DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3042 Published by Vesnu Publications

ارزیابی تأثیر دو نوع جلیقه خنک‌کننده بر روی پاسخ‌های فیزیولوژیک استرین گرمایی در هنگام پوشیدن لباس حفاظتی مقاوم در برابر اسید در اتاقک شرایط جوی

حبیب‌اله دهقان[1]، کبری مقصودی[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با توجه به بروز استرین گرمایی در هنگام کاربرد لباس‌های حفاظتی مقاوم در برابر اسید به عنوان لباس کار در محیط‌های کاری، مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر عملکرد دو نوع جلیقه خنک‌کننده بر روی شاخص‌های استرین گرمایی در هنگام پوشیدن لباس‌های حفاظتی مقاوم در برابر اسید انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع تجربی بود که در اتاقک شرایط جوی با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۵ درصد، بر روی ۱۰ دانشجوی پسر سالم که لباس مقاوم در برابر اسید پوشیده بودند، انجام گرفت. هر فرد سه بار و به مدت ۹۰ دقیقه بر روی تردمیل با سرعت ۲/۸ کیلومتر در ساعت و شیب صفر درجه، یک بار بدون جلیقه (گروه A)، یک بار با جلیقه ژل یخ (گروه B) و یک بار هم با جلیقه مواد تغییر فاز پارافینی (گروه C) راه رفت. ضربان قلب، دمای دهانی و دمای پوست در طول انجام آزمون اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: میانگین ضربان قلب در گروه‌های A، B و C به ترتیب ۱۰۴/۰، ۹۷/۲ و ۹۷/۷ ضربان در دقیقه گزارش شد. میانگین دمای پوست به ترتیب ۳۷/۱، ۳۱/۱ و ۳۳/۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای دهانی به ترتیب ۳۶/۹، ۳۶/۷ و ۳۶/۶ درجه سانتی‌گراد بود. اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های فیزیولوژیک در گروه‌های B و C در مقایسه با گروه A وجود داشت.

نتیجه‌گیری: در هنگام استفاده از لباس کار ضد اسید، پوشیدن جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و تغییر فاز پارافینی از طریق کاهش دادن شاخص‌های فیزیولوژیک، سطح استرین گرمایی را تا حد قابل قبولی کاهش می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: استرس حرارتی، خنک، لباس، دمای بدن، مقاوم به اسید

ارجاع: دهقان حبیب‌اله، مقصودی کبری. **ارزیابی تأثیر دو نوع جلیقه خنک‌کننده بر روی پاسخ‌های فیزیولوژیک استرین گرمایی در هنگام پوشیدن لباس حفاظتی مقاوم در برابر اسید در اتاقک شرایط جوی.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۲): ۲۶۴-۲۵۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۳ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۴/۱۵

مقدمه

یکی از عوامل زیان‌بخش و استرس‌زا در محیط‌های کار، مواجهه با گرما است. مواجهه با گرما از یک طرف موجب بروز گرمازدگی، خستگی و ضعف گرمایی، گرفتگی عضلات و جوش‌های گرمایی (۲، ۱) و از طرف دیگر، موجب کاهش عملکرد جسمانی و ذهنی (۳)، کاهش بهره‌وری (۴)، افزایش خطاهای انسانی و حوادث ناشی از کار (۵) می‌شود. در دهه‌های اخیر، افزایش درجه حرارت جو کره زمین، موقعیت جغرافیایی کشور ایران و کاهش میزان بارندگی منجر به پایدار شدن گرمای شدید اقلیمی در مناطق وسیعی از جنوب و مرکز به مدت ۶ تا ۹ ماه در سال شده است (۶) و تمام فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و معدن در شرایط اقلیمی خیلی گرم انجام می‌گردد. بنابراین، مدیریت میزان مواجهه با گرما ضروری است تا بار حرارتی منتقل شده به بدن کاهش یابد.

