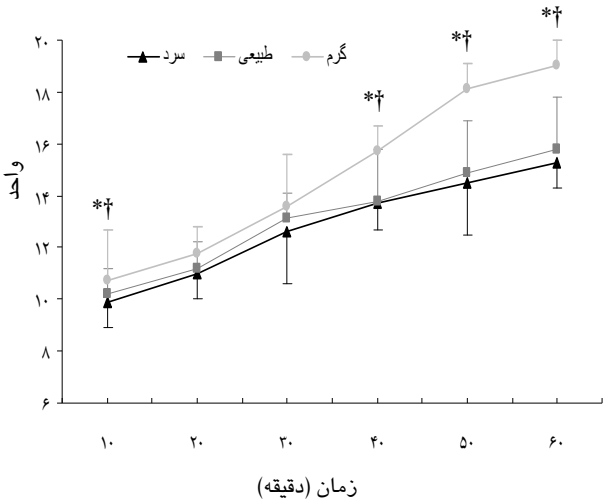
داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ و آزمون آماری اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی بن-فرونی تجزیه و تحلیل گردیدند. سطح معنی‌داری در حد P<۰/۰۵ نظر گرفته شد.

یافته‌ها

متغیرهای تن‌سنجی یک روز قبل از اجرای اولین آزمون اندازه‌گیری شدند (۲±۲۲ سال، ۲/۷±۶۷/۴ کیلوگرم، ۷±۱۷۶ سانتی‌متر، نمایه‌ی توده‌ی بدن[i] ۱/۳±۲۱/۷ کیلوگرم بر مترمربع، چربی بدن۲/۱±۱۱/۷٪، میزان فعالیت ۱/۶±۹/۶ ساعت در هفته فعالیت و بیشینه اکسیژن مصرفی ۳/۱±۵۷/۲ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه، انحراف استاندارد±میانگین).

آزمودنی‌ها اظهار نمودند اجرای فعالیت ورزشی در محیط گرم بسیار سخت‌تر از دو محیط دیگر بوده است. میزان احساس فشار (RPE) هنگام فعالیت ورزشی در محیط گرم در دقیقه‌های ۴۰، ۵۰ و ۶۰ نسبت به محیط سرد (P<۰/۰۰۰۱) و طبیعی (P=۰/۰۰۱، P<۰/۰۰۰۱ و P<۰/۰۰۰۱) در حد معنی‌داری افزایش نشان داد. تفاوت معنی‌داری بین مقادیر محیط سرد و طبیعی در طول فعالیت ورزشی مشاهده نشد (نمودار ۱).

به‌علاوه، پژوهش حاضر نشان داد تغییرات حجم پلاسما در محیط گرم (۶/۳۷-٪) نسبت به تغییرات حجم پلاسما در محیط سرد (۰/۱۳-٪) افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۱) داشت، اما با تغییرات حجم پلاسما در محیط طبیعی (۴/۴۲-٪) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۴۶۹). به‌علاوه، بین این مقادیر در محیط سرد و طبیعی تفاوت معنی‌داری به دست نیامد (P=۰/۱۰۷).



نمودار ۱- میزان احساس فشار و فعالیت(RPE) هنگام فعالیت ورزشی در سه محیط. * اختلاف معنی‌دار با محیط طبیعی. (انحراف استاندارد±میانگین) آزمون آماری اندازه-گیری مکرر و تعقیبی بن‌فرونی P<۰/۰۵ † اختلاف معنی-دار با محیط سرد

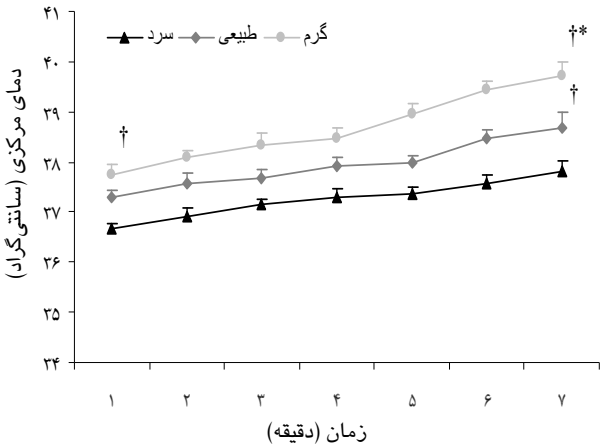
تغییرات دمای بدن (درجه‌ی سانتی‌گراد) نشان‌دهنده‌ی کاهش معنی‌دار مقادیر قبل از شروع فعالیت در محیط سرد نسبت به محیط گرم بود (P=۰/۰۰۱)، و در انتهای فعالیت ورزشی (دقیقه‌ی۶۰) دمای بدن در محیط گرم نسبت به محیط‌های سرد و طبیعی در حد معنی‌داری افزایش نشان داد (P<۰/۰۰۰۱ و P=۰/۰۲۴). هم‌چنین، در محیط طبیعی نسبت به محیط سرد افزایش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۰۰۱). به-علاوه، میانگین دمای بدن هنگام فعالیت ورزشی در محیط گرم (۰/۶۴±۳۸/۸۴) نسبت به محیط سرد (۰/۳۲±۳۷/۳۵) و طبیعی (۰/۴۳±۳۸/۰۴) در حد معنی‌داری افزایش داشت (P<۰/۰۰۰۱ و P=۰/۰۰۱)، که این مقادیر در محیط طبیعی نسبت به محیط سرد افزایش معنی‌داری یافت (P<۰/۰۰۰۱) (نمودار).

