Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.10 , No.2 , Summer 2018
Pages:62-71

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۰ ، شماره ۲، تابستان۹۷
صفحه: ۷۱-۶۲

ارزیابی سطح استرین سرمایی و ارتباط آن با پاسخ‌های فیزیولوژیک در شاغلین مکانیک خودرو

کیوان ساعدپناه[۱]، محسن علی‌آبادی*[۲]، مجید معتمدزاده[۳]، رستم گلمحمدی[۴]

چکیده

مقدمه: مواجهه با سرما می‌تواند اثرات مختلفی را ایجاد کند به نحوی‌که سرد شدن بافت‌ها موجب ناراحتی، کاهش عملکرد و در نتیجه موجب افزایش خطاها می‌شود. این مطالعه با هدف ارزیابی سطح استرین سرمایی و ارتباط آن با پاسخ‌های فیزیولوژیکی بدن شاغلین مکانیک خودرو در فصول سرد صورت گرفت.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی -تحلیلی مقطعی در دی ماه سال ۱۳۹۵ بر روی ۵۰ نفر از شاغلین مکانیک خودرو شهر همدان صورت گرفت. نمونه‌گیری به صورت تصادفی ساده انجام شد. پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن در حین انجام فعالیت روزانه مطابق با استاندارد ISO ۹۸۸۶ اندازه‌گیری شد. بر مبنای نتایج اندازه‌گیری دمای عمقی و سطحی بدن شاخص نمره استرین حرارتی تعیین شد. آزمون حسی عصبی جهت تعیین سطح بی‌حسی در انگشتان دست کارگران نیز توسط کیت مونوفیلامنت صورت گرفت. پارامترهای محیطی هوا نیز به طور هم‌زمان اندازه‌گیری گردید. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۲۱ صورت گرفت.

نتایج: میانگین شاخص نمره استرین سرمایی ۱/۷۸۸ ± ۴/۳۸ بدست آمد نتایج نشان داد ارتباط معناداری بین شاخص نمره استرین سرمایی با پاسخ‌های فیزیولوژیکی از جمله ضربان قلب (p< ۰/۰۵، r = ۰/۳۹)، فشار خون سیستولیک (p< ۰/۰۵، r = ۰/۵۷) و فشار خون دیاستولیک (p< ۰/۰۵، r= ۰/۳۸) وجود دارد. نتایج نشان داد ۶۲٪ از کارگران دارای علائم بی‌حسی در انگشتان دست می‌باشند و میان سطح بی‌حسی انگشتان با دمای هوا (p< ۰/۰۱، r= -۰/۷۴) و استرین سرمایی (p< ۰/۰۱، r= -۰/۸۴) رابطه معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: شاخص استرین سرمایی با اعتبار قابل قبولی بیان‌کننده سطح پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن کارگران در مواجهه با سرما است. بیش از نیمی از کارگران نیز دارای علائم بی‌حسی در انگشتان دست بودند که بر عملکرد فیزیکی آنها در حین کار تأثیرگذار بود.

واژه‌های کلیدی: استرین سرمایی، پاسخ‌های فیزیولوژیک، کارگران مکانیک، سرما

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۲]* قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳،۴] استاد گروه مهندسی مهندسی بهداشت حرفه ای، قطب علمی آموزشی مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
* (نویسنده مسئول)؛ تلفن تماس: ۰۸۱۳۸۳۸۰۰۹۰، پست الکترونیک:Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

مقدمه

طبق مطالعات انجام شده وقتی‌که دمای انگشتان به زیر ۱۶ درجه سانتی‌گراد برسد و همچنین هنگامی که دست در مواجهه با جریان هوایی با دمای ۱۹/۱ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد کاهش مهارت رخ می‌دهد (۱). مواجهه دست با سرما به دلیل استفاده نکردن از دستکش یا هر عایق حرارتی دیگر شانس سرد شدن دست‌ها را بیشتر کرده اما در مقابل استفاده از دستکش میزان مهارت دست‌ها در کارهای مونتاژ را کم می‌کند. در معرض قرار گرفتن صورت با هوای سرد موجب تحریک عصب trigeminal شده که موجب فعال شدن مسیرهای سمپاتیک که سبب منقبض شدن عروق و همچنین فعال شدن مسیرهای پاراسمپاتیک که موجب کاهش ضربان قلب می‌شود (۲).

چندین مطالعه نشان داده است که مواجهه سر با سرما به مدت کوتاه (۶۰ ثانیه) در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در حالت استراحت موجب کاهش جریان خون در انگشتان دست و پا تا حد ۷۰-۵۰ درصد می‌شود (۳). طبق مطالعه Rapaport و همکاران نتایج نشان داد زمانی که بدن در معرض هوای سرد قرار گیرد و به‌اندازه ۱۵ درصد حرارت از دست بدهد، انگشتان دست و پا سرد می‌شوند، چنین اتفاقاتیمی‌تواندبه‌راحتی در مواجهه صورت با سرما رخ دهد به‌طوری‌کهاگرچه سطح پوست صورت کم است (در حدود ۰/۰۴ مترمربع)، اگر یک انقباض جزئی در این ناحیه رخ دهد نتیجه آن از دست دادن نرخ بالای دمای بدن است (۴). نتایج مطالعات نشان داده است که پوشش سر و صورت در مواجهه با سرما موجب تأخیر در انقباض عروق و در نتیجه موجب تأخیر در سرد شدن بدن و انگشتان دست و پا می‌شود (۵).