روش‌های مختلفی برای کاهش بار گرمایی وجود دارد که از آن جمله می توان به کاهش میزان گرمای متابولیسمی از طریق کاهش سطح فعالیت جسمانی، کاهش درجه حرارت محیط کار (تهویه عمومی یا موضعی، تهویه مطبوع)، عایق‌کاری جداره‌های داغ و گرم، کاهش میزان رطوبت نسبی هوا (حذف یا محدود کردن انتشار بخار آب، حذف بخار آب) اشاره کرد، اما در بسیاری از موارد به دلایل شرایط اقتصادی نامطلوب یا دلایل فنی، امکان انجام اقدامات اصلاحی فوق عملیاتی نیست و یا در بسیاری از مشاغل به دلیل ماهیت و اقتضای شغلی، به استفاده از پوشش‌های حفاظتی خاص (غیر قابل نفوذ در برابر گازها و بخارات یا مایعات سمی و مضر) نیاز است که این وسایل حفاظتی مانند یک سد، تبادل حرارت بین بدن و محیط اطراف را مختل می‌کند (۸، ۷) و فرد استفاده‌کننده حتی در شرایط دمایی مطلوب و سطح فعالیت سبک باز هم دچار فشار گرمایی می‌گردد و ضروری است که گرمای مازاد محیطی یا متابولیسمی بدن با کاربرد سیستم های خنک‌کننده فردی جذب گردد.

یکی از مؤثرترین و ارزان‌ترین سیستم‌های خنک‌کننده فردی، جلیقه‌های خنک‌کننده می‌باشد که قادر است گرمای مازاد ناشی از سوخت و ساز بدن یا گرمای جذب شده از محیط اطراف را جذب کند و از بروز فشار گرمایی پیشگیری نماید.

لباس‌های خنک‌کننده در اواخر سال ۱۹۵۰ برای حفاظت نظامیان و فضانوردان از گرما اختراع شد، اما امروزه استفاده از این نوع لباس‌ها برای انواع

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

فعالیت‌های غیر نظامی گسترش پیدا کرده است (۹). با توجه به محدودیت‌های دسترسی و گران‌قیمت بودن نمونه‌های خارجی این لباس‌های خنک‌کننده، جلیقه خنک‌کننده ژل یخ اسپادانا توسط نویسندگان طراحی و ساخته شد، اما کارایی آن برای کاهش سطح استرس گرمایی برای لباس‌های غیر قابل نفوذ در برابر بخار آب مانند لباس‌های کار ضد اسید مورد ارزیابی قرار نگرفته است. بنابراین، در تحقیق حاضر ارزیابی عملکرد جلیقه خنک‌کننده ژل یخ بر روی شاخص‌های فیزیولوژیک استرین گرمایی در هنگام استفاده از لباس حفاظتی ضد اسید در شرایط گرم آزمایشگاهی در مقایسه با یک نوع جلیقه تغییر فازی پارافینی (مدل 7026، Techkewl، آمریکا) و همچنین، در مقایسه با حالت بدون استفاده از جلیقه خنک‌کننده انجام شد.

روش‌ها

شرایط جوی: این پژوهش تجربی در اتاقک با به طول ۴ متر، عرض ۳ متر و ارتفاع ۲/۷ متر در مجموعه آزمایشگاه‌های بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت در دمای ۱ ± ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵ ± ۲۵ درصد انجام گردید.

خصوصیات جلیقه‌های خنک‌کننده: جلیقه خنک‌کننده ژل یخ: این جلیقه که در آزمایشگاه تنش حرارتی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان طراحی و ساخته شد، از دو جزء جلیقه و بسته‌های خنک‌کننده تشکیل شده و از جنس ۷۰ درصد پلی‌استر و ۳۰ درصد کتان ساخته شده است و حاوی ۱۰ جیب (۴ عدد در جلو و ۶ عدد در پشت جلیقه) می باشد که بسته‌های خنک‌کننده ژل یخ در آن‌ها قرار می‌گیرد (شکل ۱). برای شارژ کردن بسته‌های خنک‌کننده از دمای زیر صفر فریزر و برای انتقال آن‌ها به محل آزمایش نیز از کیف عایق حرارت استفاده شد.