مقدار آب مصرفی (میلی‌لیتر) هنگام فعالیت در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی و سرد حدود ۲/۴ و ۴/۱ برابر بالاتر مشاهده گردید که از نظر آماری معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) بود. هم‌چنین، آب مصرفی هنگام فعالیت در محیط طبیعی نسبت به محیط سرد افزایش معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۰۰۱) (نمودار ۳).

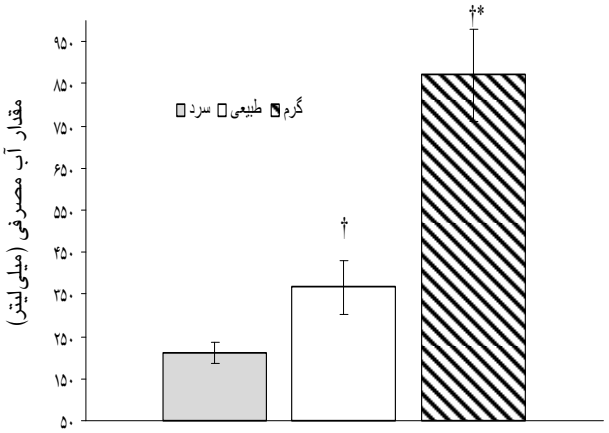
i -Body mass index

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

پژوهش حاضر نشان داد، مقادیر لاکتات (میلی‌مول بر لیتر) پس از فعالیت ورزشی در هر سه محیط طبیعی، گرم و سرد حدود ۲/۴۷، ۲/۵۵ و ۲/۲ برابر نسبت به مقادیر قبل از فعالیت افزایش یافت که از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۰۱).



نمودار ۲- تغییرات دمای مرکزی(پرده‌ی صماخ گوش) هنگام فعالیت ورزشی(قبل از فعالیت ورزشی ودقیقه‌های ۶۰،۱۰،۲۰،۳۰،۴۰،۵۰) در سه محیط سرد، گرم و طبیعی، * اختلاف معنی‌دار با محیط طبیعی (انحراف استاندارد±میانگین)، آزمون آماری اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی بن‌فرونی P<۰/۰۵ ، † اختلاف معنی‌دار با محیط سرد



مقدار مصرف آب هنگام فعالیت ورزشی (میلی‌لیتر)

نمودار ۳- میزان آب مصرفی هنگام اجرای فعالیت ورزشی در محیط سرد، طبیعی و گرم، * اختلاف معنی‌دار با محیط طبیعی.(انحراف استاندارد±میانگین) آزمون آماری اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی بن‌فرونی P<۰/۰۵، † اختلاف معنی‌دار با محیط سرد

