

رابطه نمره شاخص استرین گرمایی و ضربان قلب با اضافه وزن تحت شرایط گرم آزمایشگاهی

سعید یزدانی راد^۱، حبیب‌اله دهقان^۲، محمد زیندینی^۳، یاسر رحیمی^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از شاخص‌های ارزیابی میزان استرین گرمایی، نمره شاخص استرین گرمایی (HSSI یا Heat strain scoring index) می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی ارتباط نمره HSSI و ضربان قلب در افراد دارای اضافه وزن در دو شدت فعالیت سبک و متوسط در شرایط گرم آزمایشگاهی انجام شد.

روش‌ها: ۳۵ فرد دارای اضافه وزن و ۳۵ فرد دارای وزن طبیعی در این مطالعه تجربی شرکت کردند. پس از استراحت، شخص به مدت ۶۰ دقیقه یک بار با سرعت ۲/۸ کیلومتر در ساعت بر روی تردمیل در مواجهه با شرایط خیلی گرم (دمای ۳۷ درجه سانتی گراد) و بار دیگر با سرعت ۴/۸ کیلومتر در ساعت بر روی تردمیل در مواجهه با شرایط گرم (دمای ۳۲ درجه سانتی گراد) فعالیت نمود. ضربان قلب هر ۲ دقیقه اندازه‌گیری گردید. پرسش‌نامه HSSI در سه مرحله زمانی زمان استراحت، پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت اول و پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت دوم تکمیل شد.

یافته‌ها: نتایج ضریب همبستگی Pearson نشان داد که در شرایط گرم، بین ضربان قلب فعالیت اول و نمره HSSI ($r = 0/50, P < 0/001$) و ضربان قلب فعالیت دوم و نمره HSSI ($r = 0/64, P < 0/001$) رابطه خطی مستقیمی وجود داشت. همچنین، ارتباط خطی مستقیمی بین ضربان قلب فعالیت اول و نمره HSSI ($r = 0/47, P < 0/001$) و ضربان قلب فعالیت دوم و HSSI ($r = 0/64, P < 0/001$) در شرایط خیلی گرم مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: میانگین ضربان قلب و شاخص HSSI در افراد دارای اضافه وزن در مقایسه با افراد با وزن طبیعی، بالاتر بود و ضربان قلب همبستگی قابل توجهی را با این شاخص نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ضربان قلب، استرس حرارتی، نمایه توده بدنی، محیط گرم

ارجاع: یزدانی راد سعید، دهقان حبیب‌اله، زیندینی محمد، رحیمی یاسر. رابطه نمره شاخص استرین گرمایی و ضربان قلب با اضافه وزن تحت شرایط گرم آزمایشگاهی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۳): ۲۷۱-۲۷۹

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۸/۳۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷

به آن‌ها «استرین» می‌گویند و از آن جمله می‌توان به افزایش تعریق، افزایش دمای پوستی، افزایش دمای عمقی و افزایش ضربان قلب در بدن اشاره کرد (۴، ۵). اگر تنش‌های حرارتی به آستانه تحمل انسان نزدیک شود، خطر ایجاد بیماری‌های وابسته به حرارت افزایش می‌یابد (۶). این گرما می‌تواند منجر به استرس گرمایی در کارگران شود و در صورت عدم کنترل آن‌ها، ممکن است طیف گسترده‌ای از عوارض و بیماری‌ها اعم از اختلالات خفیف مانند سوزش تا شرایط مرگ‌آور همچون شوک‌های گرمایی را ایجاد کند (۷). همچنین، گرما به عنوان یکی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی-عروقی نیز شناخته می‌شود (۸).

روش‌های مختلفی برای ارزیابی میزان استرین طراحی شده است که هر یک مشکلات و خطاهای خاص خود را دارند. از بین روش‌های موجود، روش‌های مشاهده‌ای-ادراکی به دلیل کارایی خوب (صرفه‌جویی در زمان، هزینه‌ها و مطلوبیت نزد کاربران) به طور پیوسته مورد توسعه و استفاده قرار گرفته‌اند (۹). ساده و ارزان بودن، آرایه پاسخ سریع و قابلیت کاربرد در محیط کار

مقدمه

یکی از عوامل زیان‌آور در محیط‌های کاری، گرما است که امکان دارد منشأ فرایندی داشته باشد که در این صورت به عنوان یک انرژی در صنایع تولید می‌شود و ممکن است مشکلاتی را برای کارگران در معرض آن ایجاد کند (۱)؛ به طوری که در بعضی از صنایع، استرس گرمایی به عنوان یک مشکل معمول و همیشگی به شمار می‌رود و کارگران به طور مداوم با استرس گرمایی مواجه می‌شوند. این شرایط در صنایعی مانند ذوب فلزات، سرامیک‌سازی، صنایع غذایی، نیروگاه برق و... مشاهده می‌گردد (۲). علاوه بر این، ممکن است گرما ناشی از شرایط اقلیمی منطقه باشد و در اثر مواجهه طولانی مدت فرد با گرما در این مناطق همچون مناطق جنوب ایران، فرد دچار تنش گرمایی شود که در مشاغل مانند مشاغل ساختمانی، کشاورزی و... که کارگران در محیط‌های روباز کار می‌کنند، مشاهده می‌شود (۳). در شرایط گرمایی شدید، بدن پاسخ‌های فیزیولوژیک از خود نشان می‌دهد که

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان

روش‌ها

این پژوهش از نوع تجربی بود و در آن، داوطلبان تحت شرایط آب و هوایی گرم که با استفاده از اتاقک شرایط جوی ایجاد شد، قرار گرفتند. نمونه‌های مطالعه به روش تصادفی از میان دانشجویان و کارکنان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انتخاب شدند و سپس در دو گروه دارای اضافه وزن [با نمایه توده بدن (Body mass index یا BMI) بیشتر یا مساوی ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع] و با وزن طبیعی (با BMI کمتر از ۲۵) قرار گرفتند. تعداد نمونه در هر گروه ۳۵ نفر بود.

معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، ریوی، عصبی-عضلانی، اسکلتی-عضلانی، صرع، تشنج و دیابت، عدم مصرف داروهای پرفشاری خون و داروهای تأثیرگذار بر ضربان قلب و عدم مصرف قهوه، کافئین و الکل ۱۲ ساعت قبل از انجام تست بود. خستگی مفرط فرد در حین آزمایش و عدم تمایل به ادامه آن و بیشتر شدن تعداد ضربان قلب فرد از حداکثر مجاز در دقیقه (سن-۲۰۰) نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

داوطلبان جهت دارا بودن معیارهای ورود به مطالعه، توسط پزشک معاینه شدند و پس از تأیید، زمان‌های مراجعه به تک‌تک آن‌ها ابلاغ شد. همچنین، فرم رضایت‌مندی جهت شرکت در مطالعه نیز توسط افراد تکمیل گردید و در مورد معیارهای عدم ورود به مطالعه با آن‌ها صحبت شد. در مطالعه حاضر از ضربان سنخ قلب مدل Polar (فنلاند)، ترازوی دیجیتال مدل Hamilton (چین) و متر نواری و تردمیل مدل Kettler (آلمان) استفاده گردید. برای ارزیابی استرین گرمایی نیز از پرسش‌نامه HSSI استفاده شد. ضریب Cronbach's alpha این پرسش‌نامه توسط دهقان و همکاران، ۰/۹۰ به دست آمده است (۱۷) و از پایایی بالایی برخوردار می‌باشد و ارتباط آن با شاخص استرین فیزیولوژیک در برخی مطالعات تأیید شده است (۱۵).

پرسش‌نامه HSSI دارای مجموعه‌ای از سؤالاتی است که بعضی از آن‌ها از طریق مشاهده محیط و بعضی نیز از طریق احساس فرد پاسخ داده می‌شود. نحوه تکمیل سؤالات نیز بدین صورت است که در پاسخ به هر سؤال چندین گزینه وجود دارد و افراد بر اساس احساس خود یک گزینه را انتخاب می‌کنند. سپس ضریب تأثیر مربوط به هر سؤال در نمره گزینه انتخاب شده ضرب می‌شود و مقادیر به دست آمده مربوط به همه سؤالات با یکدیگر جمع می‌گردد. این عدد شاخص نمره استرین گرمایی می‌باشد و دارای سه سطح خطر شامل فاقد استرین (نمره کمتر از ۱۳/۵)، احتمال استرین (نمره ۱۸ تا ۱۳/۶) و استرین قطعی (نمره بیشتر از ۱۸/۱) است. در مطالعه حاضر به دلیل این که شرایط آزمایشگاهی ثابت بود، فقط یک سری از سؤالات که شامل متغیرهای دمای هوا، رطوبت هوا، حرکت هوا، شدت تعریق، شدت تشنگی، شدت خستگی، شدت ناراحتی، علایم بالینی و دمای سطوح بود، از طریق احساس فرد آزمون دهنده مورد بررسی قرار گرفت.

در روز مراجعه قبل از انجام هر تستی، قد و وزن افراد به طور دقیق اندازه‌گیری شد. اطلاعات دموگرافیک آن‌ها نیز از طریق پرسش‌نامه جمع‌آوری گردید و چگونگی انجام آزمون، نحوه تکمیل پرسش‌نامه و زمان‌های تکمیل آن به افراد توضیح داده شد. روش انجام آزمون بدین صورت بود که در هنگام انجام تست، ابتدا فرد شرکت کننده به مدت ۳۰ دقیقه بر روی تخت استراحت می‌کرد تا ضربان قلب او تثبیت شود و سپس ضربان قلب اندازه‌گیری می‌شد. پس از آن، فرد به مدت ۶۰ دقیقه (۲۵ دقیقه فعالیت، ۱۰ دقیقه استراحت داخل اتاقک و

بدون تداخل با نیروی کار، از جمله مزایای روش‌های مشاهده‌ای-ادراکی به شمار می‌رود (۱۰). برخی مطالعات برای ایجاد یک تکنیک مشاهده‌ای-ادراکی جامع جهت ارزیابی استرین گرمایی انجام شده است. در استرالیا، پیش‌نویس یک چک لیست تحت عنوان ارزیابی خطر گرمایی را با سه سطح خطر ارائه نمودند که ترکیبی از گزینه‌های مشاهده‌ای، احساسی و اندازه‌گیری شاخص دمای تر گوی‌سان (WetBulb Globe Temperature یا WBGT) بود. البته آن‌ها مبنایی را برای طبقه‌بندی سطوح خطر ارائه ندادند و همچنین، روایی و پایایی آن را نیز گزارش نکردند (۱۱). در مطالعه دیگری، Bethea پیش‌نویس یک چک لیست مشاهده‌ای را برای ارزیابی خطر تنش حرارتی معرفی کرد که شامل شاخص‌های دمای هوا، دمای تابشی، سرعت جریان هوا، میزان رطوبت، شدت کار و نوع لباس بود، اما معیار یا مبنایی برای امتیازگذاری گزینه‌های اسمی در چک لیست بیان نشده و پایایی و روایی آن نیز گزارش نشده بود (۹). Malchaire و همکاران نیز در روش ارزیابی خطر گرمایی بر اساس مشاهده و قضاوت ذهنی افراد، ۷ شاخص مؤثر بر تنش یا ناراحتی گرمایی شامل دمای هوا، رطوبت، پرتوهای گرمایی، حرکت هوا، فعالیت جسمانی، نوع لباس و نظر کارگران را به صورت گزینه‌ای توصیفی یا اسمی با امتیازدهی رتبه‌ای برای هر شاخص تدوین نمودند، اما روش فاقد سطح خطر بود و معیار یا مبنایی برای امتیازدهی به گزینه‌ها وجود نداشت. همچنین، روایی و پایایی روش گزارش نشده بود (۱۲).