شکل ۱. نمایی از جلیقه خنک‌کننده ژل یخ

جلیقه تغییر فازی پارافینی (مدل 7026، Techkewl، آمریکا): این جلیقه از دو جزء جلیقه و بسته‌های خنک‌کننده تغییر فازی از جنس پارافین تشکیل شده و از جنس ۱۰۰ درصد کتان ساخته شده است و حاوی ۴ جیب (دو عدد در جلو و ۲ عدد در پشت جلیقه) می‌باشد (شکل ۲). برای شارژ بسته‌های خنک‌کننده بر اساس دستورالعمل سازنده، از دمای بالای صفر یخچال و برای انتقال آن‌ها به محل آزمایش نیز از کیف عایق حرارت استفاده گردید.

شکل ۲. نمایی از جلیقه تغییر فازی پارافینی

تحقیق مداخله‌ای حاضر در اتاقک شرایط جوی بر روی ۱۰ نفر دانشجوی پسر سالم به روش فراخوان و نمونه‌های غیر احتمالی در دسترس انجام شد. هر فرد سه بار در آزمون شرکت کرد؛ حالت اول بدون جلیقه (حالت A)، حالت دوم با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ (حالت B) و حالت سوم با پوشیدن جلیقه خنک‌کننده پارافینی (حالت C).

معیارهای ورود افراد به مطالعه شامل عدم داشتن بیماری‌های عفونی، تب‌دار، قلبی و عروقی و سرماخوردگی بود. خستگی مفرط و عدم توانایی انجام آزمایش نیز به عنوان معیار خروج در نظر گرفته شد. داوطلبان جهت دارا بودن معیار ورود، توسط پزشک معاینه شدند (۱۰). نمونه‌ها در هر یک از سه حالت بر اساس شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) با اختلاف کمتر از ۵ درصد و گروه سنی طیف ۳۰-۲۰ سال مشابه‌سازی شدند. همچنین، مطالعه یک سوکور بود و شرکت‌کنندگان از نوع جلیقه اطلاع نداشتند. مراحل اجرایی مطالعه برای تمام افراد توضیح داده شد و رضایت‌نامه کتبی بر اساس معاهده Helsinki کسب گردید.

قبل از انجام مداخله‌ها، شاخص‌های سن، قد، وزن (با استفاده از ترازوی Hamilton، چین) (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد و بر اساس نتایج معاینه پزشکی و معیارهای ورود، نمونه‌ها انتخاب شدند. هر فرد به مدت ۱۵ دقیقه بر روی تخت معاینه در خارج از اتاقک شرایط جوی استراحت کرد و ضربان قلب، دمای دهانی و دمای پوست اندازه‌گیری گردید. سپس فرد با پوشیدن لباس زیر، لباس کار ضد اسید (شامل پیراهن و شلوار غیر قابل نفوذ در برابر بخار آب) و نصب سنسورهای اندازه‌گیری دمای پوست در ناحیه کتف و پشت، وارد اتاقک شرایط جوی می‌شد و به مدت ۹۰ دقیقه بر روی تردمیل (مدل Kettler، آلمان) (سرعت ۲/۸ کیلومتر در ساعت و شیب صفر درصد) حرکت می‌کرد. از بدو شروع حرکت بر روی تردمیل، هر ۱۰ دقیقه یک‌بار فرد به مدت ۵ دقیقه در داخل اتاقک بر روی صندلی می‌نشست و شاخص‌های مورد نظر اندازه‌گیری می‌گردید.

شاخص‌های فیزیولوژیک شامل ضربان قلب به وسیله ضربان‌سنج (مدل Polar، فلاند)، دمای دهانی به وسیله دماسنج طبی (مدل Beurer، چین) و دمای پوستی به وسیله دماسنج پوستی (در دو ناحیه سینه و کتف) (مدل سینا

جدول ۱. میانگین شاخص‌های فیزیولوژیک استرین گرمایی در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک کننده تغییر فازی پارافینی در نمونه‌ها