این مقادیر در هر سه محیط پس از دو ساعت استراحت در همان محیط نسبت به مقادیر پس از فعالیت ورزشی در حد معنی‌داری کاهش یافتند (P<۰/۰۰۰۱). با این حال، در محیط سرد مقادیر استراحتی نسبت به مقادیر پیش از فعالیت دارای اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۱) بود. اما مقادیر استراحتی محیط گرم و طبیعی نسبت به مقادیر پیش از فعالیت دو محیط اختلاف معنی‌داری نداشتند (P=۰/۵۳۲ و P=۱)(جدول ۱)، مقایسه‌ی مقادیر لاکتات پیش از فعالیت ورزشی در سه محیط بیان‌گر از افزایش معنی‌دار این مقادیر در محیط گرم نسبت به محیط‌های طبیعی و سرد بود (P=۰/۰۰۱ و P<۰/۰۰۰۱)، در حالی‌که بین مقادیر پیش از فعالیت ورزشی محیط سرد و طبیعی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P=۰/۰۹۹). علاوه بر این مقادیر لاکتات پس از فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط سرد و طبیعی در حد معنی‌داری بالاتر بود (P<۰/۰۰۰۱) و مقادیر لاکتات پس از فعالیت محیط سرد نسبت به محیط طبیعی افزایش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱۷). مقایسه‌ی مقادیر استراحتی سه محیط نشان‌دهنده‌ی کاهش معنی‌دار مقادیر استراحتی لاکتات در محیط طبیعی نسبت به محیط‌های سرد و گرم بود (به ترتیب P=۰/۰۱۸ و P=۰/۰۳۶)(جدول۱). مقدار کورتیزول پلاسما (نانوگرم بر میلی‌لیتر) پس از فعالیت ورزشی در محیط طبیعی، گرم و سرد نسبت به مقادیر پیش از فعالیت ورزشی به ترتیب حدود ۱/۸۷، ۱/۹۸ و ۱/۷۶ برابر افزایش داشته که از نظر آماری معنی‌داری بود (P<۰/۰۰۰۱). به‌علاوه، مقادیر استراحتی (دو ساعت پس از فعالیت) در هر سه محیط نسبت به مقادیر پس از فعالیت ورزشی در حد معنی‌داری کاهش یافته بود (P<۰/۰۰۰۱). مقادیر استراحتی محیط گرم نسبت به مقادیر پیش از فعالیت اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P=۰/۰۰۴) (جدول ۱).

با مقایسه‌ی سه محیط، عدم وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر پیش از فعالیت ورزشی در هر سه محیط مشاهده گردید (P=۰/۲۱). مقادیر پس از فعالیت ورزشی محیط گرم نسبت به محیط‌های سرد و طبیعی افزایش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۳۷ و P=۰/۰۱۶)، در حالی‌که تفاوت معنی‌داری بین این مقادیر در محیط سرد و طبیعی مشاهده نشد (P=۱). مقادیر استراحتی کورتیزول در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی دارای اختلاف معنی‌داری بود (P=۰/۰۰۷) (جدول ۱).

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

جدول۱- مقادیر لاکتات (میلی‌مول بر لیتر) و کورتیزول (نانوگرم بر میلی‌لیتر) قبل، بعد و دو ساعت پس از فعالیت*

متغیر	محیط	قبل از فعالیت ورزشی		بعد از فعالیت ورزشی		استراحت(۲ساعت)	
		درصد تغییرات	میانگین±انحراف معیار	درصد تغییرات	میانگین±انحراف معیار	درصد تغییرات	میانگین±انحراف معیار
لاکتات	طبیعی	٪۲۵	۱/۵۱±۰/۳۸	٪۷/۶	۳/۸۱±۰/۲۹†	٪۳۷	۱/۴۶±۰/۵۴§
(میلی‌مول بر	گرم	٪۱۴/۷	۲/۶۴±۰/۳۹†‡	٪۷/۹	۶/۷۳±۰/۵۳†‡§	٪۲۴/۳	۲/۳۰±۰/۵۶‡§
لیتر)	سرد	٪۷/۷	۱/۹۳±۰/۱۵	٪۶	۴/۱۶±۰/۲۵†‡	٪۸	۲/۱۳±۰/۱۷†‡§
کورتیزول	طبیعی	٪۱۳/۴	۱۴۱/۵±۱۸/۹	٪۷/۳	۲۶۴/۷±۱۹/۳†	٪۸/۷	۱۴۸/۳±۱۲/۹§
(نانوگرم بر	گرم	٪۱۹/۵	۱۵۹/۶±۳۱/۲	٪۱۴/۲۵	۳۱۵/۶±۴۴/۹†‡§	٪۱۷/۵	۱۹۳/۱±۳۳/۹†‡§
میلی‌لیتر)	سرد	٪۱۳/۱	۱۴۶/۹±۱۹/۳	٪۹/۸	۲۵۸/۷±۲۵/۳†	٪۱۵	۱۵۶/۱±۲۳/۵§

* آزمون آماری اندازه‌گیری مکرر و تعقیبی بن‌فرونی با P<۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار است. † اختلاف معنی‌دار با مرحله‌ی پیش از فعالیت، ‡ اختلاف معنی‌دار با محیط طبیعی. (درصد ضریب تغییر، انحراف استاندارد±میانگین)، § اختلاف معنی‌دار با مرحله‌ی بعد از فعالیت، ¶ اختلاف معنی‌دار با محیط سرد