یکی از شاخص‌هایی که به تازگی بر اساس تکنیک مشاهده‌ای-ادراکی تدوین شده است، شاخص نمره استرین گرمایی (Heat strain scoring index یا HSSI) می‌باشد (۱۳، ۱۲). در این شاخص، ۱۷ متغیر قابل اندازه‌گیری از طریق درک فردی و مشاهده وارد شده است. نتایج مطالعه دهقان شهرضا (۱۰) و دهقان و همکاران (۱۳) نیز نشان داد که این ۱۷ متغیر دربرگیرنده شاخص‌های مهم در شاخص‌های تجربی و تحلیلی، چک لیست‌ها و پرسش‌نامه‌های ارزیابی استرین حرارتی می‌باشند و همگی در شاخص HSSI جمع شده و یک سازه متحد را تشکیل داده‌اند. همچنین، سازه آن دارای روایی و پایایی قابل قبولی می‌باشد. علاوه بر این، شاخص HSSI سطوح خطر را طبقه‌بندی می‌کند و شاخص مناسبی برای ارزیابی استرین گرمایی می‌باشد (۱۳، ۱۰).

شاخص HSSI با شاخص‌های ارزیابی استرین گرمایی از جمله ضربان قلب که به عنوان یک عامل فیزیولوژیک اثبات شده برای ارزیابی تنش حرارتی در نظر گرفته می‌شود (۱۴)، ارتباط مستقیم و معنی‌داری دارد (۱۵، ۱۰). از طرف دیگر، نتیجه پژوهشی بر روی کارگران جنوب، نشان داد که ضربان قلب و شدت تنش قلبی در کارگران دارای اضافه وزن در مقایسه با کارگران دارای وزن طبیعی، بالاتر بوده است (۱۶). بنابراین، با توجه به ارتباط مستقیم و معنی دار ضربان قلب و شاخص HSSI و همچنین، بالاتر بودن ضربان قلب افراد چاق نسبت به افراد دارای وزن طبیعی در هنگام فعالیت در شرایط گرم، می‌توان انتظار داشت که نمره شاخص HSSI به عنوان یک تکنیک مشاهده‌ای-ادراکی برای ارزیابی تنش گرمایی، در افراد دارای اضافه وزن نیز در حین فعالیت در شرایط گرم بالاتر از افراد دارای وزن طبیعی باشد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط HSSI و ضربان قلب در افراد دارای اضافه وزن و افراد دارای وزن طبیعی در زمان استراحت و در دو شدت فعالیت سبک و متوسط در شرایط گرم و مرطوب آزمایشگاهی انجام شد.

آماره‌های توصیفی و آزمون‌های t ، رگرسیون و همبستگی Pearson در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ (SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک و دیگر شاخص‌های فیزیکی مربوط به مشارکت‌کنندگان در جدول ۱ ارائه شده است. در هر دو شرایط گرم و خلی گرم، اختلاف شاخص WBGT بین دو گروه و در هیچ یک از مراحل انجام تست معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). بنابراین، شرایط گرمای محیطی برای هر دو گروه نیز به طور تقریبی مشابه بود. میانگین شاخص‌های وزن و فعالیت ورزشی در دو گروه و در هر دو شرایط گرم و خلی گرم اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های سن و قد در دو گروه در هر دو شرایط مشاهده نشد ($P > 0.05$).

مقادیر میانگین شاخص‌های ضربان قلب استراحت، ضربان قلب فعالیت اول، ضربان قلب فعالیت دوم، HSSI فعالیت اول و فعالیت دوم در دو شرایط گرم و خلی گرم در دو گروه اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص‌های میزان تعریق، HSSI استراحت قبل از شرایط گرم و قبل از شرایط خلی گرم در دو گروه مشاهده نشد ($P > 0.05$).

دوباره ۲۵ دقیقه فعالیت) در اتاقک شرایط جوی تحت شرایط خیلی گرم (۱۸) (شاخص WBGT = ۳۰ درجه سانتی‌گراد، دمای خشک = ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی = ۵۰ درصد) و با شدت فعالیت سبک بر روی تردمیل (سرعت ۲/۸ کیلومتر در ساعت و شیب صفر درجه) فعالیت می‌کرد. میزان سرعت تردمیل بر اساس میزان متابولیسم کار سبک بر روی تردمیل تعیین گردید (۱۹). ضربان قلب فرد در این مدت به فاصله هر ۴ دقیقه یک‌بار اندازه‌گیری شد. پرسش‌نامه HSSI نیز در سه مرحله (زمان استراحت قبل از انجام تست، پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت اول و پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت دوم) تکمیل گردید و سوالات پاسخ داده شد.