شاخص اندازه‌گیری شده	بدون جلیقه	جلیقه ژل یخ	جلیقه تغییر فاز پارافینی	مقدار P
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
ضربان قلب (تعداد در دقیقه)	۱۰۳/۹۰ ± ۷/۳۰	۹۷/۲۰ ± ۷/۵۰	۹۷/۷۰ ± ۵/۲۰	< ۰/۰۰۱
دمای دهانی (درجه سانتی‌گراد)	۳۶/۹۰ ± ۰/۱۴	۳۶/۷۰ ± ۰/۱۶	۳۶/۶۰ ± ۰/۱۹	< ۰/۰۰۱
دمای پوست در ناحیه سینه (درجه سانتی‌گراد)	۳۶/۳۰ ± ۰/۴۲	۳۳/۰۰ ± ۰/۱۶	۳۴/۰۰ ± ۰/۳۱	< ۰/۰۰۱
دمای پوست در ناحیه کتف (درجه سانتی‌گراد)	۳۶/۹۰ ± ۰/۶۶	۳۲/۱۰ ± ۰/۲۹	۳۳/۲۰ ± ۰/۴۸	< ۰/۰۰۱

RT-923، ایران) در هر سه حالت A، B و C (بدون جلیقه، با جلیقه ژل یخ و با جلیقه تغییر فازی پارافینی) به فاصله هر ۱۰ دقیقه مورد سنجش قرار گرفت. مقدار شاخص wet-bulb globe temperature (WBGT) درون اتاقک شرایط جوی به فاصله هر ۵ دقیقه اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها

۱۰ نفر دانشجوی پسر سالم با میانگین سنی ۲/۸ ± ۲۲/۴ سال، قد ۵/۵ ± ۱۸۲/۰ سانتی‌متر، وزن ۸/۵ ± ۷۵/۴ کیلوگرم و BMI برابر با ۲/۳ ± ۲۲/۷ کیلوگرم بر مترمربع در مطالعه حاضر شرکت کردند.

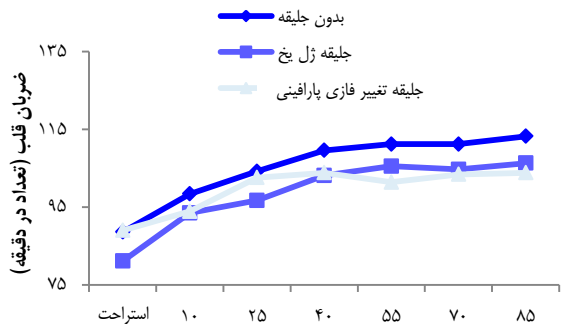
میانگین دمای خشک در اتاقک شرایط جوی در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی به ترتیب ۰/۴ ± ۳۸/۶، ۰/۵ ± ۳۸/۴ و ۰/۲ ± ۳۸/۵ درجه سانتی‌گراد بود. بر اساس یافته‌ها، اختلاف معنی‌داری بین میانگین دمای خشک در اتاقک شرایط جوی در هر سه حالت وجود نداشت.

میانگین دمای تر در اتاقک شرایط جوی در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی به ترتیب ۱/۴ ± ۲۹/۵، ۱/۳ ± ۲۸/۶ و ۱/۴ ± ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بر این اساس، تفاوت معنی‌داری بین میانگین دمای تر در اتاقک شرایط جوی در هر سه حالت مشاهده نشد.

میانگین شاخص WBGT در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی به ترتیب ۰/۳ ± ۳۲/۱، ۰/۲ ± ۳۱/۹ و ۰/۳ ± ۳۱/۸ درجه سانتی‌گراد بود و اختلاف بین میانگین شاخص WBGT در هر سه حالت معنی‌دار نبود.

میانگین شاخص های فیزیولوزیک استرین گرمایی شامل ضربان قلب، دمای دهانی، دمای پوست در ناحیه قفسه سینه و دمای پوست در ناحیه کتف در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در جدول ۱ ارایه شده است. یافته‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های فیزیولوژیک در حالت‌های دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی با میانگین شاخص‌های فیزیولوژیک در حالت بدون جلیقه وجود داشت ($P \leq ۰/۰۰۱$).