بحث

فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به فعالیت ورزشی در محیط با دمای کم‌تر سبب ایجاد مقداری فشار فیزیولوژی ناشی از گرمای بیشتر می‌گردد. گزارش گردیده، فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط سردتر علاوه بر افزایش دمای مرکزی و افزایش مقادیر هورمون‌های استرسی، موجب تعریق بیشتر و در نتیجه دهیدراسیون می‌شود.[۲،۲۲] دفع آب بدن سبب اختلال هموستاز گردیده و می‌تواند به دنبال گرما و فعالیت ورزشی، موجب کاهش ظرفیت فعالیت ورزشی،[۲۳] خستگی جسمانی و افت شدید اجرا شود.[۲۴] به‌علاوه، گزارش گردیده قرارگیری در معرض سرما منجر به فعال شدن سیستم عصبی سمپاتیک شده و سبب افزایش غلظت کاتکولامین‌ها و به دنبال آن تغییرات متابولیکی و سوخت و سازی می‌شود.[۱۸] هم‌چنین، نشان داده شد قرار گرفتن در معرض سرما سبب ایجاد انقباضات لرزشی و موجب افزایش استفاده از گلیکوژن عضلانی می‌گردد.[۹]

در پژوهش حاضر، مقادیر لاکتات پس از فعالیت ورزشی در سه محیط در حد معنی‌داری افزایش داشت و افزایش بیشتر در محیط گرم نسبت به محیط سرد و طبیعی مشاهده گردید. گزارش شده قرار گرفتن در محیط گرم سبب افزایش رهایش کاتکولامین‌ها شده، در نتیجه موجب تحریک افزایش سرعت گیکولیز و به دنبال آن افزایش تجمع لاکتات خون می‌گردد.[۱۴] هم‌چنین، نشان داده شده فعالیت ورزشی در محیط گرم سبب افزایش دمای مرکزی بدن و افزایش دمای درون عضلات و در نتیجه، افزایش مصرف گلیکوژن درون عضلانی می‌گردد.[۱۵] پژوهش‌های گذشته نشان داده‌اند افزایش تجمع لاکتات هنگام فعالیت ورزشی در محیط گرم ممکن است ریشه در افزایش به کارگیری واحدهای حرکتی تند انقباض و کاهش برداشت لاکتات خون داشته باشد.[۱] یافته‌ی پژوهش حاضر در این مورد با یافته‌های پژوهش‌های گذشته هم‌سو بود.[۱۶-۲۵] به‌علاوه، در بررسی حاضر نشان داده شد مقادیر لاکتات پس از فعالیت ورزشی در محیط سرد اندکی از مقادیر لاکتات محیط طبیعی بالاتر بود. به نظر می‌رسد این یافته به دلیل افزایش مقادیر پایه‌ی لاکتات در محیط سرد به دنبال رهایش هورمون‌های استرسی و لرزش عضلانی نسبت به محیط طبیعی باشد. هم‌چنین، نشان داده شده دو ساعت استراحت سبب کاهش معنی‌دار مقادیر لاکتات در هر سه محیط می‌گردد. با این حال، بین مقادیر استراحتی محیط سرد نسبت به مقادیر پیش از فعالیت محیط سرد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید، درصورتی‌که مقادیر استراحتی محیط گرم و طبیعی نسبت به مقادیر پیش از فعالیت تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. به احتمال زیاد استراحت در محیط سرد (کمتر از ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد) به دلیل تغییرات عروقی و جریان خون، مانع از دفع کامل لاکتات و رسیدن این مقادیر به حالت اولیه‌ی پیش از فعالیت ورزشی می‌شود. به‌علاوه، مشاهده گردید نیم ساعت نشستن در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (پیش از فعالیت) سبب افزایش مقادیر لاکتات در محیط گرم نسبت به محیط سرد و طبیعی می‌شود. افزایش مقادیر هورمون‌های استرسی پس از قرار گرفتن غیرفعال در معرض گرما مشاهده گردیده است.[۲۰،۲۲] بنابراین ممکن است افزایش مقادیر لاکتات مرحله‌ی پیش از فعالیت در محیط گرم به دلیل افزایش مقادیر این هورمون‌ها و افزایش دمای مرکزی بدن و عضله باشد. هم‌چنین، در