نتیجه‌ی اولیه مواجهه با سرما موجب کاهش فوری جریان خون پوست دست می‌شود که خود این امر سبب کاهش حساسیت لمسی، کاهش چابکی و ساختار انقباضی عضلانی می‌شود که در نتیجه سبب افزایش درد و کاهش عملکرد حرکتی می‌شود (۶).

شاخص استرین سرمایی(CSI) روشی جهت اندازه‌گیری استرین سرمایی فیزیولوژیکی است. محاسبه این شاخص بر اساس اختلاف میانگین دمای عمقی(Tcore) و میانگین دمای پوست (Tsk) بر اساس مقیاس جهانی ۱ تا ۱۰ صورت می‌گیرد. این مدل بر اساس نتایج چندین مطالعه توسعه یافت که بر اساس مطالعات انجام شده در شرایط آزمایشگاهی دمای پوست و دمای عمقی کاهش می‌یافتند. با این‌حال در طول انجام کار در هوای سرد دمای عمقی و دمای پوست ممکن است پاسخ‌های مختلفی داشته باشند. به عنوان مثال بر اساس شدت کار و میزان پوشش بدن دمای عمقی می‌تواند افزایش، ثابت ویا کاهش یابد و در مقابل دمای پوست نیز مانند دمای عمقی تحت تأثیر موارد ذکر شده است؛ بنابراین شاخص استرین سرمایی می‌تواند برآورد مفید و معنی‌داری از استرین فیزیولوژیکی در افراد مواجهه یافته با شرایط آب و هوای سرد ارائه دهد (۸-۷). از جمله مشاغلی که در مواجهه با استرس سرمایی هستند شاغلین مکانیک خودرو هستند که با توجه به نوع کار آنها زمان زیادی از روز را در معرض سرما قرار دارند. همچنین با توجه به انجام مطالعات محدود در این رابطه، این مطالعه با هدف ارزیابی سطح استرین سرمایی و ارتباط آن با پاسخ‌های فیزیولوژیکی بدن شاغلین مکانیک خودرو در فصول سرد صورت گرفت.

روش بررسی

مطالعه توصیفی- تحلیلی از نوع مقطعی حاضر در سال ۱۳۹۵ در فصل زمستان بر روی ۵۰ نفر از صنف مکانیک کارا در شهر همدان انجام شد. روش انتخاب و نمونه‌گیری به شکل تصادفی ساده انجام شد. جهت انجام محاسبه تعداد نمونه از رابطه زیر استفاده شد.

(۱)

$$n=\frac{(\sigma_1^2+\sigma_2^2)(z_{1-\frac{\alpha}{2}}+z_{1-\beta})^2}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$

در این رابطه σ_1^2 و σ_2^2 واریانس، μ_1 و μ_2 میانگین‌های حاصل شده از مطالعه مشابه داخلی می‌باشد. سطح اطمینان این آزمون۹۵٪ و توان آزمون برابر ۸۰٪ در نظر گرفته شد. با جایگزینی مقادیر مختلف تعداد نمونه مورد نیاز در این تحقیق ۵۰ نمونه تعیین گردید.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

با استفاده از فرم رضایت‌نامه طراحی شده، رضایت افراد جهت شرکت در مطالعه کسب شد. پس از انتخاب نهایی افراد واجد شرایط، کلیه آزمون‌ها برای افراد به طور کامل آموزش داده شد. فرم مشخصات دموگرافیک کارگران نیز تکمیل گردید. پاسخ‌های فیزیولوژیکی کارگران و متغیرهای محیطی در محیط کار شاغلین حداقل پس از گذشت دو ساعت از کار روزانه در نوبت صبح اندازه‌گیری شد.

پاسخ‌های فیزیولوژیکی مطابق توصیه‌های بین‌المللی استاندارد (ISO9886) اندازه‌گیری شد (۹). جهت اندازه‌گیری دمای عمقی دمای مجرای شنوایی و جهت اندازه‌گیری دمای سطحی بدن دمای پیشانی اندازه‌گیری شد (۱۰).

اندازه‌گیری دمای عمقی به‌وسیله Ear Thermometer انجام شد. جهت اندازه‌گیری دمای سطحی از ترمومتر لیزری استفاده شد. با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج تعداد ضربان قلب در دقیقه سنجیده شد. هم‌زمان با سنجش پاسخ‌های فیزیولوژیکی، متغیرهای محیطی نیز اندازه‌گیری و ثبت شدند. اندازه‌گیری متغیرهای محیطی بر اساس ISO7726 صورت گرفت(۱۱).