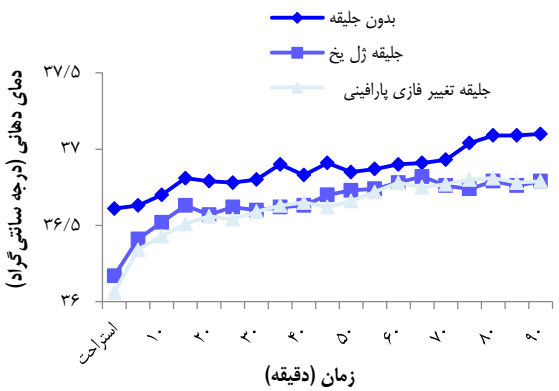
روند زمانی تغییرات تعداد ضربان قلب افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در شکل ۳ نشان داده شده است. بر این اساس، میانگین ضربان قلب در حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ تا دقیقه ۴۰ بعد از مواجهه با گرما کمترین مقدار را داشت و پس از آن ضربان قلب افرادی که از جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی استفاده کرده بودند، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد، اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین ضربان قلب در هر دو حالت دارای جلیقه در مقایسه با ضربان قلب افراد در حالت بدون جلیقه وجود داشت.



شکل ۳. روند زمانی تغییرات میانگین ضربان قلب افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی

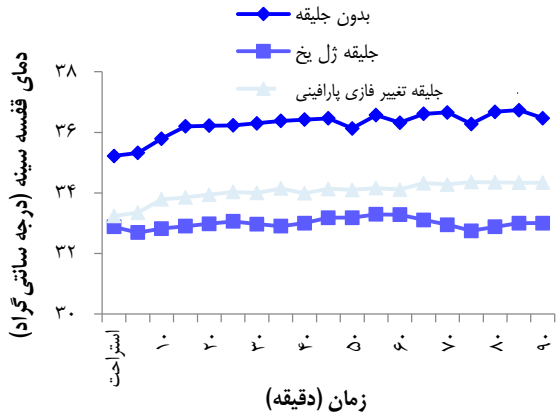
روند زمانی تغییرات دمای دهانی افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در شکل ۴ نشان می‌دهد که میانگین دمای دهانی در حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در مقایسه با دمای دهانی افراد بدون جلیقه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشت، اما بین میانگین دمای دهانی حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

روند زمانی تغییرات دمای پوست در ناحیه سینه افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در شکل ۵ ارایه شده است. بر اساس شکل، بین میانگین دمای پوست در ناحیه سینه افراد در حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در مقایسه با دمای پوست در ناحیه سینه افراد بدون جلیقه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین، اختلاف میانگین دمای پوست در ناحیه سینه افراد بین حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۰۱$).



شکل ۴. روند زمانی تغییرات میانگین دمای دهانی افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی

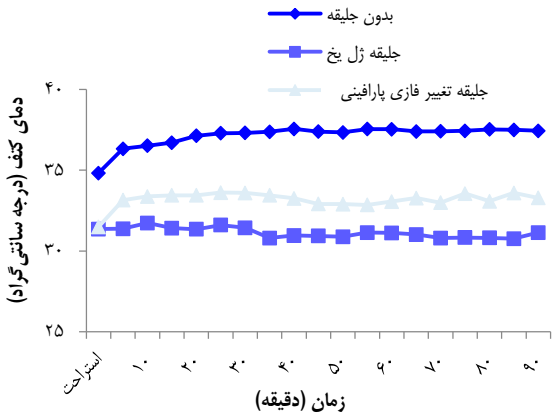
روند زمانی تغییرات دمای پوست در ناحیه کتف افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در شکل ۶ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میانگین دمای پوست در ناحیه کتف افراد در حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در مقایسه با دمای پوست در ناحیه کتف افراد بدون جلیقه مشاهده گردید. همچنین، اختلاف میانگین دمای میانگین پوست در ناحیه کتف افراد بین حالت دارای جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی معنی‌دار بود.