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

پژوهش حاضر، مقادیر استراحتی لاکتات در محیط طبیعی نسبت به مقادیر استراحتی محیط سرد و گرم در حد معنی‌داری کاهش نشان داد. هم‌سو با این یافته استارکی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند، مقادیر لاکتات پس از یک ساعت استراحت در محیط طبیعی و گرم کاهش یافته و این مقادیر در محیط گرم در حد معنی‌داری از مقادیر استراحتی محیط طبیعی بالاتر بود.[۱۵] به نظر می‌رسد حضور در محیط‌های استرسی سرد و گرم سبب افزایش مقادیر لاکتات مرحله‌ی پیش از فعالیت و مرحله‌ی استراحت ـ هردو ـ نسبت به محیط طبیعی می‌گردد. این عامل به احتمال زیاد ریشه در رهایش هورمون‌های کاتکولامینی، کورتیزول و تغییرات دمای مرکزی بدن در محیط گرم[۲۰،۲۲] و لرزش‌های عضلانی و رهایش هورمون‌های استرسی در محیط سرد[۸،۹] دارد.

یافته‌ی دیگر بررسی حاضر، افزایش معنی‌دار مقادیر کورتیزول پلاسما پس از فعالیت ورزشی در هر سه محیط بود. به‌علاوه، افزایش بالاتر این مقادیر در محیط گرم نسبت به محیط سرد و طبیعی مشاهده گردید. هم‌چنین دیده شده، فعالیت ورزشی در محیط گرم سبب افزایش دمای مرکزی و افزایش فشار گرمایی بسیار زیاد می‌شود که این مورد با افزایش تحریک محور هیپوتالاموس ـ هیپوفیز ـ کلیه و در نتیجه افزایش مقادیر کورتیزول پلاسما ارتباط دارد.[۶] از سوی دیگر، گزارش گردیده کاهش مقادیر کورتیزول پلاسما پس از فعالیت ورزشی در محیط سرد نسبت به محیط گرم به احتمال زیاد ریشه در کاهش تغییرات دمای مرکزی دارد.[۲۶] هیل و همکاران (۲۰۰۸) علت این امر را کاهش تحریک محور هیپوفیزی ـ کلیوی گزارش کردند.[۲۷] پژوهش‌های گذشته نیز افزایش مقادیر کورتیزول پلاسما را پس از فعالیت ورزشی در محیط‌های مختلف دمایی مشاهده نمودند.[۱۳،۱۹،۲۲،۲۸]

در پژوهش پتر و همکاران (۲۰۱۰) افزایش مقادیر کورتیزول پس از فعالیت در محیط سرد مشاهده نشد، که به احتمال زیاد به دلیل مدت کم (۴۰ دقیقه) اجرای فعالیت ورزشی بود.[۶] از سوی دیگر، شاهی ایزاوا (۲۰۰۹) با بررسی پاسخ کورتیزول، ۱۱ مرد عادت نکرده به محیط سرد، پس از یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت ۶۵٪ بیشینه اکسیژن مصرفی به مدت ۶۰ دقیقه در دو دمای ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (محیط سرد) و ۲۱ درجه‌ی سانتی‌گراد (محیط اتاق) مشاهده کردند، مقادیر کورتیزول پلاسما پس از یک جلسه فعالیت در دمای سرد نسبت به دمای اتاق بالاتر بود، که این افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود. این در صورتی است که در بررسی حاضر و پژوهش‌های گذشته افزایش مقادیر کورتیزول پس از فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط با دمای کم‌تر مشاهده گردید،[۶،۲۲،۲۸-۳۰] در بررسی لادمیلا و همکاران (۲۰۱۱) پس از یک جلسه دوچرخه سواری طولانی مدت (۲/۵ ساعت با شدت ۷۵٪ بیشینه اکسیژن مصرفی) در شرایط گرم و طبیعی (۱۵ و ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با ۴۰٪ رطوبت)، مقادیر کورتیزول بلافاصله پس از فعالیت در هر دو شرایط محیطی افزایش معنی‌داری داشت و تفاوت معنی‌داری بین دو شرایط مشاهده نشد. پژوهش‌گران علت این یافته‌های متناقض را در عوامل گوناگونی مانند، پروتکل ورزشی،[۳۱،۳۲] میزان آمادگی ورزشکاران[۳۳] و وضعیت دهیدراسیون[۳۱] گزارش کردند. به‌علاوه، در پژوهش حاضر مشاهده شد دو ساعت استراحت سبب کاهش معنی‌دار مقادیر کورتیزول در هر سه محیط می‌شود، و مقادیر استراحتی محیط گرم زیادتر از محیط سرد و طبیعی بود. هم‌سو با این یافته استوارت و همکاران (۲۰۰۸) و لینگ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند فعالیت ورزشی در دو محیط گرم و طبیعی سبب افزایش مقادیر کورتیزول، یک و دو ساعت استراحت غیرفعال (به ترتیب) پس از فعالیت سبب کاهش این مقادیر در هر دو محیط شده و مقادیر استراحتی در محیط گرم نسبت به محیط دیگر افزایش داشته‌اند.[۲۸،۲۹] در بررسی حاضر پس از دو ساعت استراحت در محیط گرم مقادیر کورتیزول نسبت به مقادیر پیش از فعالیت ورزشی دارای اختلاف معنی‌دار بود، اما در محیط طبیعی و سرد بین این مقادیر تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. به نظر می‌رسد استراحت در محیط گرم به دلیل کاهش دمای بدن پس از فعالیت ورزشی مانع از بازگشت کورتیزول به حالت اولیه می‌شود. در بررسی حاضر مقادیر کورتیزول مرحله‌ی پیش از فعالیت ورزشی (۳۰ دقیقه نشستن غیرفعال) در محیط‌های استرسی سرد و گرم نسبت به محیط طبیعی زیادتر بوده، اما این افزایش معنی‌دار نبوده است. با این حال، بررسی‌های گذشته گزارش نمودند قرار گرفتن غیرفعال در معرض محیط گرم[۸،۹] و محیط سرد[۲۰،۲۲] سبب افزایش مقادیر کورتیزول می‌شود، این تفاوت به احتمال زیاد به دلیل مدت کم (۳۰ دقیقه) قرار گرفتن در محیط‌های استرسی سرد و گرم در پژوهش حاضر بوده است.