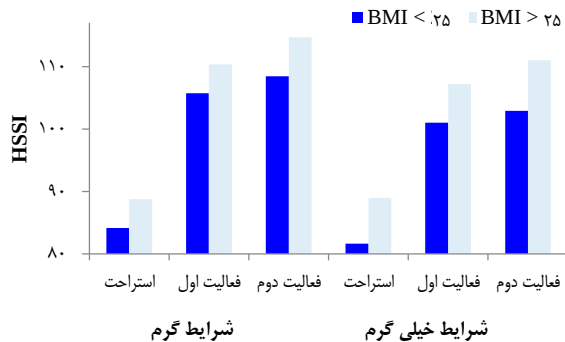
در روز دیگر نیز برای مرحله بعدی اندازه‌گیری، بعد از استراحت تا تثبیت ضربان قلب، فرد دوباره به مدت ۶۰ دقیقه در اتاقک شرایط جوی تحت شرایط گرم (۱۸) (شاخص WBGT = ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد، دمای خشک = ۳۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی = ۵۰ درصد) و با شدت فعالیت متوسط بر روی تردمیل (سرعت ۴/۸ کیلومتر در ساعت) فعالیت کرد و ضربان قلب فرد در این مدت به فاصله هر ۴ دقیقه یک‌بار اندازه‌گیری شد. برای مرحله دوم اندازه‌گیری نیز پرسش‌نامه دوباره در سه مرحله زمانی (استراحت قبل از انجام تست، پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت اول و پس از پایان ۲۵ دقیقه فعالیت دوم) تکمیل گردید. جهت اندازه‌گیری میزان تعریق، وزن افراد قبل و بعد از انجام هر مرحله از فعالیت اندازه‌گیری و از هم کسر می‌شد تا میزان تعریق به دست آید. افراد در طول انجام تست هیچ گونه نوشیدنی مصرف نکردند. داده‌ها با استفاده از

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و فیزیولوژیک شرکت‌کنندگان دو گروه دارای وزن طبیعی و دارای اضافه وزن

شاخص	افراد با وزن طبیعی (۳۵ نفر)		افراد دارای اضافه وزن (۳۵ نفر)		P
	دامنه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	دامنه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	
سن (سال)	۲۱-۲۷	۲۲/۷۲ $\pm$ ۱/۷۳	۲۱-۲۵	۲۲/۷۱ $\pm$ ۲/۹۵	۰/۱۰۰
قد (متر)	۱/۶۵-۱/۸۹	۱/۷۶ $\pm$ ۰/۰۵۹	۱/۶۵-۱/۹۸	۱/۷۶ $\pm$ ۰/۰۵۹	۰/۶۳۰
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۰۰-۸۰/۱۰	۶۸/۷۲ $\pm$ ۷/۲۱	۷۳-۱۱۱	۸۵/۷۹ $\pm$ ۸/۳۳	< ۰/۰۰۱
فعالیت ورزشی (ساعت)	۰-۱۶	۵/۴۰ $\pm$ ۳/۹۰	۰-۹	۲/۱۴ $\pm$ ۱/۵۵	< ۰/۰۰۱
در شرایط گرم	۰/۱۰-۱/۳۰	۰/۶۱ $\pm$ ۰/۳۷	۰/۴۰-۲/۲۰	۰/۷۱ $\pm$ ۰/۳۴	۰/۱۹۰
میزان تعریق (کیلوگرم)	۷۰/۳۳-۹۱/۶۷	۸۴/۱۴ $\pm$ ۴/۸۴	۶۴/۰۰-۹۳/۳۳	۸۸/۷۵ $\pm$ ۷/۱۰	۰/۰۰۳
ضربان قلب استراحت (تعداد در دقیقه)	۱۰۰/۹۲-۱۲۳/۴۲	۱۰۵/۷۳ $\pm$ ۴/۰۵	۱۰۲/۶۷-۱۲۵/۵۰	۱۱۰/۳۴ $\pm$ ۳/۶۳	< ۰/۰۰۱
ضربان قلب فعالیت اول (تعداد در دقیقه)	۱۰۱/۸۳-۱۲۱/۰۰	۱۰۸/۴۴ $\pm$ ۴/۱۳	۱۰۹/۲۵-۱۲۳/۸۳	۱۱۴/۷۰ $\pm$ ۳/۰۹	< ۰/۰۰۱
ضربان قلب فعالیت دوم (تعداد در دقیقه)	۱۰۱/۸۳-۱۲۱/۰۰	۱۰۸/۴۴ $\pm$ ۴/۱۳	۱۰۹/۲۵-۱۲۳/۸۳	۱۱۴/۷۰ $\pm$ ۳/۰۹	< ۰/۰۰۱
شاخص HSSI در حالت استراحت	۰/۶۲-۴/۶۳	۰/۲۵ $\pm$ ۱/۰۵	۰/۶۲-۵/۳۱	۰/۵۱ $\pm$ ۱/۰۹	۰/۲۸۰
شاخص HSSI در فعالیت اول	۰-۷/۲۶	۳/۲۰ $\pm$ ۲/۲۲	۱/۵۱-۱۱/۸۷	۷/۰۷ $\pm$ ۲/۵۴	< ۰/۰۰۱
شاخص HSSI در فعالیت دوم	۴/۵۲-۸/۸۳	۶/۴۰ $\pm$ ۱/۱۰	۵/۵۸-۱۳/۹۲	۱۰/۳۵ $\pm$ ۲/۱۵	< ۰/۰۰۱
میزان تعریق (کیلوگرم)	۰/۱۰-۰/۷۰	۰/۴۰ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۱۰-۲/۳۰	۰/۵۰ $\pm$ ۰/۳۸	۰/۱۶۰
در شرایط خلی گرم	۶۷/۰۰-۸۹/۰۰	۸۱/۶۴ $\pm$ ۴/۰۰	۷۱/۰۰-۱۰۱/۰۰	۸۸/۹۷ $\pm$ ۶/۴۶	< ۰/۰۰۱
ضربان قلب استراحت (تعداد در دقیقه)	۹۶/۲۵-۱۰۶/۳۳	۱۰۱/۰۳ $\pm$ ۳/۰۵	۹۶/۹۲-۱۱۶/۳۳	۱۰۷/۲۱ $\pm$ ۳/۴۸	< ۰/۰۰۱
ضربان قلب فعالیت اول (تعداد در دقیقه)	۹۸/۲۵-۱۱۳/۷۵	۱۰۲/۹۳ $\pm$ ۳/۱۳	۹۸/۳۳-۱۱۷/۹۲	۱۱۰/۹۹ $\pm$ ۴/۲۹	< ۰/۰۰۱
ضربان قلب فعالیت دوم (تعداد در دقیقه)	۹۸/۲۵-۱۱۳/۷۵	۱۰۲/۹۳ $\pm$ ۳/۱۳	۹۸/۳۳-۱۱۷/۹۲	۱۱۰/۹۹ $\pm$ ۴/۲۹	< ۰/۰۰۱
شاخص HSSI در حالت استراحت	۰/۲۸-۳/۰۵	۱/۰۸ $\pm$ ۰/۹۲	۰/۳۸-۸/۵۵	۳/۴۵ $\pm$ ۲/۱۴	۰/۳۱۰
شاخص HSSI در فعالیت اول	۰/۹۶-۸/۵۹	۵/۰۱ $\pm$ ۱/۶۶	۵/۳۱-۱۳/۳۸	۸/۸۴ $\pm$ ۲/۰۷	< ۰/۰۰۱
شاخص HSSI در فعالیت دوم	۵/۳۱-۱۰/۶۳	۷/۶۶ $\pm$ ۱/۳۸	۷/۸۷-۱۷/۷۲	۱۲/۶۹ $\pm$ ۲/۰۲	< ۰/۰۰۱