ارزیابی سرعت جریان هوا توسط بادسنج حرارتی صورت گرفت. متابولیسم افراد در حین فعالیت مکانیکی مطابق با روش استاندارد ISO 8996 و مقاومت حرارتی لباس کارگران برحسب کلو نیز با استفاده از استاندارد ISO 9920 تعیین شد (۱۳-۱۲). بر مبنای نتایج اندازه‌گیری دمای مرکزی و سطحی بدن شاخص نمره استرین حرارتی تعیین شد. شاخص استرین سرمایی بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد. رابطه (۲)

$$CSI = 6.67(T_{core\,t} - T_{core0}) \cdot (35 - T_{core0})^{-1} + 3.33(\overline{T}_{sk\,t} - \overline{T}_{sk0}) \cdot (20 - \overline{T}_{sk0})^{-1}$$

در این رابطه Tcore0 دمای عمقی بدن و Tsk0 میانگین دمای پوست قبل از مواجهه و Tcore*t* و Tsk*t* دمای عمقی بدن و میانگین دمای پوست بعد از مواجهه می‌باشد (۱۴). نمره نهایی شاخص استرین سرمایی عددی بین ۰ تا ۱۰ است که بر اساس آن به ۵ سطح استرین ندارد/جزئی، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم می‌شود که مقادیر آن در جدول ۱ ارائه شده است (۱۵).

جدول۱. ارزیابی و تقسیم‌بندی سطوح نمره استرین سرمایی (CSI)

سطح استرین	نمرهCSI
ندارد/جزئی	۰
	۱
	۲
کم	۳
	۴
متوسط	۵
	۶
بالا	۷
	۸
خیلی بالا	۹
	۱۰

آزمون حسی عصبی جهت تعیین سطح بی‌حسی در انگشتان دست کارگران مکانیک در حین کار در مواجهه با سرما توسط کیت مونوفیلامنت مدل Semmes-Weinstein صورت گرفت (شکل۱). در آزمون مونوفیلامنت، از مونوفیلامنت‌های استاندارد از شماره ۱/۶۵ الی ۶/۶۵ (قطر نخ مانند سرفیلامان مطابق با سطح پوست انگشتان و کف دست است) استفاده شد. فیلامنت‌ها از شماره ۱/۶۵ روی سطح پوست انگشتان و

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

کف هر دست افراد تست شد و فرد بدون نگاه به محل انجام آزمون با حس شماره مونوفیلامنت جواب بله یا خیر می‌دهد. هر فیلامان سه بار با فاصله ۱۰ ثانیه‌ای تست شد و منطقه‌ای که بیشترین تغییرات را درتست حسی نشان داده شد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۱۶). در نهایت داده‌های مطالعه پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱و Excel مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

شکل ۱. آزمون حسی عصبی جهت تعیین سطح بی‌حسی در انگشتان دست کارگران مکانیک

نتایج

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین سنی افراد مورد مطالعه ۹/۸۰±۴۱/۰۷سال بود. میانگین سابقه کاری جمعیت موردمطالعه ۸/۱۶±۱۷/۶۶سال و میانگین شاخص توده بدن افراد مورد مطالعه ۲/۰۳±۲۴/۷۶ به دست آمد. همچنین۶۴٪ آنها دارای سطح تحصیلات زیر دیپلم، ۲۶٪ آنها دیپلم و ۱۰٪ آنها دارای مدرک فوق‌دیپلم بودند.

میزان متابولیسم کارگران مکانیک در حین فعالیت روتین ۵±۱۵۰ وات بر متر مربع تعیین شد. مقاومت حرارتی لباس کارگران نیز با توجه به نوع پوشش افراد ۰/۲±۱/۸۵ کل و محاسبه شد. میزان دمای عمقی، دمای پیشانی، ضربان قلب، فشار سیستولیک و شاخص نمره استرین سرمایی به ترتیب ۳۵/۴۹ درجه سانتی‌گراد، ۳۳/۴۱ سانتی‌گراد، ۷۸/۰۴ ضربه در دقیقه، ۱۲۹/۴۰ میلی‌متر جیوه و ۴/۳۸ تعیین شد. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای محیطی هوا به این صورت بود که میزان دمای هوا ۱/۹۶- درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۱/۴۶ درصد و سرعت جریان هوا ۰/۱۵ متر بر ثانیه تعیین شد.

لازم به ذکر است که ابتدا آزمون اختلاف میانگین برای پاسخ‌های فیزیولوژیکی از قبیل دمای عمقی، دمای سطحی، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک و همچنین ضربان قلب برای کارگران قبل از مواجهه یافته (شروع کار) و حین مواجهه صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که بین تمامی پاسخ‌های فیزیولوژیکی در افراد مورد مطالعه قبل و حین مواجهه اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۱. نتایج پاسخ‌های فیزیولوژیکی کارگران مورد مطالعه قبل و حین مواجهه با سرما

متغیر	قبل از مواجهه	حین مواجهه	سطح اطمینان
	میانگین ± انحراف	میانگین ± انحراف معیار	P_{Value}
دمای عمقی (درجه سانتیگراد)	۳۶/۲۷±۰/۴۳۵	۳۵/۴۹±۰/۳۰۹	۰/۰۰۱
دمای پوست (درجه سانتیگراد)	۳۴/۹۳±۰/۴۴۰	۳۳/۴۱±۱/۳۲۵	۰/۰۰۱
فشار سیستولیک (میلیمتر جیوه)	۱۲۴/۲۵±۳/۷۵۱	۱۲۹/۴۰±۶/۵۵۳	۰/۰۰۲
فشار دیاستولیک (میلیمتر جیوه)	۷۳/۶۹±۳/۸۶۰	۷۸/۷۸±۴/۸۴۶	۰/۰۰۱
ضربان قلب (پالس در دقیقه)	۷۵/۱۸±۳/۸۸۵	۷۸/۰۴± ۴/۰۰۵	۰/۰۰۵

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

در جدول ۲سطوح خطر شاخص نمره‌گذاری استرین سرمایی و درصد فراوانی شاغلین در هر طبقه توصیف شده است. بر اساس شاخص نمره استرین سرمایی، ۳۲درصد افراد فاقد استرین سرمایی،۲۰ درصد افراد دارای استرین سرمایی کم،۴۲ درصد افراد دارای استرین سرمایی متوسط و ۶ درصد نیز دارای استرین سرمایی بالا بودند.

جدول ۲. نتایج شاخص نمره‌گذاری استرین سرمایی در کارگران مکانیک

سطح خطر	میانگین و انحراف معیار	حداقل	حداکثر	فراوانی (٪)
ندارد/جزئی	۲/۲۳±۰/۵۷۶	۱/۳۱	۲/۹۷	۳۲
کم	۳/۹۹±۰/۵۶۸	۳/۲۴	۴/۸۲	۲۰
متوسط	۵/۷۹±۰/۵۰۸	۵/۱۳	۶/۹۲	۴۲
بالا	۷/۳۴±۰/۳۸۰	۷/۰۱	۷/۷۶	۶
خیلی بالا	۰	۰	۰	۰

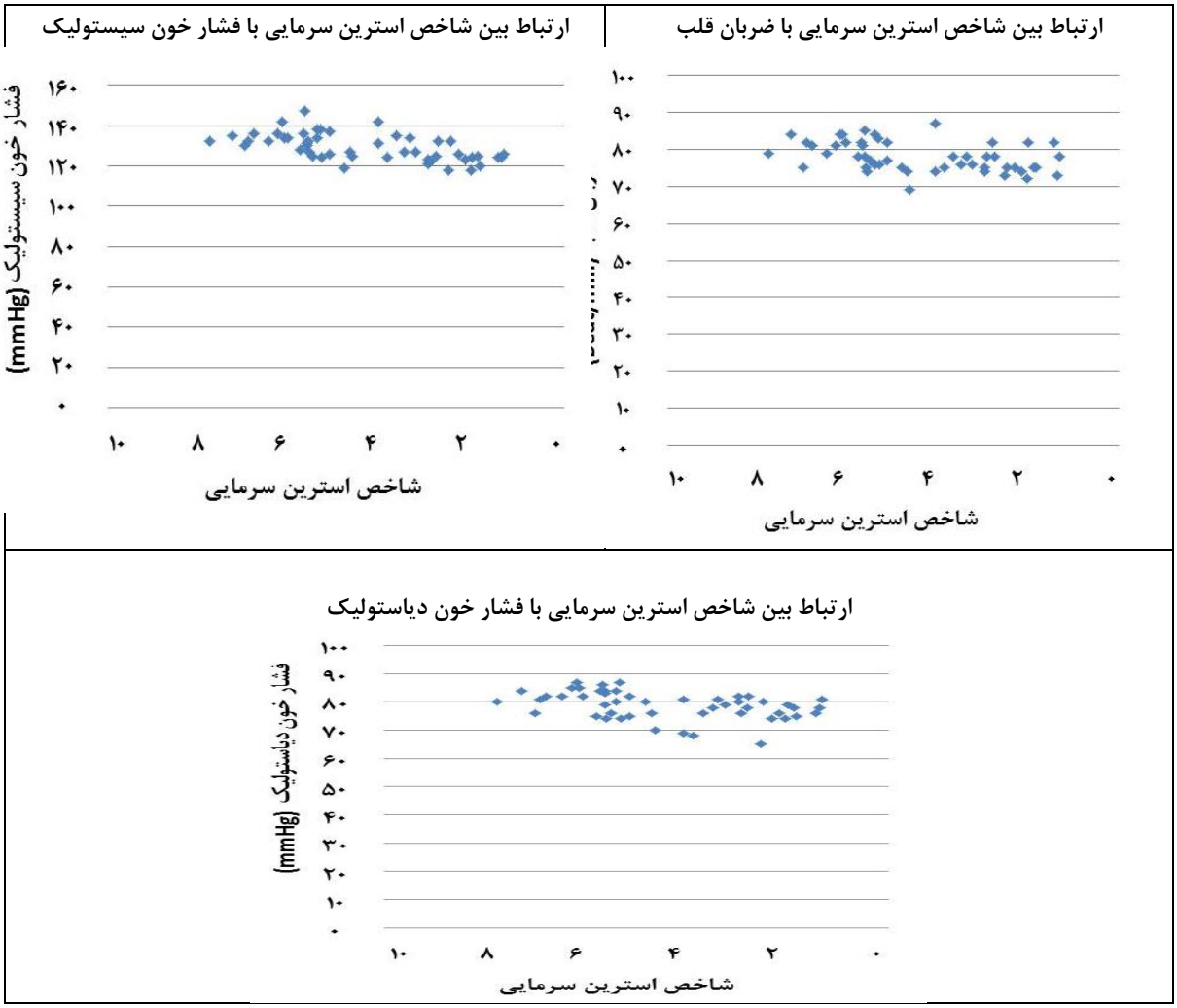
جدول ۳. پاسخ‌های فیزیولوژیکی افراد موردمطالعه و ضریب همبستگی پیرسون بین شاخص‌های مورد بررسی

متغیر	دمای هوا	شاخص استرین سرمایی	فشار خون سیستولیک	فشار خون دیاستولیک	ضربان قلب	دمای عمقی	دمای سطحی
دمای هوا	۱						
شاخص استرین سرمایی	P<۰/۰۵ r= -۰/۹۳۳	۱					
فشار خون سیستولیک	P<۰/۰۵ r= -۰/۵۹۰	P<۰/۰۵ r= ۰/۵۷۵	۱				
فشارخون دیاستولیک	P<۰/۰۵ r= -۰/۳۷۲	P<۰/۰۵ r= ۰/۳۸۴	P<۰/۰۵ r= ۰/۶۶۴	۱			
ضربان قلب	P<۰/۰۵ r= -۰/۳۹۸	P<۰/۰۵ r= ۰/۳۹۷	P<۰/۰۵ r= ۰/۶۶۳	P<۰/۰۵ r= ۰/۶۱۱	۱		
دمای عمقی	P<۰/۰۵ r= ۰/۸۹۹	P<۰/۰۵ r= -۰/۹۹۰	P<۰/۰۵ r= -۰/۵۲۹	P<۰/۰۵ r= -۰/۳۴۶	P<۰/۰۵ r= -۰/۳۵۹	۱	
دمای سطحی	P<۰/۰۵ r= ۰/۷۰۳	P<۰/۰۵ r= -۰/۶۰۸	P<۰/۰۵ r= -۰/۵۶۷	P<۰/۰۵ r= -۰/۴۲۲	P<۰/۰۵ r= -۰/۴۲۸	P<۰/۰۵ r= ۰/۴۸۷	۱

نتایج ضریب همبستگی مربوط به شاخص نمره استرین سرمایی به عنوان یک متغیر مستقل و پاسخ‌های فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در افراد به عنوان متغیر وابسته در جدول ۳ ارائه شده است. در بررسی ارتباط شاخص نمره استرین سرمایی با پاسخ‌های فیزیولوژیکی، آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص نمره استرین سرمایی با پاسخ‌های فیزیولوژیکی رابطه معنی‌داری وجود دارد. نمودارهای پراکنش شکل ۲ و۳ ارتباط بین دمای هوا با پاسخ‌های فیزیولوژیکی و ارتباط بین شاخص استرین سرمایی با پاسخ‌های فیزیولوژیکی را نشان می‌دهد. نمودار پراکنش ارتباط بین دمای هوا با شاخص استرین سرمایی نشان می‌دهد که بین این دو عامل رابطه معنی‌دار و معکوسی وجود دارد ($p< ۰/۰۵$، $r= -۰/۹۹۰$). به عبارتی با کاهش دمای هوا میزان شاخص استرین سرمایی افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به نمودار پراکنش ارتباط بین شاخص استرین سرمایی با دمای عمقی بدن، با کاهش دمای عمقی بدن میزان شاخص استرین سرمایی افزایش می‌یابد. ارتباط بین دمای

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

هوا با فشار خون سیستولیک (p<۰/۰۵، r=-۰/۵۹۰)؛ و دیاستولیک (p<۰/۰۵، r=-۰/۳۷۲)؛ و همچنین ضربان قلب (p<۰/۰۵، r=-۰/۳۹۸). به صورت معکوس بوده و با کاهش دمای هوا میزان این پاسخ‌های فیزیولوژیک افزایش می‌یابد.