به‌علاوه، هم‌سو با پژوهش‌های گذشته[۲،۵،۱۷،۱۹] افزایش دمای بدن هنگام فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

محیط سرد و طبیعی مشاهده گردیده است. یافته‌های دیگر پژوهش حاضر، کاهش بیشتر حجم پلاسما و افزایش مصرف آب در محیط گرم نسبت به محیط سرد و طبیعی بود که در این رابطه با پژوهش‌های گذشته[۲،۱۹،۳۰] هم‌خوانی دارد. مصرف آب بیشتر در محیط گرم به احتمال زیاد برای جبران کردن اثر فشار گرمایی بر برون‌ده‌ی قلبی است.[۱۹] در پژوهش حاضر هم‌سو با دیگر پژوهش‌ها[۲،۲۹] افزایش میزان احساس فشار در محیط گرم نسبت به محیط با دمای کم‌تر مشاهده گردیده است. در مقابل، در پژوهش دیگری این مقادیر هنگام اجرای فعالیت ورزشی در محیط سرد و گرم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.[۵] موندل و همکاران (۲۰۱۰) با پژوهش برخی تغییرات فیزیولوژی پس از یک جلسه فعالیت ورزشی به مدت ۶۰ دقیقه در محیط گرم (۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) و محیط طبیعی (۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) گزارش کردند، اندازه‌های مقیاس بورگ طی فعالیت ورزشی در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به طور نسبی ثابت بوده، با این تفاوت که در شرایط گرم بعد از گذشت ۳۰ دقیقه افزایش معنی‌داری داشتند. دمای مرکزی در هر دو شرایط محیطی از دقیقه‌ی ۳۰ به بعد نسبت به قبل از فعالیت افزایش معنی‌داری داشته و به طور معنی‌داری در محیط گرم نسبت به محیط طبیعی بالاتر بود.[۲] عدم کنترل رژیم غذایی و عدم کنترل دقیق فعالیت‌های حرکتی روزانه آزمودنی‌ها از جمله محدودیت‌های این پژوهش بود. هرچند آزمودنی‌ها موافقت کردند از مصرف ویتامین‌ها و مکمل‌های غذایی و شرکت در رقابت-های سنگین ورزشی و قرار گرفتن در محیط‌های استرسی خودداری کنند اما، به دلیل این‌که تحت نظر نبودند نمی‌توان بر انجام و نحوه‌ی اجرای آن‌ها قضاوت نمود.

بر اساس داده‌های پژوهش حاضر، نشستن غیرفعال در محیط‌های استرسی سبب تجمع مقداری لاکتات و رهایش اندک کورتیزول نسبت به محیط طبیعی می‌گردد. فعالیت ورزشی در هر سه محیط سبب افزایش مقادیر لاکتات و کورتیزول می‌شود و فعالیت ورزشی در محیط با دمای زیادتر موجب افزایش بیشتر این مقادیر و افزایش دمای بدن، مصرف آب و فشار جسمانی و نیز کاهش بیشتر درصد حجم پلاسما نسبت به محیط با دمای کم‌تر می‌شود. هم‌چنین، دو ساعت استراحت سبب کاهش مقادیر لاکتات و کورتیزول می‌شود، اما به نظر می‌رسد استراحت در محیط طبیعی برای بازگشت به حالت اولیه‌ی مقادیر کورتیزول و لاکتات نسبت به دو محیط استرسی دیگر مفیدتر باشد. پیشنهاد می‌گردد، پژوهش‌های آینده به بررسی مقادیر لاکتات و کورتیزول با افزایش شدت یا مدت فعالیت ورزشی یا دوره‌ی استراحتی غیرفعال قبل و بعد از فعالیت ورزشی در ترکیب با محیط‌های دمایی متفاوت بپردازند.

References

1. Tyka A, Palka 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. Int J Occup Med Environ Health 2009; 22: 1-6.
2. Toby Mündel, Jaime P C, David AJ. Exercise, heat stress and the interleukin-6 response: support for temperature-mediated neuroendocrine regulatory mechanisms. Med Sport 2010; 14: 96-102.
3. Galloway SR, Maughan RJ. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 1240–9.
4. Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. J Appl Physiol 2001; 91: 1055–60.
5. Tucker R, Rauch L, Harley YX, Noakes TD. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. Pflugers Arch 2004; 448: 422–30.
6. Peter A H, Mark P B, Robert G M, Erica S C, Hackney A C. Relationship between change in core temperature and change in cortisol and TNF-α during exercise. Journal of Thermal Biology 2010; 35: 348–53.
7. Romer LM, Bridge MW, McConnell AK, Jones DA. Influence of environmental temperature on exercise-induced inspiratory muscle fatigue. Eur J Appl Physiol 2004; 91: 656–63.
8. Izawa S, Kim K, Akimoto T, Ahn N, Lee H, Suzuki K. Effects of Cold Environment Exposure and Cold Acclimatization on Exercise-Induced Salivary Cortisol Response. Wilderness and Environmental Medicine 2009; 20: 239–43.
9. Harinath K, Malhotra AS, Pal K, Prasad R, Kumar R, Sawhney RC. Autonomic nervous system and adrenal response to cold in man at Antarctica. Wilderness Environ Med 2005; 16: 81–91.
10. Viru A, Karelson T, Smirnova T. Stability and variability in hormonal responses to prolonged exercise. Int J Sports Med 1992; 13: 230–5.
11. Viru A, Viru M. Cortisol essential adaptation hormone in exercise. Int J Sports Med 2004; 25: 461–4.
12. Steinacker JM, Lormes W, Reissnecker S, Liu Y. New aspects of the hormone and cytokine response to training. Eur J Appl Physiol 2004; 91: 382–91.
13. Ludmila M C, Bhargav V D, Petra B S, Lesley K. A comparison of cytokine responses during prolonged