شکل ۵. روند زمانی تغییرات میانگین دمای پوست در ناحیه سینه افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی

بحث

در مطالعه تجربی حاضر، مقادیر شاخص WBGT در اتاقک شرایط جوی در هر سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی با در نظر گرفتن شدت فعالیت جسمانی (کار سبک) و ضریب تصحیح برای لباس ضد اسید (۶ درجه سانتی‌گراد) از حد مجاز مواجهه شغلی تصحیح شده (۲۵ درجه سانتی گراد) بالاتر بود. بنابراین، با در نظر گرفتن شرایط دمایی، شدت فعالیت جسمانی افراد و پوشیدن لباس کار ضد اسید، شرایط محیط داخل اتاقک از نظر بار گرمایی تحمیل شده به بدن استرس‌زا بود، به گونه‌ای که پاسخ فیزیولوژیک به این بار گرمایی در افراد بدون جلیقه به صورت افزایش مقادیر ضربان قلب، دمای دهانی و دمای پوست مشاهده گردید (جدول ۱ و شکل‌های ۳ تا ۶).



شکل ۶. روند زمانی تغییرات میانگین دمای پوست در ناحیه کتف افراد در سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی

تحلیل مقادیر شاخص‌های شرایط جوی شامل دمای خشک، دمای تر، دمای گویسان و WBGT نشان می‌دهد که تمامی این شاخص‌های محیطی تأثیرگذار بر بار گرمایی وارد شده به بدن در هر سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، با جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی مقادیر یکسانی داشتند. همچنین، با توجه به ثابت بودن شدت فعالیت جسمانی افراد (حرکت افراد بر روی تردمیل با سرعت ۲/۸ کیلومتر بر ساعت) و پوشش یکسان در هر سه حالت آزمون، انتظار می‌رود که هر تفاوتی در میزان شاخص‌های فیزیولوژیک، مرتبط با مداخله‌گر در مطالعه شامل دو نوع جلیقه خنک‌کننده باشد.

بر اساس داده‌های جدول ۱، تمام شاخص‌های استرین فیزیولوژیک در افراد دارای جلیقه خنک‌کننده در مقایسه با افراد بدون جلیقه خنک‌کننده در حد قابل توجهی مقادیر کمتری را نشان داد و این کاهش در شاخص‌ها بیانگر آن است که جلیقه‌های خنک‌کننده توانسته‌اند مقادیر قابل توجهی از بار گرمایی تحمیل شده به بدن را جذب نمایند. همچنین، جلیقه‌ها منجر به کاهش ۶ تا ۷ ضربه در دقیقه ضربان قلب در شرایط محیطی استرس‌زا (جدول ۱ و شکل ۳)، کاهش ۰/۲ تا ۰/۳ درجه سانتی‌گرادی دمای دهانی (جدول ۱ و شکل ۴)، کاهش ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گرادی دمای پوست در ناحیه تنه (جدول ۱ و شکل‌های ۵ و ۶) شد. در واقع، مکانیسم عمل خنک‌سازی این جلیقه‌ها به این صورت است که دمای پوست قسمت تنه از طریق مکانیسم هدایتی بین پوست و بسته‌های خنک‌کننده کاهش می‌یابد. همچنین، حرکت بر روی تردمیل باعث حرکت جلیقه و هوای

http://hsr.mui.ac.ir

بین جلیقه و پوست می‌شود که این اثر پمپینگ می‌تواند باعث افزایش انتقال گرما از پوست و کاهش دمای پوست گردد. این گرادیان دمایی بین دمای پوست و دمای عمقی بدن می‌تواند انتقال گرما را به طور قابل توجهی افزایش دهد و از این طریق، منجر به کاهش دمای عمقی بدن و به دنبال آن، کاهش دمای دهانی شود (۱۱).

با توجه به یکسان بودن عامل‌های استرس گرمایی برای افراد در هر سه حالت بدون جلیقه خنک‌کننده، جلیقه خنک‌کننده با ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی و کاهش معنی‌دار و قابل توجه شاخص‌های فیزیولوژیک استرین گرمایی در دو حالت بدون جلیقه خنک‌کننده و دارای جلیقه خنک‌کننده، می‌توان نتیجه گرفت که هر دو نوع جلیقه برای کاهش بار گرمایی بدن (استرس گرمایی) و کاهش سطح استرین‌های گرمایی (پاسخ بدن به بار گرمایی) در مواقعی که از لباس‌های کار ضد اسید یا لباس‌های مشابه که نسبت به بخار آب غیر قابل نفوذ هستند، کارایی قابل توجهی دارند و کاربرد آن‌ها می‌تواند از طریق کاهش سطح استرس گرمایی، از بروز بیماری‌ها و اختلالات ناشی از گرما پیشگیری نماید.