شکل ۲. نمودار پراکنش ارتباط بین شاخص استرین سرماییبا پاسخ‌های فیزیولوژیکی

نتایج آزمون حسی- عصبی انگشتان دست کارگران در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج آزمون مونوفیلامنت نشان داد که به طورکلی۳۸٪ افراد مورد مطالعه احساس طبیعی داشته ۶۲٪ دارای علائم بی‌حسی می‌باشند که به صورت۸٪ دارای کاهش حس لمس سطحی و ۲٪ آنها کاهش حس محافظتی، ۲۸٪ فقدان حس محافظتی و ۲۴٪ آنها حالت قابل حس بودن فشار عمیق بودند. نتایج آزمون آماری پیرسون نشان داد که بین دمای هوا با سطح بی‌حسی انگشتان دست کارگران رابطه معناداری وجود دارد(P<۰/۰۰۱) و میزان همبستگی بین آنها(r=۰/۷۴۸) بود. همچنین نتایج این آزمون نشان داد که بین شاخص استرین سرمایی با سطح بی‌حسی انگشتان دست کارگران رابطه معناداری وجود دارد (P<۰/۰۰۱) و میزان همبستگی بین آنها ۰/۸۴۴ بود.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

جدول۴. نتایج آزمون حسی- عصبی انگشتان دست کارگران مکانیک

درک حسی (عصب مدیان و اولنار انگشتان و محدوده‌ای از کف دست)		
اندازه مونوفیلامنت	دست غالب (درصد)	
۱/۶۵-۲/۸۳	طبیعی	٪۳۸
۳/۶۱	کاهش حس لمس سطحی	٪۸
۴/۳۱	کاهش حس محافظتی	٪۲
۴/۵۶ -۵/۰۷	فقدان حس محافظتی	٪۲۸
۵/۴۶-۶/۶۵	قابل حس بودن فشار عمیق	٪۲۴

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط بین سطح استرین سرمایی با پاسخ‌های فیزیولوژیکی بدن شاغلین مکانیک خودرو در فصول سرد صورت گرفت. بر اساس شاخص نمره استرین سرمایی،۳۲ درصد افراد فاقد استرین سرمایی،۲۰ درصد افراد دارای استرین سرمایی کم، ۴۲ درصد افراد دارای استرین سرمایی متوسط و ۶ درصد نیز دارای استرین سرمایی بالا بودند.در این مطالعه به منظور بررسی دمای عمقی بدن، از پارامتر فیزیولوژیکی دمای تمپان استفاده گردید.

مطالعات گذشته نشان دادند که پارامتر فیزیولوژیکی دمای عمقی تمپان نسبت به دیگر دماهای عمقی روشی غیرتهاجمی بوده وخللی در کار کارگر ایجاد نمی‌کند (۱۸-۱۷).

در مطالعه‌ای که توسط کیم و همکاران در سال ۲۰۰۷ در ارتباط با پاسخ‌های فیزیولوژیک و میزان بار کاری در شرایط دمایی خیلی سرد صورت گرفت، نتایج نشان داد که در شرایط دمایی خیلی سرد میزان پاسخ‌های فیزیولوژیک به‌طور معناداری کاهش یافته (۱۹) که نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر همخوانی داشت. نتایج مطالعه سریکا ریسانن و همکاران نشان داد که در شرایط دمایی سرد میزان دمای عمقی، دمای سطحی و ضربان قلب با کاهش دما رابطه مستقیم داشته (۲۰) که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی داشت. کاهش دمای سطحی بدن وابسته به دمای عمقی و همچنین میزان متابولیسم افراد است.

نتایج مطالعه ذکر شده نشان می‌دهد که هرچقدر دمای هوا کاهش یابد دمای عمقی بدن کمتر شده و به دنبال آن میزان دمای سطحی کاهش می‌یابد.

ضربان قلب میزان استرس واردهبر بدن را نشان می‌دهد که می‌تواند مربوط بهتعدادی از عوامل شامل فعالیت، استرین سرمایی وواکنش‌های روانی باشد. ضربان قلب یک نشانگر اولیه برایتنش فیزیولوژیک بوده و در هنگام کارو استراحت می‌تواند شدت استرین فیزیولوژیکی را نشان دهد (۲۱). در مطالعه حاضر برای بررسی میزان استرین افراد از شاخص استرین سرمایی استفاده شد. این شاخص برمبنای دمای عمقی و دمای سطحی بدن عمل می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد که بین دمای هوا با شاخص استرین سرمایی ارتباط معنی‌داری وجود داد و میزان همبستگی آنها نیز بالا بود.

مطالعه‌ای که توسط اوبرین و همکاران در سال ۱۹۹۸ بر روی ۹ نفر مرد جوان جهت معرفی شاخص استرین سرمایی صورت گرفت، نتایج نشان داد که با افزایش میزان مواجهه با سرما نمره شاخص استرین سرمایی بالا می‌رود به صورتی که وقتی نمره استرین سرمایی مقدارش ۲ بودفرد در حالت استرین پایین قرار داشت اما با ادامه میزان مواجهه نمره شاخص استرین سرمایی به ۴/۸ رسید که فرد در حالت استرین متوسط و وقتی نمره شاخص استرین سرمایی با افزایش زمان مواجهه به ۸/۷ رسید فرد در حالت استرین سرمایی بالا قرار داشت. همچنین در مطالعه دیگری که توسط کاستیلانی و همکاران در سال۲۰۰۱ بر روی ۱۰ نفر مرد جوان صورت گرفت نتایج مطالعه شبیه مطالعه اویرین بود به صورتی که با افزایش میزان مواجهه نمره شاخص استرین سرمایی افزایش می‌یافت. (۲۳-۲۲). این شاخص بایستی در محیطهای کاری مختلف بررسی شده و کارایی آن مورد تائید قرار

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

بگیرد تا با استفاده از آن بتوان هزینه‌های ارزیابی مواجهه با سرما را به‌طور قابل توجهی کاهش داد. نتایج آزمون مونوفیلامنت نشان داد که به طورکلی۳۸٪ افراد مورد مطالعه احساس طبیعی داشته و۶۲٪ دارای علائم بی‌حسی می‌باشند. با توجه به اینکه درصد بالایی از افراد مورد مطالعه دارای علائم بی‌حسی می‌باشند دلیل آن می‌تواند ناشی از ماهیت کار آنها باشد؛ زیرا به دلیل نوع کار مکانیکی افراد نمی‌توانند از دستکش استفاده کنند درنتیجه زمان زیادی در معرض سرما قرار داشته و همچنین به دلیل تماس زیاد با سطوح سرد علائمبی‌حسی در این افراد بالا بود. با توجه به اینکه در زمینه ارتباط سرما با پاسخ‌های فیزیولوژیک در سطح کشور مطالعات کمتری صورت گرفته است، نتایج این مطالعه تائید نمود که شاخص استرین سرمایی می‌تواند ارتباط بین سرمای محیط با میزان پاسخ فیزیولوژیک بدن را به خوبی نشان دهد، لذا پیشنهاد می‌گردد مطالعات تکمیلی جهت بررسی بیشتر کاربردشاخص استرین سرمایی در مشاغل با شرایط متنوع آب و هوایی سرد صورت گیرد. نقاط قوت مطالعه حاضر شامل انجام آزمون‌های مربوط به فعالیت‌های فیزیکی، پارامترهای فیزیولوژیکی و حسی عصبی با ۳ بار تکرار که این امر به‌منظور افزایش کاهش خطا و افزایش دقت صورت گرفت. همچنین در این مطالعه سعی شد افرادی تحت آزمون قرار گیرند که دارای سابقه کار در محیط‌های روباز و انجام فعالیت‌های فیزیکی هستند. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی هم‌زمان اثرات عوامل فیزیکی محیط کار ازجمله ارتعاش روی پیشرفت اختلالات حسی عصبی و ناتوانی‌های فیزیکی اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

شاخص استرین سرمایی با اعتبار قابل قبولی بیان‌کننده سطح پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن کارگران در مواجهه با سرما است.نتایج این مطالعه نشان داد که درصد بالایی از شاغلین مکانیک خودرو به دلیل ماهیت کار آنها و با توجه به اینکه بخش زیادی از روز را در معرض سرما قرار دارند دارای استرین سرمایی متوسط به بالایی هستند. نتایج تائید نمود شاخص استرین سرمایی ابزاری مناسب برای کارشناسان بهداشت شغلی جهت تعیین سطح استرین سرمایی افراد شاغل در محیط‌های سرد می‌باشد. بیش از نیمی از کارگران نیز دارای علائم بی‌حسی در انگشتان دست بودند که بر عملکرد فیزیکی آنها در حین کار تأثیرگذار است. لزوم استفاده از دستکش مخصوص یا وسایل گرمایشی برای گرم نگاه داشتن دست‌ها در حین کار ضروری به نظر می‌رسد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله از همکاری و مشارکت فعال شاغلین مکانیک خودرو در شهر همدان در تحقیق حاضر کمال تشکر و قدردانی را دارند. این مقاله بخشی از پایان‌نامه تحقیقاتی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای به شماره۹۵۰۹۰۹۵۱۳۷ می‌باشد که توسط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان مورد حمایت قرار گرفته است.

References:

1. Thetkathuek A, Yingratanasuk T, Jaidee W, Wiwat Ekburanawat W. ***Cold Exposure and Health Effects Among Frozen Food Processing Workers in Eastern Thailand***. Safety and Health at Work 2015; 6: 56-61.
2. Castellani JW, Young AJ. ***Human physiological responses to cold exposure: Acute responses and acclimatization to prolonged exposure***. Auton Neurosci 2016; 196:63-74
3. Castellani JW, Tipton MJ. Cold stress effects on exposure tolerance and exercise performance. Compr Physiol 2015; 6:443–469.
4. Rapaport SI, Fetcher ES, Shaub HG, Hall JF, ***Control of blood how to the extremities at low ambient temperatures***. J Appl Physio 1949: l2:61–71
5. Wiggen O. ***"Effect of cold conditions on manual performance while wearing petroleum industry protective clothing."*** Industrial health, 2011:49(4): 443-451.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

6. Parsons K. ***Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance***. Crc Press, 2014.
7. Castellani, John W., et al. ***"Cold strain index applied to exercising men in cold-wet conditions."*** American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 2001: 281(6): R1764-R1768.
8. Daniel S. Moran, Thomas L. Endrusick, William R. Santee, Larry G. Berglund, Margaret A. Kolka. ***Evaluation of the cold strain index (CSI) for peripheral cold environmental stress***. Journal of Thermal Biology. Volume 29, Issues 7–8, October–December 2004, Pages 543–547
9. ISO 9886. ***Evaluation of thermal strain by physiological measurement, International Standard Organization***, Second edition, 2004.
10. Jafari, Mohammad Javad, et al. ***"Evaluation of Students' Cognitive Performance while Exposed to Heat using Continues Performance Test."*** Journal of Occupational Hygiene Engineering 2014: 1(2): 1-9.
11. ČSN, ENISO. "7730, ČSN EN ISO 7726." ***Ergonomics of the thermal environment 2006.***
12. ISO 8996:2004, ***Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate, International Standard Organization***, Second edition, 2004-10-01
13. ISO, I. "9920, Ergonomics of the environment-Estimation of the thermal insulation evaporative resistance of a clothing ensemble." G International Standard Organization 1995.
14. Moran, Daniel S., et al. ***"Evaluating physiological strain during cold exposure using a new cold strain index."*** American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 1999: 277.2, R556-R564.
15. 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.
16. Nordrum W, Sigri H, et al. ***Effect of Cold Conditions on Manual Performance while Wearing Petroleum Industry Protective Clothing.*** Industrial health journal 2011. 49,443-451
17. Varley F. ***A study of heat stress exposures and interventions for mine rescue workers***. SME Annual Meeting Preprints; Transactions. 2004; Vol.316:133-42.
18. 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.
19. Kim, T. G., et al. ***"Physiological responses and performance of loading work in a severely cold environment."*** International Journal of Industrial Ergonomics 2007: 37(9): 725-732.
20. Rissanen, S, and Hannu, R. ***"Cold and heat strain during cold-weather field training with nuclear, biological, and chemical protective clothing."*** Military medicine 2007: 172(2):128-132.
21. Joo-Young, L. E. E., et al. ***"Validity of infrared tympanic temperature for the evaluation of heat strain while wearing impermeable protective clothing in hot environments."*** Industrial health 2011:49(6): 714-725.
22. O'Brien, Catherine, Andrew J. Young, and Michael N. Sawka. ***"Hypohydration and thermoregulation in cold air."*** Journal of Applied Physiology 1998: 84(1): 185-189.
23. Castellani, John W., et al. ***"Cold strain index applied to exercising men in cold-wet conditions."*** American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 2001: 281(6):R1764-R1768.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]

Valuation of the level of cold strain and its relationship with physiological responses in auto mechanics

Saedpanah K(Msc)[1], Aliabadi M (PhD)[2]*, Motamedzade M (PhD)[3], Golmohammadi R (PhD)[4]

[1] MSc student, Department of Occupational Hygiene, School of Public health,Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
[2] *Center of Excellence for Occupational Health, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir
[3] Center of Excellence for Occupational Health, Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Abstract

Introduction: Continuous exposure to cold air is considered a hazardous agent in the workplace in cold seasons. This study aimed to determine the level of cold strain and its relation with physiological responses in auto mechanic employees in cold seasons.

Method: This cross-sectional study was conducted in winter of 2017 on auto mechanic employees in Hamadan City. Selection and sampling method was done randomly. A study was conducted on 50 workers. Physiological responses during daily activities were measured in accordance with ISO 9886 standard method. Based on the results of measuring core and skin temperatures, cold strain index was determined. Sensorineural test to determine the level of numbness in the fingers of workers by monofilament kit was performed. Environmental parameters of air were measured simultaneously. The data were analyzed using SPSS 21 software.

Results: The average index of cold strain score was 4.38 ± 1.788. Results showed that there was a significant relationship between the cold stain index score with physiological responses such as heart rate ($r=-0.39$, $p<0.05$) and systolic blood pressure ($r=-0.57$, $p<0.05$) and diastolic blood pressure ($r=-0.38$, $p<0.05$). By reducing the temperature of dry air, a cold Strain Index value was also increasing($r=-0.93$, $p<0.05$). The results showed that 62% of workers had numbness symptoms in fingers and there was a significant relationship between numbness of fingers with air temperature ($r=0.74$, $p<0.01$) and cold strain index($r=0.84$, $p<0.01$).

Conclusion: The cold strain index, with the acceptable reliability, indicates the physiological responses of the workers expose to cold. More than half of the workers had also the numbness symptoms in their fingers that effect on their physical performance at work.

Keywords: Cold strain, Physiological responses, Mechanic worker, Cold

This paper should be cited as:
Saedpanah K, Aliabadi M, Motamedzade M, Golmohammadi R. ***Valuation of the level of cold strain and its relationship with physiological responses in auto mechanics.*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2018; 10(2):62-71

**** Corresponding Author:***
Tel: +9808138380090
Email: Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir
Resieved: 2017.10.13 ***Accepted: 2018.08.05***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-04-24]