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

cycling in normal and hot environmental conditions. Open Access Journal of Sports Medicine 2011; 2: 7–11.
14. Vandewalle H, Peres G, Monod H. Standard anaerobic exercise test. Sports Med 1987; 4: 268–89.
15. Starkie RL, Hargreaves M, Rolland J, Febbraio M. Heat stress cytokines and the immune response to exercise. Brain Behav Immun 2005; 19: 404–12.
16. Tyka A, Wiecha S, Palka T, Szygula Z, Tyka A, Cison T. Effects of Ambient Temperature on Physiological Responses to Incremental Exercise Test. Journal of Human Kinetics 2010; 26: 57-64.
17. Ana Cristina R, Lacerda AC, Gripp F, Rodrigues LO, Silami-Garcia E, Coimbra CC, et al. Acute heat exposure increases high-intensity performance during sprint cycle exercise. Eur J Appl Physiol 2007; 99: 87–93.
18. Linnane DM, Bracken RM, Brooks S, Cox VM, Ball D. Effects of hyperthermia on the metabolic responses to repeated high-intensity exercise. Eur J Appl Physiol 2004; 93: 159–66.
19. Peake J, Peiffer JJ, Abbiss CR, Nosaka K, Okutsu M, Laursen PB, et al. Body temperature and its effect on leukocyte mobilization, cytokines and markers of neutrophil activation during and after exercise Eur J Appl Physiol 2008; 102: 391-401.
20. Walsh NP, Whitham M. Exercising in environmental extremes: a greater threat to immune function? Sports Med 2006; 36: 941–76.
21. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol 1974; 37: 247–8.
22. Brenner IK, Zamecnik J, Shek PN, Shephard RJ. The impact of heat exposure and repeated exercise on circulating stress hormones. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1997; 76: 445–54.
23. Maughan RJ, Shirreffs SM, Watson P. Exercise, heat, hydration and the brain. J Am Coll Nutr 2007; 26: 604–12.
24. Wendt D, van Loon L, van Marken, Lichtenbelt W. Thermoregulation during exercise in the heat: strategies for maintaining health and performance. Sports Med 2007; 37: 669–82.
25. Backx K, McNaughton L, Crickmore L, Palmer G, Carlisle A. Effects of differing heat and humidity on the performance and recovery from multiple high intensity intermittent exercise bouts. Int J Sports Med 2000; 21: 400–5.
26. Rhind SG, Gannon GA, Shephard RJ, Buguet A, Shek PN, Radomski MW. Cytokine induction during exertional hyperthermia is abolished by core temperature clamping: neuroendocrine regulatory mechanisms. Int J Hyperthermia 2004; 20: 503–16.
27. Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. J Endocrinol Invest 2008; 31: 587–91.
28. Laing SJ, Jackson AR, Walters R, Lloyd-Jones E, Whitham M, Maassen N, et al. Human blood neutrophil responses to prolonged exercise with and without a thermal clamp. J Appl Physiol 2008; 104: 20–6.
29. Laing SJ, Gwynne D, Blackwell J, Williams M, Walters R, Walsh NP. Salivary IgA response to prolonged exercise in a hot environment in trained cyclists. Eur J Appl Physiol 2005; 93: 665–71.
30. Niess AM, Fehrenbach E, Lehmann R, Opavsky L, Jesse M, Northoff H, et al. Impact of elevated ambient temperatures on the acute immune response to intensive endurance exercise. Eur J Appl Physiol 2003; 89: 344–51.
31. Steerenberg PA, van Asperen IA, van Nieuw Amerongen A, Biewenga A, Mol D, Medema GJ. Salivary levels of immunoglobulin A in triathletes. Eur J Oral Sci 1997; 105: 305–9.
32. Bishop NC, Blannin AK, Armstrong E, Rickman M, Gleeson M. Carbohydrate and fluid intake affect the saliva flow rate and IgA response to cycling. Med Sci Sports Exerc 2000; 32: 2046–51.
33. Noakes TD, St Clair Gibson A, Lambert EV. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. Br J Sports Med 2005; 39: 12-4.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]

Original Article

Changes in Blood Cortisol and Lactate Levels in Athletes after One Exercise Session in Cold, Warm and Natural Environments

Satarifard S, Gaeini A, Choobineh C

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports and Exercise Physiology, University of Tehran, I.R. Iran

e-mail: satarifard@ut.ac.ir

Received: 24/08/2011 **Accepted**: 27/11/2011

Abstract

Introduction: Environmental temperature has a significant effect on human physiological response to physical activity. Therefore, the purpose of this study was to explore the changes in levels of cortisol and lactate of athletes' blood after one exercise session in cold, warm and natural environments. Materials and Methods: Ten young male athletes (22±2 years; 67.4±2.7 kg) ran on a treadmill for 1h with 60% VO2max in conditions of natural (22±1˚c, 50±5 RH), cold (3±1˚c, 50±2 RH) and warm (35±1˚c, 50±5RH) environments. Blood samples were collected to measure lactate and cortisol, before, after exercise and at 2h recovery. In addition, body temperature, pressure scale and water consumed by athletes water during exercise were measured. In order to analyze data, Repeated Measure and Bonferroni tests at the significant level of p<0.05 were utilized. Results: Amounts of cortisol and lactate increased significantly after exercise, in all these conditions (p<0.0001). Lactate levels increased significantly after exercise in a warm environment, compared to cold and natural environments (p<0.0001). In addition, cortisol increased significantly in a warm environment in comparison to cold (p=0.037) and natural (p=0.016) environments. Significant differences were observed in cortisol and lactate levels after a rest between excercise in warm and natural environments (p=0.036, p=0.007). Conclusion: Exercise causes accumulation of lactate and release of cortisol in the three environments. It seems that exercise in a warm environment, in comparison with colder environments, causes greater increases in body and muscle temperature, physical pressure, cardiovascular changes, and hence prevents their to returning initial levels during the recovery period.

Keywords: Lactate, Cortisol, Exercise, Differents conditions of temperature

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-10]