مقاله اصلی
Original Article

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
eISSN: ۲۳۸۳۱۹۰۱ pISSN: ۲۳۴۵۲۴۵۵
دوره۳. شماره ۴. زمستان ۱۳۹۴، صفحات۲۱۳ تا۲۲۲

بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران در یک معدن روباز

محمدجواد جعفری[۱]، غلام حیدر تیموری[۲]، سهیلا خداکریم[۱]، حسن اصیلیان مهابادی[۳*]

۱. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: افرادی که در معادن روباز مشغول به کار هستند، غالباً در فصول گرم سال در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند. هدف این مطالعه بررسی شاخص نمره استرین گرمایی و تعیین ارتباط آن با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران یک معدن روباز بود.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی بر روی۱۲۰ مرد سالم سازش یافته شاغل در یک معدن روباز در تابستان ۱۳۹۳ در خراسان رضوی انجام گرفت. دمای تمپان و دمای پوست با استفاده از دستگاه ترمومتر دیجیتالی مدل FT۷۰ ساخت شرکت بئورر کشور آلمان اندازه‌گیری شد. ضربان قلب و فشارخون با استفاده از دستگاه دیجیتال Emsig (مدل BO۲۶) ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری شد. کلیه متغیرهای محیطی به‌طور همزمان با پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری و ثبت شدند. پرسش‌نامه شاخص نمره استرین گرمایی نیز تکمیل گردید. برای تجزیه‌وتحلیل آماری از آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی استفاده شد.

یافته‌ها: مطابق شاخص نمره استرین گرمایی، ۶/۷ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، ۵۰ درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۴۳/۳ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. بین شاخص نمره استرین گرمایی با هرکدام از پارامترهای فیزیولوژیکی شامل: دمای تمپان، دمای پوست، ضربان قلب، فشار سیستولیک و دیاستولیک ارتباط معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۱$) ولی همبستگی بالایی نشان نداد که این مقدار برای ضربان قلب بیشترین بود ($r=۰/۴۵۰$).

نتیجه‌گیری: درصد بالایی از کارگران در معرض خطر استرین گرمایی قرار داشتند و بیشترین نمره شاخص استرین گرمایی مربوط به واحد حفاری بود. به نظر می‌رسد بتوان از شاخص نمره استرین گرمایی در ارزیابی استرین گرمایی چنین محیط‌های کاری استفاده کرد.

کلمات کلیدی: *استرین گرمایی، شاخص نمره استرین گرمایی، پارامترهای فیزیولوژیکی، معدن روباز.*

How to cite this article:
Jafari MJ, Teimori GH, Khodakarim S, AssilianMahabadi H. Investigation the Relationship between Heat Strain Score Index and Physiological Parameters among Open Pit Miners. J Saf Promot Inj Prev.2016; 3(4):213-22 .

مقدمه

استرین فیزیولوژیکی ناشی از استرس گرمایی تحت تأثیر ۶ پارامتر اصلی قرار دارد. این پارامترها شامل ۴ پارامتر محیطی: دمای هوا، رطوبت، سرعت جریان هوا و تابش حرارتی، همچنین مصرف انرژی حاصل از فعالیت فیزیکی فرد و خواص حرارتی لباس وی می‌باشند. سازش با گرما، هیدراتاسیون و پوسچر بدنی نیز بر استرین فیزیولوژیکی ناشی از استرس گرما اثر دارد (۱).

افرادی که در معادن روباز مشغول به کار هستند، غالباً در فصول گرم سال در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند که باعث کاهش بهره‌وری و حتی تهدید زندگی آن‌ها می‌شود (۲). با توجه به گزارش سازمان ملی ایمنی و بهداشت شغلی امریکا در طی سال های ۲۰۰۱-۱۹۸۳، اغلب موارد بیماری ناشی از استرس گرمایی در معادن در نوبت‌کاری روز اتفاق می‌افتد. این می‌تواند به خاطر بالاتر بودن گرمای هوا در طول روز باشد. درنتیجه بررسی گرمای محیط کار می‌تواند برای کارگران و مدیریت، در مورد خطر بیماری‌های ناشی از گرما مفید باشد (۳). تحقیقات بسیاری بر روی استرس گرمایی در معادن زیرزمینی انجام شده، اما توجه کمی به فرایندهای کاری معادن سطحی شده است (۴). بررسی دمای عمقی بدن کارگران صنعتی در شرایط گرمایی نشان داده که دمای عمقی بدن معدنچیان بیشتر از حد توصیه‌شده در محیط‌های صنعتی ($۳۸^{o}C$) می‌باشد (۵). در بررسی اثر استرس گرمایی ($WBGT>۳۰^{o}C$) بر روی کارکنان

* آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: asilia_h@modares.ac.ir

www.SID.ir

معدن سنگ‌آهن شمال غربی استرالیا، دمای عمقی بدن افراد در پایان شیفت کاری (۳۷/۶°C) در مقایسه با ابتدای شیفت کاری (۳۷°C) بیشتر بود، همچنین حالت دهیدراتاسیون افراد در پایان شیفت کاری از حد استاندارد (۱/۰۲= USG[۲]) بیشتر و حالت خستگی افراد نیز افزایش‌یافته بود (۶). بررسی ارتباط بین استرس گرمایی شغلی و بیماری کلیه در میان ۳۷۸۱۶ کارگر در تایلند، نشان داد که قرار گرفتن در معرض استرس گرمایی در مردان نسبت به زنان شایع‌تر بوده و ارتباط معنی‌داری بین استرس گرمایی و بروز بیماری کلیه در مردان مشاهده شد و خطر بیماری کلیه در میان کارگرانی که در معرض گرمای طولانی‌مدت بودند بالاتر بود (۷). بیش از ۸۰ درصد کارگران تجربه علائمی از بیماری ناشی از گرما در یک دوره یک‌ماهه داشته و اکثر آن‌ها علائم را در بیش از یک ماه همراه باحالت بی‌آبی در بدن تجربه کرده بودند (۸). در بررسی استرین گرمایی و حالت هیدراسیون کارگران آتشبار یک معدن روباز، میانگین دمای عمقی بدن افراد (۳۷/۵°C) و میانگین حجم مخصوص ادرار ۱/۰۲۴ به دست آمد. هفتادوسه درصد از کارگران حداقل یکی از علائم بیماری ناشی از گرما را در طول شیفت کاری نشان دادند (۹). ارزیابی استرس گرمایی در محیط‌های کاری ممکن است با اندازه‌گیری پارامترهای محیطی انجام شود و سپس تأثیر آن‌ها بر بدن افراد با استفاده از یک شاخص استرس گرمایی و یا شاخص‌های بیشتری انجام شود (۲). هرکدام از این شاخص‌های استرس گرمایی دارای مزایا و معایبی هستند، تلاش بر این است یک شاخص معتبر و کامل جهت ارزیابی استرس گرمایی ابداع شود که بتواند شرایط محیط کار را ازلحاظ استرس محیطی توصیف کند (۱۰). از مجموع شاخص‌های گرمایی ارائه‌شده، کار با شاخص‌های مستقیم ساده‌تر بوده و از طریق اندازه‌گیری پارامترهای محیطی محاسبه می‌شوند(۱۱). شاخص دمای ترگویسان جزء شاخص‌های تجربی مستقیم بوده که به‌صورت استاندارد جهانی معرفی‌شده و در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۲). علاوه بر محدودیت‌های این شاخص (۱۳)، ارزیابی استرس گرمایی مستلزم هزینه و زمان زیادی است. برای کاهش هزینه‌های اندازه‌گیری و ارزیابی، روش غربالگری افراد در مواجهه با گرما، تحت عنوان شاخص نمره استرین گرمایی توصیه می‌شود. این شاخص جدید بوده و بر اساس تکنیک‌های مشاهده‌ای ادراکی تدوین‌شده است (۱۴).

تدوین و طراحی نهایی این روش پرسشنامه‌ای شامل ۲۵ آیتم می‌باشد که ثبات درونی بین آن‌ها در حدود ۰/۷۳-۰/۹۱ گزارش‌شده است (۱۵). اعتبار و پایایی پرسشنامه برابر ۰/۹ برآورد شده است؛ و نشان داد که با متغیرهای شاخص دمای تر گویسان و سایر پرسش‌نامه‌ها نقاط مشترک بالایی داشته و می‌توان از آن برای ارزیابی مقدماتی تنش گرمایی در محیط‌های کاری استفاده کرد (۱۶). البته اعتبارسنجی آن در فعالیت‌های مختلف ضروری است.

شاخص نمره استرین گرمایی، روشی است که نیازی به استفاده از وسایل سنجش شرایط جوی محیط ندارد و از اندازه‌گیری‌های اضافی و هزینه‌بر در محیط کاری جلوگیری می‌کند. این شاخص برای پیش ارزیابی میزان مواجهه با گرما در کلیه صنایع می‌تواند بکار رود و فقط با استفاده از تکمیل پرسشنامه مربوط به آن میزان مواجهه کارگران با گرما مورد ارزیابی اولیه قرار می‌گیرد. در پرسش‌نامه تنظیم‌شده این شاخص عوامل متعدد مربوط به ایجاد استرس و استرین گرمایی گنجانده‌شده است (۱۷). مطالعاتی در داخل کشور بر روی این شاخص انجام‌گرفته است. در بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی و شاخص ترگویسان با شاخص استرین فیزیولوژیکی در محیط کار گرم نشان داده که شاخص نمره استرین گرمایی در مقایسه با شاخص دمای تر گویسان همبستگی بالاتری با شاخص استرین فیزیولوژیکی داشت (۱۷). رابطه بین استرس گرمایی با استفاده از شاخص دمای تر گویسان و نمره استرین گرمایی و بهره‌وری نیروی کار در صنعت مونتاژ خودرو، نشان داد که شاخص دمای تر گویسان با بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معنی‌داری نداشت (P=۰/۱۳۴). اما شاخص نمره استرین گرمایی با بهره‌وری نیروی انسانی رابطه معکوس و معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱۵). با افزایش نمره شاخص تنش گرمایی مقدار بهره‌وری کاهش پیدا می‌کرد (۱۸). در ارزیابی استرس گرمایی با کاربرد شاخص دمای تر گویسان و شاخص نمره استرین گرمایی در کارگران قنادی شهر اصفهان، میانگین شاخص دمای تر گویسان محیط کار کارگران ۲۲/۹۷ درجه سانتی‌گراد بود که زیر حد مجاز برای کار سبک بود. بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی، ۷۷/۵٪ افراد فاقد استرین گرمایی، ۱۹/۹٪ احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۵/۶٪ افراد دارای استرین گرمایی بودند (۱۹). در ارزیابی میزان مواجهه با گرما در کارگران نانوایی‌های شهر اصفهان با کاربرد شاخص دمای تر گویسان، شاخص نمره استرین گرمایی و دمای دهانی، مشخص گردید بیشتر از ۵۰ درصد افراد دچار استرین گرمایی بودند و ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص دمای ترگویسان و شاخص نمره استرین گرمایی بالاتر از ۰/۶۲ بود (۲۰). همچنین در بررسی همبستگی بین شاخص‌های گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی کارگران یک صنعت ذوب‌آهن، شاخص‌های گرمایی ترگویسان با دمای عمقی و ضربان قلب همبستگی معنی‌دار داشتند و شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب همبستگی معنی‌دار و با دمای عمقی (پرده گوش) همبستگی معنی‌داری نشان نداد (۲۱).

این شاخص ادراکی بایستی در محیط‌های کاری مختلف بررسی‌شده و کارایی آن مورد تائید قرار بگیرد تا با استفاده از آن بتوان هزینه‌های ارزیابی مواجهه با گرما را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داد. ازجمله مشاغلی که در مواجهه با استرس گرمایی هستند معادن است که بخش قابل‌توجهی از جامعه کارگری کشور در آن اشتغال دارند. کار در معادن سنگ‌آهن در محیط‌های روباز و در معرض مستقیم پرتو

Archive of SID
www.SID.ir

خورشید انجام می‌شود و باعث می‌شود افراد در فصول گرم سال تحت تأثیر استرس گرمایی قرار بگیرند. از طرفی مطالعاتی که به سنجش درک و قضاوت ذهنی افراد از گرما در محیط‌های کاری معدن پرداخته باشند، کافی نیستند. با توجه به انجام مطالعات محدود در این رابطه، این مطالعه باهدف ارزیابی استرین گرمایی با استفاده از شاخص نمره استرین گرمایی و بررسی ارتباط آن با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران در یک معدن روباز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی در مرداد و شهریورماه ۹۳ بر روی کارگران فرایندهای مختلف کاری معدن سنگ‌آهن سنگان خواف واقع در جنوب شرقی خراسان رضوی انجام شد. با توجه به فرمول تعیین حجم نمونه بر اساس ضریب همبستگی، تعداد ۱۲۰ نفر مرد سالم سازش یافته با گرما به‌عنوان نمونه‌های تحقیق به شرح زیر محاسبه گردید.

$$N = \left(\frac{Z_\alpha + Z_\beta}{C(r)}\right)^2 + 3 = 120 \qquad C(r) = \frac{1}{2} log_e \frac{1+r}{1-r}$$

در برآورد حجم نمونه a= خطای نوع اول با مقدار ۰/۵۰، B= (توان آزمون) خطای نوع دوم با مقدار ۰/۲۰، C = ضریب توافق و r = ضریب همبستگی با مقدار ۰/۵۴ در فرمول وارد گردید (۱۶). افراد شاغل در واحدهای کاری اصلی معدن شامل حفاری، آتشباری، بارگیری و حمل‌ونقل، کراشر و سنگ‌شکن که به‌طور طبیعی در مواجهه با مقادیر مختلفی از عوامل خطر تنش گرمایی در فصول گرم سال (خرداد تا شهریور) قرار داشتند موردمطالعه قرار گرفتند. درصد حجم نمونه در هر واحد کاری بر اساس تعداد کارگران تعیین گردید. روش انتخاب و نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی ساده انجام شد و ورود افراد به مطالعه نیز به‌صورت داوطلبانه صورت گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری تیروئید، فشارخون، دیابت، بیماری‌های تب‌دار و عفونت گوش، عدم مصرف داروهای آنتی‌دیورتیک، عدم مصرف داروهای مؤثر بر ضربان قلب و همچنین داشتن سابقه کار مداوم در نظر گرفته شد. طبق مطالعات قبلی سازش با گرما در محیط کار به‌تدریج طی دوره ۷ تا ۱۰ روز الی دو هفته اتفاق می‌افتد (۲۲). ؛ بنابراین افراد شرکت‌کننده در مطالعه باید حداقل از دو هفته پیش در محیط کاری مشغول به کار می‌بودند.

پیش از انجام طرح همه مراحل اجرای آن به‌وسیله کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تائید شد. در این مطالعه از هیچ‌گونه آزمایش تهاجمی استفاده نشد و همه نکات درج‌شده در اعلامیه هلسینکی درباره مطالعات مرتبط با انسان رعایت شد. توضیحات لازم به کارگران داده شد و رضایت کتبی آن‌ها برای شرکت در این مطالعه گرفته شد. به کارگران اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی‌شان محرمانه خواهد ماند و در انتشار مطالب رعایت امانت خواهد شد. در روز پیش از اندازه‌گیری، هدف از انجام مطالعه و رعایت نکاتی مانند استراحت کافی در شب، استفاده نکردن از قهوه و کافئین به افراد یادآوری شد. در هرروز اندازه‌گیری با توجه به شرایط کاری هر واحد و با هماهنگی قبلی تعدادی از افراد مورد پایش قرار می‌گرفتند، حین اندازه‌گیری سعی گردید افراد در شرایط یکسانی مورد پایش قرار بگیرند و با در نظر گرفتن مدت همکاری پرسنل، زمان کل اندازه‌گیری برای هر نفر به مدت ۲ ساعت در نظر گرفته شد و تمامی اندازه‌گیری‌ها (حالت کار در فضای باز) در ساعات ۹ الی ۱۲ و ۱۴ الی ۱۶ انجام گرفت.

با توجه به شرایط کاری افراد علاوه بر کفش و کلاه ایمنی در بعضی واحدهای کاری لباس کار یکسره داشتند، جاهایی که گردوغبار و یا سروصدای بیش‌ازحد وجود داشت افراد از ماسک صورت و گوشی ایمنی استفاده می‌کردند و برای ساعت استراحت افراد اتاقی با تهویه مطبوع در نزدیکی جبهه کار وجود داشت.

در ابتدا با پرسش از افرادی که در تماس با گرما بودند فرم مشخصات دموگرافیک آن‌ها تکمیل گردید. پس از انتخاب نمونه‌های موردنظر پارامترهای فیزیولوژیکی افراد و متغیرهای محیطی در دو حالت استراحت و کار اندازه گیری شد. پارامترهای فیزیولوژیکی در دو مرحله و مطابق توصیه‌های بین‌المللی استاندارد (ISO9886) اندازه‌گیری شد.

در مرحله اول، پس از قرار گرفتن ۳۰ دقیقه در اتاق استراحت، در زمان‌های ۲۰، ۲۵ و ۳۰ دقیقه پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به‌عنوان اطلاعات‌پایه ثبت گردید. (میانگین و انحراف معیار شاخص دمای تر گویسان اتاق استراحت ۰/۵۳±۲۳/۷۲ درجه سانتی‌گراد بود). در مرحله دوم پس از پایان اندازه‌گیری‌ها در حالت استراحت، از فرد خواسته شد که به محل کار خود برگردد و کار خود را شروع نماید. پس از شروع به کار، پارامترهای فیزیولوژیکی در زمان‌های ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه اندازه‌گیری و ثبت گردید (۲۳).

برای اندازه‌گیری دمای پرده تمپان و دمای پوست از ترمومتر دیجیتالی مدل FT۷۰ (beurer) ساخت آلمان استفاده شد. دقت این دستگاه معادل ۰/۲± درجه سانتی‌گراد و دامنه اندازه‌گیری آن ۳۴ تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ضربان قلب و فشارخون افراد با استفاده از دستگاه دیجیتال Emsig مدل BO۲۶ ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری شد. دستگاه فشارسنج دیجیتال قادر است فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و تعداد ضربان قلب یک فرد بالغ را با استفاده از یک کاف تحت‌فشار بسته‌شده بر روی بازو اندازه‌گیری کند. این دستگاه دیجیتال بر روی بازوی شخص بسته‌شده و به‌صورت غیرتهاجمی، بر مبنای اندازه‌گیری روی مچ و طبق روش اسکیلومتر اندازه‌گیری را انجام می‌دهد (۲۴).

Archive of SID
www.SID.ir

در هر واحد کاری یک ایستگاه اندازه‌گیری در نزدیکی جبهه کاری افراد انتخاب شد و همزمان با سنجش پارامترهای فیزیولوژیکی متغیرهای محیطی نیز در حالت استراحت و کار اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای اندازه‌گیری متغیرهای محیطی و محاسبه شاخص دمای تر گویسان از دستگاه WBGT meter دیجیتال مدل Casella با دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد و دقت ۰/۵± درجه سانتی‌گراد مطابق با استاندارد ISO۷۲۴۳ استفاده گردید. ازآنجایی‌که محیط‌های کاری کارگران، بر اساس پیش‌آزمون ازلحاظ دمایی متجانس بود، اندازه‌گیری‌ها فقط در ناحیه کمر کارگران (۱/۱ متر) انجام شد. با توجه به آن‌که افراد از لباس کار معمولی و لباس یکسره استفاده می‌کردند اصلاح برای لباس نیز پس از برآورد شاخص اعمال شد (۲۵). سپس با استفاده از معادله ۱ میانگین وزنی زمانی شاخص مذکور محاسبه شد.

$$WBGT = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} WBGT_i \times T_i \quad (1)$$

همزمان با اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی در حالت کار، پرسش‌نامه شاخص نمره استرین گرمایی تکمیل گردید. پرسشنامه شاخص نمره استرین گرمایی حاوی ۱۷ سؤال بود که در آن متغیرهایی همچون دمای هوا، رطوبت هوا، دمای سطوح، شدت فعالیت، حرکت هوا، شدت تعریق، شدت خستگی، شدت تشنگی، شدت ناراحتی، وضعیت تهویه، علائم بالینی، محل انجام وظایف، نوع و رنگ لباس کار، جنس لباس کار، نوع وسایل حفاظتی و وضعیت بدنی افراد مورد پرسش قرار می‌گیرند. سؤالات شماره ۱ الی ۱۲ از طریق پرسش از فرد و سؤالات ۱۳ الی ۱۷ از طریق مشاهده محقق تکمیل شد. نمره هر گزینه علامت زده‌شده در عدد ضریب تأثیر ضرب شده و حاصل‌ضرب در مربع روبروی هر سؤال ثبت می‌گردید، درنهایت اعداد داخل مربع‌ها جمع گردیده و نمره حاصله تحت عنوان امتیاز نهایی محاسبه شد و سطح خطر برای هر فرد به دست می‌آید (۱۷). سه سطح خطر به شرح زیر می‌باشد، جمع کل نمرات کمتر از ۱۳/۵، فاقد استرس گرمایی است (سطح اول خطر استرس گرمایی یا منطقه سبز). جمع کل نمرات بین ۱۳/۶ تا ۱۸، احتمالاً دارای استرس گرمایی است و لازم است ارزیابی دقیق‌تری صورت پذیرد (سطح دوم خطر استرس گرمایی یا منطقه زرد). جمع کل نمرات بزرگ‌تر از ۱۸/۱، دارای استرس گرمایی است و لازم است اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش استرس انجام بگیرد (سطح سوم خطر استرس گرمایی یا منطقه قرمز).

میزان متابولیسم بر اساس استاندارد ISO۸۹۹۶ برای هر شغل تعیین شد. سپس با استفاده از معادله (۲) میانگین وزنی زمانی متابولیسم در طول شیفت کاری برای هر یک از آن‌ها محاسبه شد.

$$\bar{M} = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} M_i \times T_i \quad (2)$$

Mi: میزان متابولیسم هر فعالیت، Ti: زمان انجام هر فعالیت مختلف، T: مدت‌زمان کار در یک شیفت کار و $\bar{M}$: میزان متوسط متابولیسم در شیفت کار برحسب W/m^2.

داده‌های مطالعه پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و Excel مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۱۲۰ کارگر انجام گرفت که میانگین و انحراف معیار مشخصات دموگرافیکی افراد شرکت‌کننده در مطالعه شامل: سن ۷/۷۹±۳۳/۹ سال، وزن ۱۲/۵±۷۲/۲۵ کیلوگرم، قد ۰/۰۷۵±۱۷۳ سانتی‌متر و شاخص توده بدنی آن‌ها ۳/۶±۲۵ کیلوگرم بر مترمربع بود. همچنین میانگین میزان بارکاری ناشی از متابولیسم افراد حین کار ۱۶۵/۹ وات بر مترمربع با دامنه ۱۰۱-۲۴۵ بود، ۲۹/۵ درصد افراد کار سبک، ۴۹ درصد افراد کار متوسط و ۲۱/۵ درصد افراد کار سنگین داشتند.

جدول ۱ مقادیر میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های استرس گرمایی در واحدهای کاری مختلف را در زمان کار افراد نشان می‌دهد. بیشترین مقدار میانگین هرکدام از پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های گرمایی نسبت به دیگر گروه‌های شغلی مربوط به گروه شغلی حفاری بود.

بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی،۶/۷ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، ۵۰ درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۳۴/۳ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. جدول ۲ سطوح خطر شاخص نمره‌گذاری استرین گرمایی افراد موردمطالعه را در زمان کار نشان می‌دهد.

نتایج پارامترهای فیزیولوژیکی افراد شامل دمای تمپان، دمای پوست، ضربان قلب، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک در جدول ۳ ارائه‌شده است. میانگین (انحراف معیار) پارامترهای فیزیولوژیکی شامل دمای عمقی تمپان ۰/۵۶±۳۷/۵ درجه سانتیگراد، دمای پوست ۰/۴۷±۳۷/۱ درجه سانتیگراد، ضربان قلب ۹/۴±۸۷/۵ ضربه در دقیقه، فشار سیستولیک ۷/۸±۱۳۰/۴ میلیمتر جیوه و فشار دیاستولیک ۷/۵±۸۲/۵ درجه میلیمتر جیوه بودند.همچنین نتایج ضریب همبستگی مربوط به شاخص نمره استرین گرمایی به‌عنوان یک متغیر مستقل و پارامترهای فیزیولوژیکی اندازه گیری شده در افراد به‌عنوان متغیر وابسته در جدول ۳ ارائه‌شده است. در بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی؛ آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص نمره استرین گرمایی با دمای تمپان رابطه خطی مستقیم و معنی داری وجود دارد ($P < ۰/۰۱$) و مقدار r برای دمای تمپان برابر ۰/۳۷۳ به دست آمد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. مقادیر میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی و شاخص‌های استرس گرمایی در واحدهای کاری مختلف

متغیر / واحد کاری	حفاری (۲۲ نفر)		حمل‌ونقل (۱۵ نفر)		سنگ‌شکن (۳۵ نفر)		آتشباری (۱۰ نفر)		کراشر و کارخانه (۳۸ نفر)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
دمای عمقی (^oC)	۳۷/۹۸	۰/۵۳	۳۷/۰۶	۰/۳۶	۳۷/۷	۰/۴۷	۳۷/۴	۰/۳۷	۳۷/۳۵	۰/۵۶
دمای پوست (^oC)	۳۷/۵	۰/۳۸	۳۶/۸۴	۰/۳۲	۳۷/۴	۰/۳۸	۳۶/۹	۰/۲۹	۳۶/۸۳	۰/۳۷
ضربان قلب (beat/min)	۹۲/۴۵	۷/۷	۸۳/۰۶	۵/۴	۹۰/۵	۹/۳۱	۹۰/۲	۹/۷	۸۲/۸	۸/۸
فشار سیستولیک (mmHg)	۱۳۵/۷	۷	۱۲۸/۴	۷/۱	۱۳۰/۶	۶/۹	۱۳۳/۴	۴/۶	۱۲۷/۲	۷/۸
فشار دیاستولیک (mmHg)	۸۶/۸	۵/۴	۸۴/۸	۸/۲	۸۱/۷	۷/۳	۸۳/۶	۷/۹	۷۹/۵	۷/۴
متابولیسم (W/m^2)	۲۱۵	۷/۳۵	۱۳۲/۵	۸/۶	۱۷۰	۳۸/۵	۲۱۵	۲۳/۲	۱۴۵	۳۵/۵
ترگویسان (^oC)	۳۲/۶	۰/۸۷	۲۹/۷۶	۱/۲۳	۳۰/۸	۱/۲۹	۳۱/۹	۰/۸۵	۲۹/۷۵	۱/۵
شاخص نمره استرین گرمایی (سطح خطر)	۲۴/۶۲	۲/۶۶	۱۷/۲	۲/۵۶	۱۷/۷	۲/۵۴	۲۳/۹	۳/۹۶	۱۷/۶	۲/۶

جدول ۲. سطوح خطر شاخص نمره‌گذاری استرین گرمایی

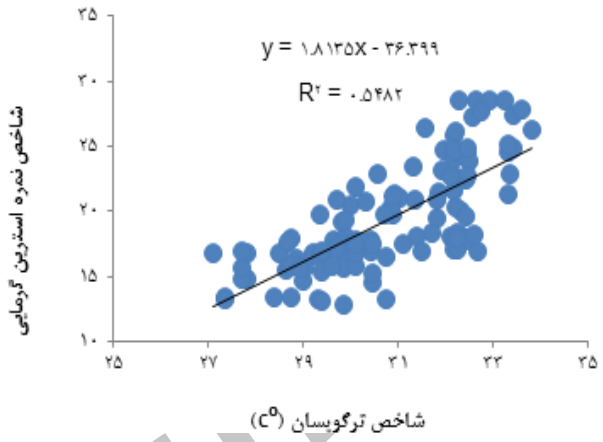
سطح خطر	شاخص نمره استرین گرمایی				
	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین (انحراف معیار)	درصد
فاقد استرین گرمایی	۸	۱۲/۸۷	۱۳/۴	۱۳/۲۳ (۰/۱۸۵)	۶/۷
احتمالاً دارای استرین گرمایی	۶۰	۱۴/۴۹	۱۸/۴	۱۶/۸۵ (۱/۰۲)	۵۰
دارای استرین گرمایی	۵۲	۱۹/۲	۲۸/۶	۲۳/۲۶ (۲/۸۶)	۴۳/۳
کل	۱۲۰	۱۲/۸۷	۲۸/۶	۱۹/۳۸ (۴/۰۴)	۱۰۰

جدول ۳. پارامترهای فیزیولوژیکی افراد موردمطالعه و ضریب همبستگی پیرسون بین آن‌ها با شاخص نمره استرین گرمایی

پارامترها	حداقل	حداکثر	میانگین (انحراف معیار)	ضریب همبستگی (r)	P.Value
دمای عمقی (تمپان) ($^{\cdot}C$)	۳۶/۳	۳۸/۹	۳۷/۵۴ (۰/۵۶)	۰/۳۷۳	< ۰/۰۱
دمای پوست($^{\cdot}C$)	۳۶	۳۸/۲	۳۷/۱۴ (۰/۴۷)	۰/۳۸۵	< ۰/۰۱
ضربان قلب(beat/min)	۶۸	۱۱۲	۸۷/۴۸ (۹/۴)	۰/۴۵۰	< ۰/۰۱
فشار سیستولیک(mmHg)	۱۰۹	۱۴/۹	۱۳۰/۴ (۷/۸)	۰/۴۳۳	< ۰/۰۱
فشار دیاستولیک(mmHg)	۶۵	۹۸	۸۲/۶ (۷/۵)	۰/۴۰۱	< ۰/۰۱

Archive of SID
www.SID.ir

ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص نمره استرین گرمایی با دمای پوست (P < ۰/۰۱، r = ۰/۳۸۵) به دست آمد.



شکل ۱. نمودار پراکنش و خط رگرسیون شاخص نمره استرین گرمایی برحسب دمای تر گویسان

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب رابطه خطی مستقیم و معنی‌داری وجود داشت (P < ۰/۰۱) و مقدار ضریب همبستگی برای ضربان قلب برابر ۰/۴۵۰ به دست آمد. ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص نمره استرین گرمایی با فشار سیستولیک (P < ۰/۰۱، r = ۰/۴۳۳) و فشار دیاستولیک خون (P < ۰/۰۱ ، r = ۰/۴۰۱) به دست آمد.

میانگین شاخص دمای تر گویسان ۳۰/۷۶ °C محاسبه شد و همچنین نتایج همبستگی پیرسون نشان داد بین مقادیر شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص دمای تر گویسان به‌عنوان یک شاخص استاندارد جهانی مورداستفاده در محیطهای کاری ارتباط بالایی وجود دارد (r = ۰/۷۳۹). آزمون رگرسیون خطی نیز موردبررسی قرار گرفت که در شکل ۱ نمودار پراکنش و خط رگرسیون شاخص نمره استرین گرمایی برحسب شاخص دمای تر گویسان نشان داده شد.

بحث

بر اساس شاخص نمره استرین گرمایی، ۶/۷ درصد افراد فاقد استرین گرمایی، ۵۰ درصد افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی و ۴۳/۳ درصد افراد دارای استرین گرمایی بودند. نتایج مطالعات قبلی (۲۶) نشان داد که افراد سازش یافته نسبت به افراد سازش نیافته در شرایط یکسان میتوانند بار گرمایی را راحتتر تحمل کنند. در این مطالعه افراد با توجه به شرایط کاری از کفشهای پنجه فولادی مخصوص و کلاه ایمنی استفاده میکردند و در بعضی از واحدهای کاری به دلیل وجود گردوغبار زیاد، مشتقات نفتی و یا سروصدای بیش‌ازحد ناشی از دستگاه، افراد مجبور به استفاده از ماسک صورت و گوشی حفاظتی (ایرماف) بودند که میتواند در فصول گرم سال بر میزان استرین گرمایی بیفزاید. حدود نیمی از افراد لباس کار معمولی و نیمی لباس کار یکسره به تن داشتند و میانگین متابولیسم بارکاری افراد در حد متوسط بود. در بسیاری مطالعات قبلی عواملی مانند نمایه توده بدنی، وسایل حفاظتی و سن را جزء عوامل خطر استرین گرمایی بررسی کردند (۲۹۲۷) در مطالعه حاضر این طبقه‌بندی صورت نگرفته است، چون بسیاری از عوامل دخیل در استرین گرمایی در قالب آیتم پرسشنامه شاخص استرین گرمایی از افراد پرسیده شده است.

مطالعات گذشته نشان دادند که پارامتر فیزیولوژیکی دمای عمقی تمپان نسبت به دیگر دماهای عمقی روشی غیرتهاجمی بوده و خللی در کار کارگر ایجاد نمی کند(۳۰،۳۱). در این مطالعه به‌منظور بررسی دمای عمقی بدن، از پارامتر فیزیولوژیکی دمای تمپان استفاده گردید. افراد در واحدهای کاری مختلف شرایط گرمایی تقریباً یکسانی را تجربه میکنند، میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی واحد حفاری نسبت به دیگر واحدها بیشتر بود، علل اصلی میتواند مربوط به بارکاری بیشتر و افزایش مصرف انرژی، نوع وسایل حفاظت فردی و کار مداوم در ارتفاعات بالاتر باشد که باعث میشود واحد حفاری احساس استرین گرمایی بیشتری داشته باشند. در مطالعه موران و همکاران میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی با افزایش بارکاری و لباس یکسره افزایش‌یافته بود و افراد استرین گرمایی بیشتری نشان دادند (۳۲). در تمامی واحدهای کاری میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی افراد از سطح استاندارد کمتر بود، در مطالعات قبلی که در محیط‌های معدنی انجام‌شده نیز میانگین پارامترهای فیزیولوژیکی کمتر از سطح استاندارد تعریف‌شده به‌دست‌آمده است (۶, ۹). در مطالعه دهقان و همکاران بین شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص استرین فیزیولوژیکی و دمای دهانی همبستگی بالایی مشاهده شد که نسبت به مطالعه حاضر همبستگی بالاتری وجود داشت(۱۷). دلیل همبستگی ضعیف میتواند مربوط به پارامترهای محیطی مانند وجود جریان مقطعی باد، رطوبت نسبی پایین محیط کار و تابش بالای مستقیم نور خورشید باشد که بر تغییرات غیرمتناسب دمای پوست و دمای عمقی بدن بی‌تأثیر نبوده و موجب بروز پراکندگی بیشتر و همبستگی ضعیف‌تر گردیده است. در مطالعه سلیمی و همکاران، همبستگی شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب معنی دار بود و با دمای عمقی (پرده گوش) همبستگی معنی داری مشاهده نشد (۲۱). که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی نسبی داشت.

در مطالعه حاضر سطوح خطر شاخص نمره استرین گرمایی به‌عنوان یک شاخص احساسی در زمان کار افراد مشخص گردید، بیشترین سطح خطر شاخص استرین گرمایی مربوط به واحد حفاری بود که میتواند مربوط به شرایط کاری باشد که نسبت به دیگر واحدها تجربه می‌کنند. میانگین سطح خطر و درصد بالای مواجهه کارگران با استرین

Archive of SID
www.SID.ir

گرمایی می‌تواند به‌عنوان منطقه قرمز در نظر گرفته‌شده و بایستی اقداماتی مناسب برای کاهش استرس انجام گیرد. نتایج مطالعات قبلی نشان داد که بروز پدیده خودتنظیمی فعالیت و مصرف منظم آب می‌تواند در کاهش تنش گرمایی مؤثر باشد (۱۷, ۳۳). در مطالعه حاضر افراد به دلیل عدم آموزش و آگاهی کافی پدیده خودتنظیمی فعالیت در شرایط کاری آنان وجود نداشت و باعث شد که سطح خطر (احساس) استرین گرمایی افراد بالا رود و در محدوده قرمز قرارگرفته که علاوه بر آن عملکرد کاری افراد نیز می‌تواند تحت تأثیر قرار بگیرد. ازآنجاکه کارگران در معدن مجموعه‌ای از فعالیت‌های مختلف را انجام می‌دهند برای تعیین زمان کار و استراحت، با مشاهده مستقیم از مجموعه فعالیت‌ها و به‌طور میانگین با استفاده از جداول استاندارد پیشنهادی ISO مقدار متابولیسم کار برای کارگران واحدها محاسبه گردید که این میزان در حد متوسط بود که با توجه به استانداردهای موجود، میزان کار و استراحت برای کارگران واحدهای کاری با مقدار شاخص ترگویسان بالاتر از ۲۹ درجه سانتی‌گراد مطلوب نبوده و نیاز به اصلاح دارد. در بسیاری از محیط‌های صنعتی و معدنی برای ارزیابی استرس گرمایی از شاخص دمای تر گویسان استفاده‌شده است (۳). در این مطالعه مقدار شاخص دمای تر گویسان($۸/۳۰ C^o$) محاسبه‌شده که در مقایسه با مقدار استاندارد دفترچه حدود تماس شغلی ایران در سال ۱۳۹۱، بالاتر از حد مجاز ($۲۷/۵ C^o$) بود که نشان می‌دهد افراد در معرض استرس گرمایی شدید قرار دارند و نتایج حاصل از شاخص ترگویسان با مقادیر شاخص نمره استرین گرمایی هم‌خوانی داشت. در مطالعه دهقان و همکاران میانگین شاخص دمای تر گویسان کمتر از حد استاندارد بود و درصد کمی از افراد دارای استرین گرمایی بودند (۱۹) در مطالعه یگانه و همکاران در شرایط کاری که افراد بیشتر از ۶۸ درصد مواجهه غیرمجاز با استرس گرمایی داشتند بیش از ۵۰ درصد افراد دچار استرین گرمایی بوده (۲۰). این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر مطابقت داشت.

در این مطالعه تمامی افراد موردبررسی سازش یافته با گرما بودند و شرایط کاری افراد ازلحاظ آب و هوایی یکسان بود. همه اندازه‌گیری‌ها در گرم‌ترین ماه‌های سال (مرداد و شهریور) و در ساعات گرم روزهای کاری انجام شد که می‌تواند جزء نقاط قوت مطالعه باشد. از عوامل اصلی مداخله‌گر در مطالعه حاضر می‌تواند سرعت جریان بالای هوا (مقطعی) و رطوبت نسبی پایین باشد که می‌تواند بر شاخص احساسی نمره استرین گرمایی تأثیرگذار بوده و همچنین صدای بیش‌ازحد دستگاه‌ها در واحدهای کاری اشاره کرد که بر ضربان قلب افراد ممکن است اثر افزایشی داشته باشد. این مطالعه به دلایل محدودیت‌های زمانی در سایت اصلی معدن با حجم نمونه کوچکی در محیط کاری انجام شد و انجام مطالعه بر روی تمامی افراد و یا بر روی کارگران شرکت‌های خصوصی که ازلحاظ کاری شرایط یکسانی داشتند، میسر نبود.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد بتوان از شاخص نمره استرین گرمایی در ارزیابی استرین گرمایی محیط‌های کاری روباز استفاده کرد و با توجه به همبستگی بالای شاخص نمره استرین گرمایی با شاخص دمای تر گویسان و از طرفی همبستگی پایین این شاخص با پارامترهای فیزیولوژیکی انجام مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری است.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه آقای غلام حیدر تیموری است که به‌صورت یک طرح پژوهشی نیز به تصویب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی رسیده است. نویسندگان بر خود واجب می‌دانند تا از این دانشگاه و نیز مدیریت مجتمع معدن سنگ‌آهن به جهت همکاری تقدیر و تشکر به عمل‌آورند.

Archive of SID

References

1. Kampmann B, Bröde P. Physiological Responses to Temperature and Humidity compared with Predictions of PHS and WBGT. Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA); Environmental Ergonomics XIII. August 2-7, 2009:54-8.

2. Wang F, Gao C, Kuklane K, Holmér I. Effects of various protective clothing and thermal environments on heat strain of unacclimated men: the PHS (predicted heat strain) model revisited. Industrial health. 2013;51(3):266-74.

3. Xiang J, Bi P, Pisaniello D, Hansen A. Health impacts of workplace heat exposure: an epidemiological review. Industrial health. 2014;52(2):91-101.

www.SID.ir

4. Hunt AP. Heat strain, hydration status, and symptoms of heat illness in surface mine workers (Dissertation). Australia: Queensland University of technology; 2011.

5. Brake DJ, Bates GP. Deep body core temperatures in industrial workers under thermal stress. Journal of occupational and environmental medicine. 2002;44(2):125-35.

6. Peiffer JJ, Abbiss CR. Thermal stress in North Western Australian iron ore mining staff. Annals of occupational hygiene. 2013; (4)57:519-27.

7. Tawatsupa B, Lim LL, Kjellstrom T, Seubsman S-a, Sleigh A. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). Journal of Epidemiology. 2012;22(3):251-60.

8. Hunt A, Stewart I, Parker T. Dehydration is a Health and Safety Concern for Surface Mine Workers. Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Ergonomics, Boston (USA); Environmental Ergonomics XIII. August 2-7, 2009:274-8.

9. Hunt AP, Parker AW, Stewart IB. Heat strain and hydration status of surface mine blast crew workers. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2014;56(4):409-14.

10. Brake R, Bates G. A valid method for comparing rational and empirical heat stress indices. Annals of occupational hygiene. 2002;46(2):165-74.

11. Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. Industrial health. 2006;44(3):388-98.

12. Parsons K. Heat stress standard ISO 7243 and its global application. Industrial Health. 2006;44(3):368-79.

13. Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)—its history and its limitations. Journal of Science and Medicine in Sport. 2008;11(1):20-32.

14. Mortazavi SB, Dehghan H, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A, Jahangiri M. Structural Equation Modeling Application to Determine Validity of the Structure of a Thermal Strain Screening Method. J Health Syst Res. 2010; (4)6:601-12.

15. 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. 2011;6(4):601-12.

16. Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Meraci MR, Khavanin A. Designing and Investigating Content Validity and Reliability of A Questionnaire for Preliminary Assessment of Heat Stress at Workplace. J Health Syst Res. 2011;7(2):228-45.

17. Dehghan H, Habibi E, khodarahmi B, Yousefi H, Hasanzadeh A. A Survey of the Relationship of Heat Strain Scoring Index and Wet Bulb Globe Temperature Index with Physiological Strain Index among Men in Hot Work Environments. J Health Syst Res. 2012;7(6):1148-56.

18. Akbari J, Dehghan H, Azmoon H. Relationship between Heat strain and Human productivity in automotive assembly industry. J Health Syst Res. 2013;9(9):935-50.

Archive of SID

www.SID.ir

19. Dehghan H, YazdaniRad S, Rahimi Y. Heat Stress and Heat Strain Score Index Assessment in the Pastry Workers of Isfahan city. J Health Syst Res. 2014;9(12):1321-28.

20. Yeganeh R, Abbasi J, Dehghan H. Evaluation of Relationship Among Wet Bulb Globe Temperature index, Oral Temperature & Heat Strain Scoring Index In Bakers of Isfahan. J Health Syst Res. 2014; (3)10:599-607.

21. Salimi S. The association between HSSI, WBGT and PSI thermal indices and related physiological parameters in a melting plant (Dissertation). occupational health engineering, public of health: Kerman university of medical sciences; 2014.

22. Sawka M.N, Castellani J.W, Pandolf K.B, Young A.J. Human Adaptations to Heat and Cold Stress, Symposium on "Blowing Hot and Cold: Protecting Against Climatic Extremes". Dresden, NATO RTO-MP-076. 2001: pp. KN4-1-KN4-15.

23. Dehghan SHahreza H, Mortazavi SB, Jafari MJ, Maracy M. Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: a guide to a better estimation of the heat strain. Feyz. 2012;16(2):112-20.

24. EmsiG -BO26. Blood pressure monitoring system. Taiwan: Owner's manual, EmsiG Company; 2010. Report No. 2.0, 2010-09.

25. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEls: Threshold limits values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. USA: ACGIH Signature Publications, Cincinnati, 2004.

26. Golbabaie F, Monazam Esmaieli MR, Hemmatjou R, Nasiri P, PourYaaghoub, GR, Hosseini M. Comparing the Heat Stress (DI, WBGT, SW) Indices and the Men Physiological Parameters in Hot and Humid Environment. Iran J Health & Environ. 2012;5(2):245-52.

27. Dehghan H, Jafari MJ, Maracy MR. Comparison between Cardiac Strain of Normal Weight and Overweight Workers in Hot and Humid Weather of the South of Iran. J Health Syst Res. 2012;8(5):866-75.

28. Donoghue A, Bates G. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferous mine in relation to body-mass index and predicted VO2max. Occupational Medicine. 2000;50(4):259-63.

29. Maeda T, Kaneko S-y, Ohta M, Tanaka K, Sasaki A, Fukushima T. Risk factors for heatstroke among Japanese forestry workers. Journal of occupational health. 2006;48(4):223-9.

30. Varley F. A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers. SME Annual Meeting Preprints; Transactions. 2004; Vol.316:133-42.

31. Jafari MJ, Hoorfarasat G, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N. Comparison of Correlation between Wet Bulb Globe Temperature, Physiological Strain Index and Physiological Strain Index Based on Heart Rate with Heart Rate and Tympanic Temperature on Workers in a Glass Factory. J Saf Promot Inj Prev. 2014;2(1):55-64.

32. Moran D, Pandolf K, Shapiro Y, Laor A, Heled Y, Gonzalez R. Evaluation of the environmental stress index for physiological variables. Journal of thermal biology. 2003;28(1):43-9.

Archive of SID

www.SID.ir

33. Bates GP, Schneider J. Hydration status and physiological workload of UAE construction workers: A prospective longitudinal observational study. J Occup Med Toxicol. 2008;3(21):4-5.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation the relationship between heat strain score index and physiological parameters among open pit miners

Jafari MJ[1], Teimori GH[1], Khodakarim S[1], Assilian-Mahabadi H[2*]

Background and Objectives: The open pit miners in tropical region suffer from severe heat stress especially during summer. The aim of this study was to evaluate heat stress based on heat strain score (HSSI) index and its relationship with physiological parameters of an open pit miners.

Materials and Methods: This descriptive study was conducted on 120 healthy and acclimatized miners. Tympanic and skin temperatures were measured using a Using a thermometer (model FT-70) manufactured by Beurer Co, Germany. Heart rate and blood pressure were monitored by digital instrumentation (Emsig BO26 model) digital instrumentation. All environmental and physiological parameters were simultaneously measured and recorded. HSSI questionnaire was also completed. Finally, linear regression and Pearson's correlations were determined.

Results: According to HSSI more than 6.7 percent of workers had any thermal strain, 50 percent of workers may experience thermal strain and 43.3 percent suffered from heat strain. A significant correlation between studied physiological parameters, including the tympanic temperature, skin temperature, heart rate, systolic and diastolic and HSSI were indicated ($p<0.01$). The highest correlation coefficient was observed for heart rate ($r=0.450$). Although a significant correlation was found between the HSSI index and physiological parameters, the values were low.

Conclusion: The workers in open pit miners were exposed at risk of heat strain hazards and the highest score of heat strain index was in drilling unit. It seems can used of heat Strain Score Index for evaluating of heat strain in such workplaces.

Key words: *Heat Strain, HSSI, Physiological Parameters, Open-pit mine.*

Archive of SID

1. Faculty of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Occupational Health, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

***Corresponding author: asilia_h@modares.ac.ir**

www.SID.ir