در مطالعات متعددی مؤثر بودن جلیقه‌های خنک کننده یخ جهت کاهش استرین‌های فیزیولوژیک گزارش شده است (۱۶-۱۲) که با نتایج بررسی حاضر همخوانی داشت. Luomala و همکاران با انجام پژوهشی عملکرد جلیقه محتوی یخ را بر روی ۷ دوچرخه‌سوار آموزش دیده بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که جلیقه یخ به طور قابل توجهی استرین فیزیولوژیکی و گرمایی را کاهش می‌دهد (۱۲). نتایج تحقیق یزدانی‌راد و دهقان در شرایط آزمایشگاهی گرم وخشک نشان داد که جلیقه خنک‌کننده حاوی بسته‌های خنک‌کننده ژل یخ- پارافین به میزان معنی داری ضربان قلب، دمای دهانی، دمای پوست و شدت تعریق را در افراد با پوشش لباس معمولی کاهش می‌دهد (۱۳). دهقان شهرضا و همکاران در شرایط گرم آزمایشگاهی، تأثیر جلیقه‌های خنک‌کننده حاوی ژل یخ را در هنگام پوشیدن لباس‌های حفاظتی شیمیایی- میکروبی- هسته ای بر روی کاهش استرین گرمایی فیزیولوژیکی، زمان واکنش افراد به محرک ها و و تعداد خطاهای انسانی، مؤثر گزارش کردند (۱۴). نتایج مطالعه قره‌بایی و همکاران نشان داد که جلیقه خنک‌کننده حاوی بسته‌های مواد تغییر فازی ایرانی، موجب کاهش دمای دهانی و گرمای درک شده در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب خلیج فارس می‌شود (۱۵) همچنین، Smolander و همکاران عملکرد یک نوع جلیقه خنک‌کننده یخ را بر روی ۹ آتش‌نشان آموزش دیده بررسی کردند و نتیجه گرفتند که به کار بردن جلیقه‌های خنک‌کننده یخ منجر به بهبود وضعیت قلبی- عروقی و تنظیم گرمایی بدن در آتش‌نشانان هنگام انجام تمرین می‌شود (۱۶).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هر دو نوع جلیقه خنک‌کننده ژل یخ و جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی بر کاهش میزان ضربان قلب، دمای دهانی و دمای پوست تنه در هنگام استفاده از لباس‌های ضد اسید و غیر قابل نفوذ در برابر بخار آب مؤثر بودند و جلیقه خنک‌کننده ژل یخ (تا حدودی ارزان قیمت) در مقایسه با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی (گران قیمت)، عملکرد به نسبت مشابهی داشت و حتی جلیقه خنک‌کننده ژل یخ در مقایسه با جلیقه خنک‌کننده تغییر فازی پارافینی در میزان کاهش برخی از شاخص‌های استرین فیزولوژیک مانند دمای پوست مؤثرتر بود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۹۴۷۷۶، مصوب معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از تمام دانشجویانی که در انجام این مطالعه مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Dehghan H, Ghanbary Sartang A. Validation of perceptual strain index to evaluate the thermal strain in experimental hot conditions. Int J Prev Med 2015; 6: 78.
2. Hajizadeh R, Golbabaei F, Monazzam MR, Farhang-Dehghan S, Ezadi-Navan E. Productivity loss from occupational exposure to heat stress: A case study in brick workshops/Qom-Iran. Int J Occup Hyg 2014; 6(3): 143-8.
3. Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. Arch Environ Health 1988; 43(1): 15-7.
4. Kjellstrom T. Climate change, direct heat exposure, health and well-being in low and middle-income countries. Glob Health Action 2009; 2.
5. Chen ML, Chen CJ, Yeh WY, Huang JW, Mao IF. Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. AIHA J (Fairfax, VA) 2003; 64(3): 352-9.
6. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Evaluation of wet bulb globe temperature index for estimation of heat strain in hot/humid conditions in the Persian Gulf. J Res Med Sci 2012; 17(12): 1108-13.
7. Holmer I. Protective clothing and heat stress. Ergonomics 1995; 38(1): 166-82.
8. Dehghan H, Parvari R, Habibi E, Maracy MR. Effect of fabric stuff of work clothing on the physiological strain index at hot conditions in the climatic chamber. Int J Env Health Eng 2014; 3: 14.
9. Branson DH, Cao H, Jin B, Peksoz S, Farr C, Ashdown S. Fit analysis of liquid cooled vest prototypes using 3D body scanning technology. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management 2005; 4(3): 1-15.
10. Dehghan H, Mortzavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Development and validation of a questionnaire for preliminary assessment of heat stress at workplace. J Res Health Sci 2015; 15(3): 175-81.
11. Gao C, Kuklane K, Holmer I. Cooling vests with phase change material packs: The effects of temperature gradient, mass and covering area. Ergonomics 2010; 53(5): 716-23.
12. Luomala MJ, Oksa J, Salmi JA, Linnamo V, Holmer I, Smolander J, et al. Adding a cooling vest during cycling improves