HSSI: Heat strain scoring index

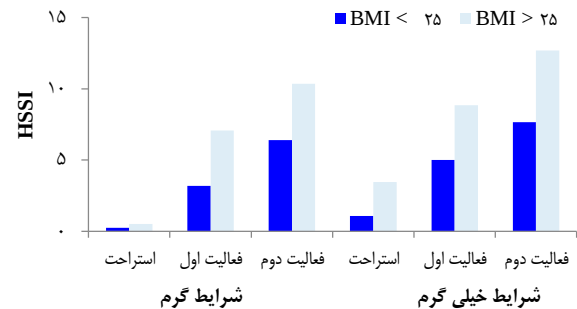
مستقیمی وجود داشت ($P < 0.001$). همچنین، در شرایط جوی خیلی گرم با شدت فعالیت سبک، رابطه خطی مستقیمی بین ضربان قلب فعالیت اول و HSSI فعالیت اول ($P < 0.001$) و ضربان قلب فعالیت دوم و HSSI فعالیت دوم ($P < 0.001$) مشاهده شد. پراکنش و خط رگرسیونی ضربان قلب بر حسب HSSI و معادلات پیش‌بینی مقادیر ضربان قلب بر حسب HSSI در حالت‌های مختلف در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲. میانگین ضربان قلب استراحت، ضربان قلب فعالیت اول و ضربان قلب فعالیت دوم افراد دارای وزن طبیعی و دارای اضافه وزن در دو شرایط گرم با شدت فعالیت سبک

HSSI: Heat strain scoring index; BMI: Body mass index

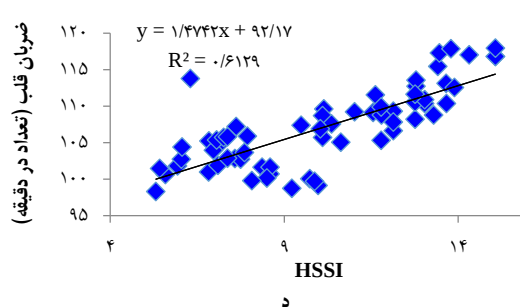
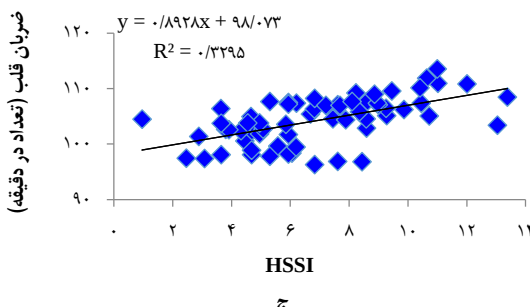
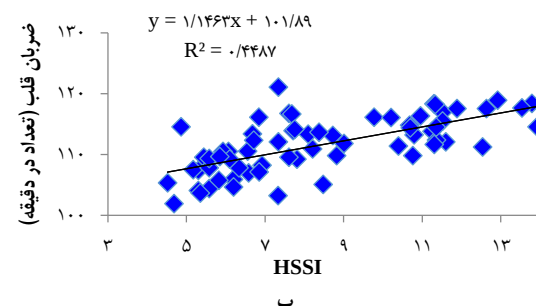
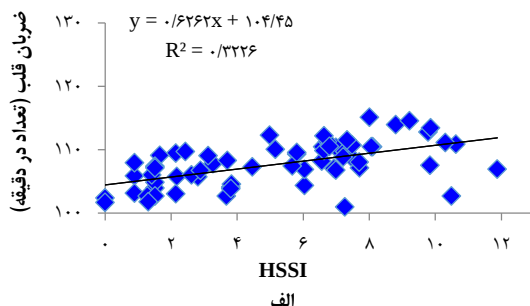
مقادیر میانگین HSSI استراحت، فعالیت اول و فعالیت دوم و مقایسه مقادیر ضربان قلب استراحت، ضربان قلب فعالیت اول و فعالیت دوم برای هر دو گروه در دو شرایط گرم با شدت فعالیت متوسط و خیلی گرم با شدت فعالیت سبک به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. میانگین HSSI استراحت، فعالیت اول و فعالیت دوم افراد دارای وزن طبیعی و دارای اضافه وزن و در دو شرایط گرم با شدت فعالیت متوسط و خیلی گرم با شدت فعالیت سبک

HSSI: Heat strain scoring index; BMI: Body mass index

نتایج ضریب همبستگی Pearson نشان داد که در شرایط جوی گرم با شدت فعالیت متوسط، بین ضربان قلب فعالیت اول و HSSI فعالیت اول ($P < 0.001$) و ضربان قلب فعالیت دوم و HSSI فعالیت دوم رابطه خطی



شکل ۳. پراکنش و خط رگرسیونی ضربان قلب بر حسب HSSI (Heat strain scoring index)

ضربان قلب فعالیت اول و HSSI فعالیت اول در شرایط جوی گرم با شدت فعالیت متوسط (الف)، ضربان قلب فعالیت دوم و HSSI فعالیت دوم در شرایط جوی گرم با شدت فعالیت متوسط (ب)، ضربان قلب فعالیت اول و HSSI فعالیت اول در شرایط جوی خیلی گرم با شدت فعالیت سبک (ج) و ضربان قلب فعالیت دوم و HSSI فعالیت دوم در شرایط جوی خیلی گرم با شدت فعالیت سبک (د)

HSSI: Heat strain scoring index

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین ضربان قلب و HSSI افراد دارای اضافه وزن در مواجهه با دو شرایط جوی گرم با شدت فعالیت متوسط و شرایط جوی خیلی گرم با شدت فعالیت سبک بر روی تردمیل نسبت به افراد دارای وزن طبیعی به طور معنی داری بیشتر می باشد؛ در حالی که اختلاف معنی داری بین شاخص های شرایط جوی محیط آزمون برای فعالیت های دو گروه وجود نداشت. بنابراین، می توان گفت که شرایط جوی برای تمام افراد یکسان بوده است. با توجه به مقایسه گروه های مشابه از نظر نوع فعالیت و شدت فعالیت، می توان نتیجه گیری کرد که اختلاف بین میانگین ضربان های قلب و HSSI افراد در این آزمون مربوط به شرایط جوی، نوع فعالیت و شدت فعالیت نیست و شاید تحت تأثیر اضافه وزن و چاقی افراد قرار گرفته است؛ چرا که بافت چربی نقش عایق گرمایی خوبی را برای انسان دارد و در مقایسه با بافت های دیگر دارای دانسیته و عروق خونی کمتری می باشد. ضریب گرمایی بافت پوست و عضلات به ترتیب ۹۵ و ۸۵ درصد است؛ به طوری که این مقدار برای بافت چربی فقط ۳۶ درصد می باشد. بافت چربی در افراد چاق باعث می شود که علاوه بر عایق گرما بودن، مصرف انرژی در هنگام فعالیت افزایش یابد (۲۰) که این خود منجر به افزایش گرما در قسمت های مرکزی بدن افراد دارای اضافه وزن و چاق و در نتیجه، افزایش ضربان قلب برای سرعت بخشیدن به جریان خون محیطی می گردد. علاوه بر این، نتایج حاکی از آن بود که ضربان قلب استراحت افراد دارای اضافه وزن نسبت به افراد دارای وزن طبیعی در هر دو شرایط به طور معنی داری بیشتر است که می تواند به علت متابولیسم پایه بالاتر در افراد دارای اضافه وزن و چاق به علت وجود بافت چربی اضافه در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی باشد. همچنین، میزان فعالیت ورزشی در افراد دارای اضافه وزن نسبت به افراد دارای وزن طبیعی به طور معنی داری کمتر است که این یافته می تواند دلیل دیگری بر بالاتر بودن ضربان قلب افراد دارای اضافه وزن در مقایسه با ضربان قلب افراد دارای وزن طبیعی باشد.

نتایج پژوهش Gardner و همکاران بر روی افراد نجات غریق نشان داد که در افراد دارای BMI بالا، خطر بیماری ناشی از گرما تا سه برابر و در افراد با سطح تناسب جسمانی پایین و اضافه وزن، خطر بروز بیماری تا هشت برابر افزایش می یابد (۲۱). تمرکز گرما در مرکز بدن، افزایش ضربان قلب، افزایش خستگی و سطح تناسب جسمانی پایین در افراد دارای BMI بالا، باعث افزایش نمره HSSI می شود؛ چرا که این عوامل از عوامل خطر تنش های حرارتی به شمار می روند و می توانند به طور مستقیم سؤالات مورد بررسی این شاخص را تحت تأثیر قرار دهند (۲۲، ۱۰).

بر اساس نتایج ضریب همبستگی Pearson، در مطالعه حاضر همبستگی قابل توجهی بین ضربان قلب و HSSI وجود داشت. علاوه بر این، یافته های برخی از مطالعات نیز نشان می دهد که شاخص HSSI با ضربان قلب ارتباط معنی دار و مستقیمی دارد (۱۵، ۱۰) که با توجه به اختلاف معنی دار ضربان قلب در افراد دارای اضافه وزن و چاق و افراد با وزن طبیعی، وجود این اختلاف معنی دار در شاخص HSSI بین این دو دسته قابل توجیه است. نتایج تحقیقات

دیگر حاکی از آن است که افراد چاق با BMI بالاتر، بیشتر در معرض عوارض و اختلالات ناشی از گرما قرار دارند (۲۹-۲۳) که این نتایج با یافته های مطالعه حاضر همخوانی داشت. در ادامه به تعدادی از این پژوهش ها اشاره شده است. Pin و Chung تحقیقی را بر روی ۲۱۸ سرباز دارای اختلالات گرمایی و ۵۳۷ سرباز شاهد با کنترل نمودن سن و جنس انجام دادند و نسبت شانس (OR یا Odd ratio) افراد چاق (با BMI بیشتر از ۲۷) برای بروز اختلالات گرمایی را ۳/۵۳ گزارش کردند (۲۳).

Donoghue و Bates در بررسی ارتباط BMI با خستگی گرمایی، به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان BMI، به طور واضحی خطر بروز خستگی گرمایی افزایش می یابد؛ به طوری که میزان OR برای BMI کمتر از ۲۷، بین ۲۷ و ۳۲ و برای BMI بالاتر از ۳۲ به ترتیب ۱/۰، ۲/۹۴ و ۳/۶۳ بود (۲۴). در شرایط آزمایشگاهی نیز ارتباط معنی داری بین وزن بدن، BMI و درصد چربی با افزایش شاخص های تنش گرمایی (دمای عمقی و ضربان قلب) گزارش گردید (۲۸-۲۵).

نتایج پژوهش Selkirk و McLellan نشان داد که روند افزایش کلی قابل توجه بیشتری در دمای رکتال یک فرد با چربی بدن کم از شروع تا خاتمه مواجهه با استرس گرمایی در مقایسه با یک فرد با چربی بدن زیاد وجود دارد. می توان نتیجه گرفت که چربی بدن کم، میزان دمای عمقی را که می تواند در خستگی گرمایی تحمل کند، افزایش می دهد (۲۹).

نتایج به دست آمده از تحلیل همبستگی نشان داد که همبستگی بین ضربان قلب و شاخص HSSI با افزایش طول مدت زمان فعالیت، افزایش می یابد؛ به طوری که ضریب همبستگی Pearson در هر دو شرایط گرم و خیلی گرم در فعالیت دوم نسبت به فعالیت اول در اتاقک بیشتر بود. این یافته می تواند به این علت باشد که با افزایش تنش گرمایی و فیزیولوژیک، همبستگی این دو شاخص افزایش پیدا می کند.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، میانگین ضربان قلب و شاخص HSSI در افراد دارای اضافه وزن و چاق در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی، بالاتر بود. همچنین، ضربان قلب با شاخص HSSI همبستگی قابل توجهی داشت که این یافته نشان دهنده مفید بودن شاخص HSSI برای شناسایی افراد در معرض استرس گرمایی می باشد و از آن می توان جهت شناسایی افرادی که استعداد بروز اختلالات گرمایی دارند، استفاده کرد و از به کار گرفتن این افراد در این گونه مشاغل خودداری نمود. افرادی که در پژوهش حاضر شناسایی شدند، دارای اضافه وزن و چاقی بودند که علاوه بر این شاخص، می توان سایر عوامل خطر را نیز با این شاخص مورد بررسی قرار داد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از تمام مشارکت کنندگانی که در انجام این طرح همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می آورند.

References

1. Mohammadyan M, Sepehr P. Design of cool spot and assessment of its effect on WBGT index among furnace workers' position in Shimi Madani industry in Hamadan. J Mazandaran Univ Med Sci 2010; 20(76): 2-7. [In Persian].

2. Bernard TE, Cross RR. Heat stress management: Case study in an aluminum smelter. *Int J Ind Ergon* 1999; 23(5): 609-20.
3. Dehghan H, Mortazavi S, Jafari M, Maracy MR. Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: A guide to better estimation of the heat strain. *Feyz* 2012; 16(2): 112-20. [In Persian].
4. Jalil AS, Dor Z, Yahya MS, Mohideen Batcha MF, Hasnan K. Heat stress investigation on laundry workers. *Proceedings of the International Conference on Ergonomics*; 2007 Dec. 3-5; Kuala Lumpur, Malaysia.
5. Golbabaie F, Omidvari M. *Man and thermal environment*. Tehran, Iran: University of Tehran Publication; 2008. [In Persian].
6. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: ACGIH; 2011.p. 200-18.
7. Misaqi FL, Inderberg J, Blumenstein P, Naiman T. Heat stress in Hot U.S. mines and criteria for standards for mining in hot environments. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Mining Enforcement and Safety Administration; 1979.
8. Hanani M, Motalebi Kashani M, Mousavi SG, Bahrami A. Evaluation of workplaces heat stress for bakers in Kashan city. *Feyz* 2004; 8(31): 25-9. [In Persian].
9. Bethea D. *Development of a Practical heat stress assessment methodology for use in UK industry*. Liverpool, UK: Health and Safety Executive Books; 2002.
10. Dehghan Shahreza H. The design of screening method for primary evaluation of thermal risk based on observation and subjective feeling workers under field conditions in center and south parts of Iran [PhD Thesis]. Tehran, Iran: School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University; 2012. [In Persian].
11. Dehghan H, Mortazavi 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.
12. Malchaire J, Gebhardt HJ, Piette A. Strategy for evaluation and prevention of risk due to work in thermal environments. *Ann Occup Hyg* 1999; 43(5): 367-76.
13. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A, Jahangiri M. Construct validation of a heat strain score index with structural equation modeling. *J Health Syst Res* 2010; 6(4): 601-12.
14. Saha R, Samanta A, Dey NC. Cardiac workload of dressers in underground manual coal mines. *J Inst Med* 2011; 32(2): 11-7.
15. Dehghan H, Habibi E, Khodarahmi B, Yousefi HA, Hasanzadeh A. The relationship between observational - perceptual heat strain evaluation method and environmental / physiological indices in warm workplace. *Pak J Med Sci* 2013; 29(1): 358-62.
16. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy MR. Cardiac strain comparison between workers with normal weight and overweight in the hot humid weather of the Persian Gulf region. *J Educ Health Promot* 2013; 2: 48.
17. Dehghan H, Mortazavi 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.
18. Blazejczyk K, Epstein Y, Jendritzky G, Staiger H, Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int J Biometeorol* 2012; 56(3): 515-35.
19. International Organization for Standardization. *Ergonomics: Determination of metabolic heat production*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 1990.
20. Miller AT Jr, Blyth CB. Lack of insulating effect of body fat during exposure to internal and external heat loads. *J Appl Physiol* 1958; 12(1): 17-9.
21. Gardner JW, Kark JA, Karnei K, Sanborn JS, Gastaldo E, Burr P, et al. Risk factors predicting exertional heat illness in male Marine Corps recruits. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28(8): 939-44.
22. Mehnert P, Brode P, Griefahn B. Gender-related difference in sweat loss and its impact on exposure limits to heat stress. *Int J Ind Ergon* 2002; 29(6): 343-51.
23. Chung NK, Pin CH. Obesity and the occurrence of heat disorders. *Mil Med* 1996; 161(12): 739-42.
24. Donoghue AM, Bates GP. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferous mine in relation to body-mass index and predicted VO2max. *Occup Med (Lond)* 2000; 50(4): 259-63.
25. Bar-Or O, Lundegren HM, Buskirk ER. Heat tolerance of exercising obese and lean women. *J Appl Physiol* 1969; 26(4): 403-9.
26. Epstein Y, Shapiro Y, Brill S. Role of surface area-to-mass ratio and work efficiency in heat intolerance. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1983; 54(3): 831-6.
27. Hayward JS, Eckerson JD, Dawson BT. Effect of mesomorphy on hyperthermia during exercise in a warm, humid environment. *Am J Phys Anthropol* 1986; 70(1): 11-7.
28. Havenith G, van Middendorp H. The relative influence of physical fitness, acclimatization state, anthropometric measures and gender on individual reactions to heat stress. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990; 61(5-6): 419-27.
29. Selkirk GA, McLellan TM. Influence of aerobic fitness and body fatness on tolerance to uncompensable heat stress. *J Appl Physiol* (1985) 2001; 91(5): 2055-63.

The Relationship between the Heat Strain Score Index and Heart Rate in Overweight Individuals under Warm Laboratory Conditions

Saeid Yazdanirad¹, Habibollah Dehghan², Mohammad Zeinodini³, Yaser Rahimi⁴

Original Article

Abstract

Background: The Heat Strain Scoring Index (HSSI) is one of the indexes used for evaluating heat strain. The present study was carried out to determine the relationship between HSSI and heart rate in overweight and obese individuals during light and moderate intensity exercise under warm laboratory conditions.

Methods: This experimental study was carried out on 35 individuals with normal weight (BMI < 25) and 35 overweight and obese participants (BMI > 25) in a climatic chamber. Each participant was asked to rest. Then, each participant underwent a 60 minute light intensity activity (2.8 kph on a treadmill) while exposed to hot climatic conditions (37 °C). In the next phase, the participants were asked to rest for 30 minutes, and then, undergo a 60 minute moderate activity (4.8 kph on a treadmill) while exposed to warm climatic conditions (32 °C). The participants' heart rate was measured every 2 minutes. The HSSI questionnaire was completed during the rest, after the first and second 25 minutes of activity.

Findings: The Pearson correlation coefficients showed a linear and direct relationship between the HSSI score and heart rate of the first activity ($r = 0.50$, $P < 0.001$) and the HSSI score and heart rate of the second activity ($r = 0.64$, $P < 0.001$) under the warm climatic conditions. Moreover, the results showed a linear and direct relationship between the HSSI score and heart rate of the first activity ($r = 0.47$, $P < 0.001$) and the HSSI score and heart rate of the second activity ($r = 0.64$, $P < 0.001$) under the hot climatic conditions.

Conclusion: Based on the results of this study, the mean heart rate and mean HSSI score were higher in overweight and obese participants than those with normal weight. Furthermore, there was a significant correlation between heart rate and HSSI.

Keywords: Heart rate, Heat stress, Body mass index, Hot climatic conditions

Citation: Yazdanirad S, Dehghan H, Zeinodini M, Rahimi Y. **The Relationship between the Heat Strain Score Index and Heart Rate in Overweight Individuals under Warm Laboratory Conditions.** J Health Syst Res 2017; 13(3): 271-7.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- BSc 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