performance in warm and humid conditions. J Therm Biol 2012; 37(1): 47-55.
13. Yazdanirad S, Dehghan H. Designing of the cooling vest from paraffin compounds and evaluation of its impact under laboratory hot conditions. Int J Prev Med 2016; 7: 47.
14. Dehghan Shahreza H, Valipour F, Khalili Gorji H, Mahaki B. Effects of cooling vests on heat strain indicators and reaction time while wearing protective clothing against chemical, microbial, and radioactive contamination in hot and dry laboratory conditions. J Ergon 2016; 3(4): 11-20.
15. Gharebaei S, Dehghan H, Mahaki B, Valipour F. Effect of Iranian cooling vests with phase change material packs on heat strain indices in hot/ humid conditions in Persian Gulf. J Ergon 2014; 2(2): 57-66.
16. Smolander J, Kuklane K, Gavhed D, Nilsson H, Holmer I. Effectiveness of a light-weight ice-vest for body cooling while wearing fire fighter's protective clothing in the heat. Int J Occup Saf Ergon 2004; 10(2): 111-7.

DOI: *10.22122/jhsr.v14i2.3042* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research **Vol. 14, No. 2, Summer**

Received: 08.01.2017 Accepted: 23.03.2017 Published: 06.07.2018

The Impact of Two Types of Cooling Vests on Physiological Heat Strain Responses When Wearing Acid-Resistant Protective Clothing in Climatic Chamber

Habibollah Dehghan[1], **Kobra Maghsoudi**[2]

Original Article

Abstract

Background: Rigarding the occurrence of heat strain when using acid-resistant protective work clothing in the workplace, this study aimed to determine the performance of two types of cooling vests on heat strain indices in hot conditions when wearing acid-resistant protective clothing.

Methods: This experimental study was conducted on ten healthy boy students in hot conditions of temperature of 40 °C and relative humidity (RH) of 25% when they wearied acid-resistant protective clothing. Each participant was contributed in three trials including without cooling vest (A), with ice gel cooling vest (B) , and phase change material paraffin (C). In each trial, participant walked on tread mill for 90 minutes. Heart rate, oral temperature, and skin temperature were measured in regular times.

Findings: The mean of heart rate was 104.0, 97.2, and 97.7 beat/minute in A, B, and C trials, respectively. Moreover, skin temperature was 37.1 °C, 31.1 °C, and 33.2 °C, and oral temperature was 36.3 °C , 33.0 °C, and 34.0 °C in A, B, and C trials, respectively. There was significant difference in physiological heat strain indices between B and C trials with A trial.

Conclusion: When using acid-resistant work clothing, wearing ice gel cooling vest and phase change material paraffin can reduce physiological heat strain indices.

Keywords: Heat stress, Cooling, Clothing, Body temperature, Acid-resistant

Citation: Dehghan H, Maghsoudi K. **The Impact of Two Types of Cooling Vests on Physiological Heat Strain Responses When Wearing Acid-Resistant Protective Clothing in Climatic Chamber.** J Health Syst Res 2018; 14(2): 258-64.

1- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Habibollah Dehghan, Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir