فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در
مدیریت و حسابداری
سال ششم، شماره ۸۷، زمستان ۱۴۰۱، ص ۱۴۳۴-۱۴۲۴

Journal of New Research Approaches
in Management and Accounting
ISSN: 2588-4573
http://www.majournal.ir

تاثیرات تجهیزات محافظت فردی آتش نشانان بر درک ذهنی

حسین خوش منش [۱]
پیمان امیدی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲ تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

چکیده

هدف مطالعه حاضر این بوده است تا تاثیرات اجزای ناقص تجهیزات محافظت فردی (PPE) بر درک ذهنی در طول تمرین و ریکاوری در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد با RH چهل درصد را بررسی نماید. هشت آتش نشان در هشت وضعیت شرکت کرده اند که مشتمل بر انواع ترکیب های اجزای تجهیزات مخافظت فردی با وزن از ۷٫۸ تا ۱۴٫۹ کیلو گرم می باشد (تجهیز کامل با کل PPE یا FullPPE؛ FullPPE بدون تجهیزات تنفس مستقل یا NoSCBA؛ FullPPE بدون چکمه ها یا NoBoots؛ FullPPE بدون کلاه ایمنی یا NoHelmet؛ FullPPE بدون دستکش ها یا NoGloves؛ Full PPE بدون زیرشلواری یا NoJP؛ بدون تجهیزات کلاه ایمنی، دستکش ها، پوتین ها یا تجهیزات تنفس، NoHGBS و Control (۱٫۱ کیلو گرم؛ پوشیدن شلوارک ها، پیراهن های بلند پوشاننده آرنج و زیرشلواری های بلند)). نتایج نشان داده اند: (۱) کاهش فشار درک شده به صورت ذهنی به طور قابل ملاحظه ای در NoJP در طول تمرین و ریکاوری نسبت به NoHelmet و Nogloves بیشتر بوده است در حالی که NoJP تفاوت چشمگیری با NoBoots و NoHGBS داشته است. (۲) NoBootsتاثیر چشمگیری در تخفیف سختی گرمایی روانشناختی نسبت به فشار روانشناختی داشته است. (۳) در معرض قرار گرفتن دست ها و پا ها به ترتیب بر حس گرمایی موضعی و حس عرق ریزی دست ها و پا ها تاثیر داشته است در حالی که در معرض قرار گرفتن سر بر حس گرمایی سر و حس عرق ریزی تاثیری نداشته است. (۴) رابطه بین رطوبت یک منطقه خاص کوچک بر لباس و حس عرق ریزی یک تابع لگاریتمی را نشان داده است. مطالعه حاضر مشخص می نماید که کاهش وزن پوتین ها باعث تسکین فشار روانشناختی در طول تمرین شده است نظر به این که د راوردن ژاکت و کندن دستکش ها، پوتین ها و کلاه ایمنی به طور همزمان بعد از تمرین موثرترین روش برای تسکین سریع فشار گرمایی بودند.

واژگان کلیدی

تجهیزات حفاظتی فردی (PPE)؛ احساس گرمایی احساس شنوایی؛ چکمه های محافظ؛ وزن لباس

۱. آتش نشان سازمان آتش نشانی رشت.
۲. معاون شیفت سازمان آتش نشانی رشت.

مقدمه

آتش نشانان با دامنه ای از سختی های روانشناختی در زمانی مواجه می شوند که به وظایف تحت شرایط با استرس گرمای محیطی بالا مواجه می شوند (بار و همکارانش ۲۰۱۰؛ روسی ۲۰۰۳). نه تنها آنها نرخ متابولیک زیاد شونده ناشی از اجرای وظایف فیزیکی نظیر خاموش کردن آتش، جستجو و نجات با تجهیزات طاقت فرسا را تجربه می کنند (بار و همکارانش ۲۰۱۰؛ گلد هیل و جامنیک ۱۹۹۲؛ کو و یائو ۲۰۱۱) بلکه همچنین با پخش حرارت از هم گسیخته مواجه می شوند که بواسطه لباس چند لایه و پارچه ای مقاوم در برابر شعله آتش القاء شده اند (روسی ۲۰۰۳). هر چند تجهیزات محافظت فردی (PPE) در محافظت موثر در برابر محیط های خطرناک مشارکت دارند، مطالعات وجود فشار ریوی قلبی و گرمایی را در کنار حس های عدم اطمینان در محیط های خطرناک که به پوشش محافظ غیر قابل نفوذ نیاز دارند، نشان داده اند (مک للان و همکاران ۱۹۹۹؛ سون و همکاران ۲۰۱۳؛ تورپین – لجندر و مایر ۲۰۰۷؛ وایت و همکاران ۱۹۸۹).

انواع روش ها از جمله کم کردن وزن کلی تجهیزات محافظتی فردی (گریفان و همکارانش ۲۰۰۳؛ هوپر و همکارانش ۲۰۰۱)، استفاده از تهویه هوا (تورپین – لجندر و مایر ۲۰۰۷) و پوشاک فعال با جلیقه یخ یا آب (بار و. همکارانش ۲۰۰۹؛ بار و همکارانش ۲۰۱۱) در تلاش برای تسکین سختی روانشناختی آتش نشان ها به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته اند. بویژه، استفاده از دستگاه هایی برای خنک سازی یا تهویه می توانست به افزایش وزن لباس منجر گردد که فشار فیزیکی و روانشناختی اضافی را القاء کرده است و هزینه لوازمات آتش نشانی را افزایش داده است. مطالعاتی در زمینه درجه بندی کارامدی انواع بخش های بدن برای بکاری گیری روش خنک سازی یا تهویه به همین دلایل مورد نیاز هستند.

سهم های کسری هر بخش از اسباب محافظتی آتش نشان ها با هدف کشف بخش پوشاک که به طور چشمگیری سختی روانشناختی را کاهش می دهد در کار تایلور و همکارانش (۲۰۱۲) کشف شده اند. نتایج نشان داده اند که کفش بیشترین تاثیر متابولیک نسبی را در طول پیاده روی و عبور از پله القاء کرده است که ۸,۷ و ۶,۴ برابر بیشتر در هر جرم واحد نسبت به تجهیزات تنفس می باشد. مطالعه نشان داده است که موثر ترین روش برای کاهس سختی روانشناختی تجهیزات محافظتی آتش نشان ها این خواهد بود تا جرم پوتین ها کاهش یابد. کم شدن جرم پوتین ها باعث می گردد تا خستگی فرد پوشنده پوتین به طور موثری در امتداد با نرخ متابولیک تسکین یابد (بلکر و همکارانش ۲۰۱۰؛ کناپیک و همکارانش ۲۰۰۴؛ لی و همکارانش ۲۰۱۳؛ تایلور و همکارانش ۲۰۱۲) چون پا ها معروف هستند که یکی از بی کفایت ترین مکان ها برای حمل بار هستند همچنین دست نیز چنین ویژگی داشته است (لیند و مک نیکول ۱۹۶۸).

بخش عمده مطالعه ها به بررسی فشاری روانشناختی آتش نشان ها به دلیل تجهیزات محافظت فردی پرداخته اند یا واکنش های روانشناختی را در امتداد با واکنش های روانشناختی که دارای اطلاعات حمایت کننده بوده اند، ارزیابی کرده اند. از اینرو، مطالعات بسیار کمی بر سنجش های ذهنی در رابطه با تجهیزات محافظت فردی آتش نشان ها تمرکز کرده اند و هنوز هیچ تحقیق چاپ شده ای در دسترس قرار نگرفته است که درک ذهنی ارزیابی تاثیر کسری تجهیزات محافظت فردی را بررسی نمایند. حس های درک شده به صورت ذهنی ناشی از گرما در رفتار وابسته به تنظیم حرارت از طریق سیستم آینده نگر نقش کلیدی ایفاء می کنند و به تاخیر تنظیم حرارت خودکار منجر می گردند (بلیگ ۱۹۷۳). بعضی بررسی ها تاثیر فاکتور ها برای راحتی گرمایی در محیط های خنثی (فرانک و همکارانش ۱۹۹۸)، محیط های مختلف (گاگه و همکارانش ۱۹۶۷) یا در طول تمرین (وینسلو و همکاران ۱۹۳۹) را کشف کرده اند. همبستکی های مهم بین حس گرمایی و دمای روده

گزارش شده اند (وایت و همکارانش ۱۹۸۹)، راحتی گرمایی یک رابطه مهم با رطوبت پوست را نشان داده است (گاگه و گونزالز ۱۹۷۴؛ هاونیس و همکاران ۲۰۰۲).

از اینرو، هدف مطالعه حاضر این بوده است تا انواع درک های ذهنی آتش نشان ها از جمله حس گرمایی، راحتی گرمایی، حس عرق ریزی، حس تشنگی و درجه بندی اعمال زور درک شده (RPE) را بررسی نماید در حالی که آنها دامنه وسیعی از ترکیب های لباس محافظت فردی را می پوشند. نرخ کل عرق ریزی، رطوبت محیط کوچک لباس و غلظت لاکتات خون به عنوان سنجش های حمایتی درک های ذهنی ارزیابی گردیدند. ما فرض کرده بودیم که کاهش جرم کفش (یا در اورن پوتین ها) در تسکین فشار روانشناختی نسبت به کاهش بار حمل شده توسط سر، تنه یا دست ها موثر تر خواهد بود.

روش ها

افراد

هشت آتش نشان حرفه ای مرد در بررسی شرکت کرده اند، هر آتش نشان برای ۹ بار در زمان یکسان برای تست VO2max و هشت تست آزمایشی ویزیت شده اند. انها تشویق شده بودند تا از مصرف الکل و تمرین شدید به مدت ۴۸ ساعت به همراه غذا و کافئین به مدت سه ۹ ساعت قبل از هر تست منع شده اند. در چنین رخداد هایی که اضطرار برای مهار اتش مطرح می شود، زمان بندی آزمایشی آتش نشان از نو زمان بندی شده بود تا نظارت های فوق حفظ شوند. هر بازدید تا حداقل ۴۸ ساعت تفکیک شده است در حالی که هشت آزمایش در یک دوره چهار هفته ای کامل شده بود. آزمایش ها برای اجتناب از تاثیر آشناسازی در طول هشت تست در میان افراد مطابق با روش میدانی لاتین زمان بندی شده بودند.

طراحی و رویه های آزمایشی

هشت وضعیت پوشاک برای ارزیابی تاثیر هر مولفه تجهیزات محافظتی فردی از طریق حذف یک یا چند بخش تجهیزات پوشاک طراحی شده بودند (جدول ۱): Full PPE (۱۴,۹ کیلو گرم در جرم کل PPE)، NoHGBS (۱۱,۴ کیلو گرم) و Control (۱,۱ کیلو گرم). ما از SCBA بدون گاز استفاده کرده ایم. آتش نشان ها برای شرایط NoBoots و NoHGBS لباس های دو تکه داخلی پوشیده بودند. قسمت ظاهری SCBA با ماسک تنفسی وصل شده به تحلیل کننده مبادله گاز با هدف جمع اوری گاز های تنفسی تعویض شده است. کل جرم PPE شامل جرم ماسک (۱۷۲ گرم) نبوده است که برای جمع آوری گاز های تنفسی استفاده شده اند.

دمای هوا و رطوبت نسبی به ترتیب در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد و 40%RH حفظ شده بودند. هر تست با استراحت بر روی صندلی برای پایداری (۱۰ دقیقه) شروع می شود و با تمرین بر روی تردمیل با سرعت $5.5\ km{\cdot}hr{-}1$ (با شیب یک درصد) به مدت سی دقیقه ادامه می یابد. آنها بلافاصله بعد از توقف تمرین به مدت ۲۰ دقیقه بر روی چارپایه برای ریکاوری استراحت می کنند. تست در صورتی خاتمه یافته است که دمای روده ای اشان به ۳۹,۲ درجه سانتی گراد رسیده است، ضربان قلب اشان به ۹۵ درصد HR حداکثری اشان رسیده است یا اگر هر داوطلب قادر نبوده است تا به تمرین ادامه دهد. البسه آزمایشی فرد بلافاصله بعد از تکمیل جلسه از بدن خارج شده است.

جدول ۱: مشخصه های هشت شرط آزمایشی با تجهیزات محافظتی فردی آتش نشان ها

Experimental conditions	Common items	Differential items	Total garment mass (kg)
1. Control		Slippers	1.128
2. Full PPE		Socks, Bunker jacket and pants, Hood, Helmet, Gloves, Boots, SCBA	14.937
3. No SCBA		Socks, Bunker jacket and pants, Hood, Helmet, Gloves, Boots	7.793
4. No helmet		Socks, Bunker jacket and pants, Gloves, Boots, SCBA	13.643
5. No gloves	Shorts, Shirts (long), Pants (long)	Socks, Bunker jacket and pants, Hood, Helmet, Boots, SCBA	14.750
6. No boots		Slippers, Bunker jacket and pants, Hood, Helmet, Gloves, SCBA	12.830
7. No Jacket/Pants (NoJP)		Socks, Hood, Helmet, Boots, SCBA	11.658
8. No Helmet/Gloves/ Boots/SCBA (NoHGBS)		Slippers, Bunker jacket and pants	11.418

اندازه گیری ها و محاسبات

افرادی که تنها زیرشلواری ها و شلوار ها را قبل و بعد از هر آزمایش پوشیده اند در مقیاس کالیبره وزن شده اند (ID2, Mettler-Toledo، آلمان؛ وضوح یک گرم). همچنین کل گارمنت های آزمایشی در قبل و بعد از هر تست برای تخمین حجم عرق ریزی وزن شده بودند.

از افراد برای ارزیابی حس گرمایی، حس عرق ریزی، راحتی گرمایی و حس تشنگی درخواستا شده بود تا وضعیت اشان را هر ده دقیقه در یک دوره یک ساعته به روز کنند. مقیاس مقوله ای ۹ امتیازی به عنوان شکلی از اندازه گیری برای حس گرمایی استفاده شده بود و مقیاس مقوله ای ۷ امتیازی برای حس عرق ریزی، حس گرمایی و حس تشنگی بکار گرفته شد. درجه بندی های اعمال زور درک شده در دامنه سبک (۶) تا بی نهایت سخت (۲۰) از افراد برای هر ده دقیقه در طول تمرین درخواست شده بود.

نرخ کل عرق ریزی (TSR) از تفاوت ها در وزن بدن بین شروع و خاتمه تست محاسبه شده است. نرخ عرق ریزی جذب شده (ASR) از تفاوت کل جرم های لباس بین شروع و خاتمه تست محاسبه شده است. نرخ عرق تبخیر شده (ESR) با استفاده از TSR و ASR بهمین نحو محاسبه شده بود. مناطق مرطوب شده درک شده بدن هر دقیقه درخواست شده بودند و منطقه مرطوب درک شده مطابق با روش لی و همکارانش (۲۰۰۸) محاسبه شده بود.

نتایج

کل درک های ذهنی

کل شرایط بجزء برای NoJP و Control در طول دوره تمرین تفاوت مهم را در حس گرمایی نشان نداده اند. NoJP رنگی تری از دیگر شرایط PPE درک شده بودند و پاسخ های بین NoJP و Control تفاوت های چشمگیر را نشان نداده بودند. در حالی که افراد ریکاور شده بودند، تفاوت ها در میان شرایط قابل تشخیص تر بودند. بویژه، انحراف استاندارد حس

گرمایی برای FullPPE در ریکاوری تقریبا سه برابر بیشتر از انحراف در طول تمرین بوده است. حس های گرمایی به سرعت بر طبق وضعیت ها خنثی در NoJP و NoHGBS ریکاوری شده اند و سطح اماری مشابه همانند Control را نشان می دهند ($P < 0.05$) (شکل 1A).

شکل ۱: مقایسه های بین هشت وضعیت برای حس گرمایی (A) و حس عرق ریزی (B) در طول تمرین و ریکاوری افراد با توجه به حس عرق ریزی در انتهای تمرین در واقع بیشترین حس عرق ریزی را در NoHelmet, FullPPEو NoGloves بدون تفاوت های چشمگیر بیان کرده اند (شکل 1B). افراد در طول ریکاوری حس رطوبت کمتر را در مقایسه با انتهای تمرین بیان کرده اند اما تفاوت های چشمگیری بین انتهای تمرین و در دوره ریکاوری را در FullPPE و NoSCBA نشان نداده اند (شکل 1B).

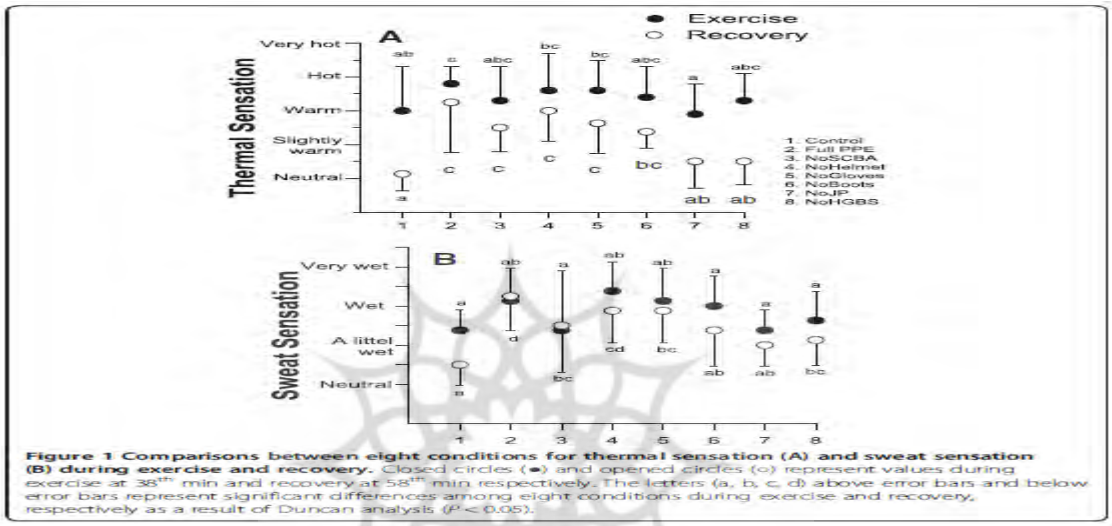

Figure 1 Comparisons between eight conditions for thermal sensation (A) and sweat sensation (B) during exercise and recovery. Closed circles (●) and opened circles (○) represent values during exercise at 38th min and recovery at 58th min respectively. The letters (a, b, c, d) above error bars and below error bars represent significant differences among eight conditions during exercise and recovery, respectively as a result of Duncan analysis ($P < 0.05$).

افراد با توجه به راحتی گرمایی حس عدم آسایش در نظم زیر داشتند که عبارتند از FullPPE, NoHelmet, NoGloves, NoBoots, NoSCBA, NoHGBS, NoJP و Control هر چند در انجا تفاوت چشمگیر بجزء برای راحتی گرمایی در Control وجود نداشته است که به طور چشمگیری کمتر از FullPPE بوده است (جدول ۲). حس تشنگی در طول ریکاوری به طور چشمگیری در NoJP و NoHGBS نسبت به FullPPE کمتر بوده است.

جدول ۲: پاسخ های ذهنی، نرخ عرق ریز و زطوبت پوشاک در منطقه کوچک برای آتش نشان ها

Parameter	Experimental condition N = 8							
	1. Control	2. Full PPE	3. No SCBA	4. No helmet	5. No gloves	6. No boots	7. No jacket/pants (NoJP)	8. No helmet/gloves/ boots/SCBA (NoHGBS)
Thermal comfort in exercise	−0.50 ± 1.07*	−1.75 ± 1.16	−1.38 ± 1.06	−1.75 ± 1.16	−1.50 ± 1.07	−1.50 ± 1.31	−0.88 ± 0.64	−1.13 ± 0.99
Thirst sensation in recovery	1.0 ± 0.9	1.6 ± 0.7	1.1 ± 0.6	1.2 ± 0.6	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.6	0.8 ± 0.6*	0.9 ± 0.8*
Total sweat rate (g)	282 ± 83***	743 ± 248	711 ± 301	696 ± 206	767 ± 308	600 ± 174	456 ± 131**	532 ± 139
Sweat rate_evaporated (g)	273 ± 76	377 ± 69	363 ± 109	403 ± 301	382 ± 192	329 ± 75	377 ± 124	355 ± 86
Sweat rate_absorbed (g)	10 ± 8***	366 ± 192	384 ± 197	293.4 ± 170	385 ± 145	270 ± 138	79 ± 48***	177 ± 70**
Evaporation rate (%)[1)]	96.9 ± 2.0***	52.5 ± 7.8	52.7 ± 6.2	55.0 ± 22.4	49.8 ± 9.7	56.4 ± 12.7	82.6 ± 9.0***	67.4 ± 6.6**
Absorption rate (%)[2)]	3.1 ± 2.0***	47.5 ± 7.8	47.3 ± 6.2	45.0 ± 22.4	50.2 ± 9.7	43.6 ± 12.7	17.4 ± 9.0***	32.6 ± 6.6**
Humidity in clothing at rest (%)	39.0 ± 5.8*	50.5 ± 11.0	38.5 ± 9.5*	38.2 ± 6.4*	43.6 ± 7.5	47.4 ± 4.3	37.7 ± 8.1**	41.2 ± 8.9*
Humidity in clothing in exercise (%)	80.6 ± 4.7***	95.4 ± 4.5	85.0 ± 7.6***	94.6 ± 4.0	94.1 ± 4.8	95.9 ± 2.2	87.0 ± 8.3**	94.0 ± 5.0
Humidity in clothing in recovery (%)	75.8 ± 9.2*	99.0 ± 0.1	97.8 ± 1.8	98.7 ± 0.5	99.0 ± 0.0	98.5 ± 1.3	84.5 ± 10.4***	98.2 ± 1.0
Time to 99%RH in clothing microclimate (min)	-	32	38	35	33	33	23	35
Number of person who reached 99%RH	0	8	5	7	8	7	1	4
Covered area (%)	0	100	100	95.1	95.1	93.2	20	83.4
Perceived wetted area in exercise (%)	18.3 ± 13.5***	71.2 ± 29.2	63.8 ± 30.5	69.7 ± 30.1	56.7 ± 34.4	47.7 ± 23.3*	29.7 ± 11.3***	60.0 ± 24.6
Perceived wetted area in recovery (%)	6.9 ± 12.6***	70.9 ± 31.6	65.0 ± 29.9	69.1 ± 32.4	50.6 ± 35.2	51.0 ± 25.6	13.4 ± 18.7***	57.6 ± 31.7

(Thermal comfort: −2 (Uncomfortable), −1 (A little uncomfortable), 0 (Not both), Thirst sensation: 0 (No thirsty), 1 (A little thirsty), 2 (Thirsty); [1)]Evaporation rate (%) = (Evaporated sweat rate (g)/Total sweat rate (g))*100, [2)]Absorption rate (%) = (Absorbed sweat rate (g)/Total sweat rate (g))*100); *Significantly different to FullPPE (P <0.05), **Significantly different to FullPPE (P < 0.01), ***Significantly different to FullPPE (P <0.001).

درک های ذهنی موضعی

حس گرمایی موضعی در کل مناطق بدن در انتهای تمرین به طور چشمگیری بین FullPPE و Nohelmet متفاوت نبوده است. نتایج ناشی از سه شرط PPE تکی در میان هشت وضعیت با FullPPE در شکل سه نشان داده شدند. حس گرمایی در طول دوره ریکاوری کمتر بوده است بویژه در مناطق بدن که در معرض NoGloves و NoBoots بوده اند در حالی که برای حس گرمایی سر وضعیت NoHelmet هیچ نوع تفاوت از حس گرمای در دیگر بخش های بدن را نشان نداده بود. حس عرق ریزی موضعی تفاوت متمایز تر را بین مقادیر در تمرین و ریکاوری نسبت به حس گرمایی منطقه ای نشان داده اند (شکل ۳). حس عرق ریزی موضعی در اطراف سر و دست ها در FullPPE تمایل داشته است تا کمتر از دیگر بخش های بدن باشد در حالی که حس عرق ریزی سر در وضعیت NoHelmet باعث انعکاس هر نوع مزیت در معرض قرار گرفتن سر نبوده است.

نرخ عرق ریزی کل و رطوبت پوشاک منطقه کوچک

نرخ عرق ریزی کل (TSR) در ($P < 0.01$) NoJP و ($P = 0.053$) NoHGBS نسبت به FullPPE کمتر بوده است (جدول ۲). در حالی که کل شرایط تفاوت آماری را در نرخ عرق ریزی تبخیر شده نشان نداده بودند، نرخ تبخیر در ظاهر در Control (97%)، NoJP (83%) و (83%) در مقایسه با FullPPE (53%) بالاتر بوده است. نرخ رطوبت جذب شده (ASR) به طور چشمگیری در Control, NoJP, NoHGBS کمتر بوده است و از اینرو درصد نرخ جذب بوده است. مقادیر میانه نرخ های جذب در NoGloves, NoHelmet, NoSCBA, Full PPE، NoBoots در دامنه حدود ۴۴ تا ۵۰ درصد قرار گرفته اند. ASR در NoGloves (۳۸۵ گرم در هر تست) و FullPPE (۳۶۶ گرم در هر تست) در بالاترین مقدار بوده است. پایین ترین مقدار ASR در میان این پنج وضعیت معادل ۲۷۰ گرم در NoBoots بوده است (جدول ۲).

رطوبت پوشاک منطقه کوچک تفاوت های چشمگیر میان هشت وضعیت در طول استراحت، تمرین و دوره های ریکاوری را نشان داده است. رطوبت پوشاک منطقه کوچک در قفسه سینه در No SCBA، NoHelmet، NoJPو NoHGBS در زمان استراحت کمتر از FullPPE بوده است. رطوبت پوشاک در قفسه سینه برای اکثر شرایط در حدود انتهای تمرین به ۹۹ درصد HR نزدیک شده بود. رطوبت پوشاک برای کل افراد در Full PPE و NoGloves به ۹۹ درصد HRرسیده است، هفت نفر به این نشان در NoHelmet و NoBoots رسیده اند و تنها یک نفر در NoJP به ۹۹ درصد HR رسیده است (جدول ۲).

شکل ۳: حس گرمایی منطقه ای و حس عرق ریزی در FullPPE، NoHelmet، NoGloves و NoBoots؛ دایره های باز و حلقه های خاکستری معرف مقادیر در تمرین و ریکاوری هستند

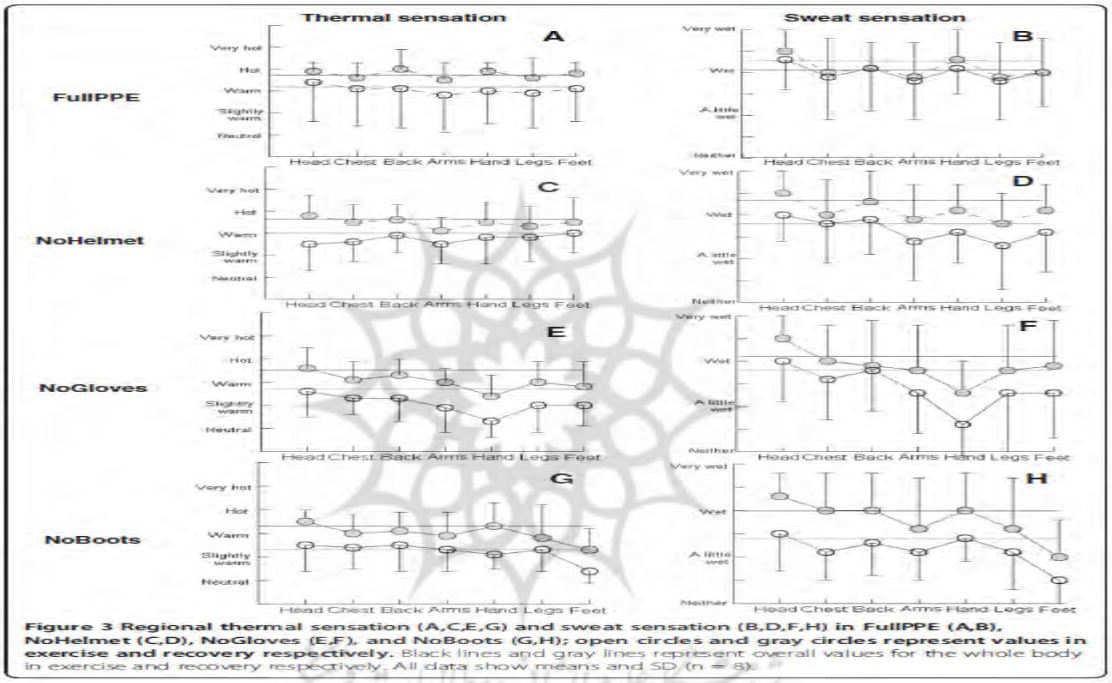

Figure 3 Regional thermal sensation (A,C,E,G) and sweat sensation (B,D,F,H) in FullPPE (A,B), NoHelmet (C,D), NoGloves (E,F), and NoBoots (G,H); open circles and gray circles represent values in exercise and recovery respectively. Black lines and gray lines represent overall values for the whole body in exercise and recovery respectively. All data show means and SD (n = 8).

رابطه بین حس عرق ریزی و رطوبت منطقه کوچک

رابطه بین حس عرق ریزی و رطوبت منطقه پوشاک منطقه کوچک در قفسه سینه در قطع تمرین در هشت دوره یک تابع لگاریتمی را نشان داده است (شکل ۵). وقتی رطوبت درون لباس زیاد شده بود، حس عرق ریزی به طور تدریجی افزایش یافته است و خیز چشمگیر در حدود سطح ۹۵ درصد HR نشان داده شد. حس های عرق ریزی در NoSCBA و NoJP در سطح Control صرف نظر از تفاوت های رطوبت در پوشاک حفظ شده بودند که مشخص می کند که دامنه ۸۰ تا ۸۸ درصد صربان قلب ممکن بود حس عرق ریزی مشابه را القاء نماید که بین امتیاز ۱ (کمی مرطوب) و نمره ۲ (مرطوب) قرار می گیرد. افراد در میان پنج شرط دیگر حس عرق ریزی کمتر را در NoHGBS در هر شرایط دیگر بیان کرده اند.

روابط بین تبخیر با وزن کل تجهیزات محافظت فردی، مساحت سطح در معرض قرار گرفته بدن و رطوبت درک شده پوست

روابط خطی بین نرخ تبخیر (درصد) و جرم کلی تجهیزات محافظت فردی (کیلو گرم) ($r2 = 0.564$, $P < 0.05$) وجود داشته اند که بین نرخ تبخیر و مساحت سطح بدن در معرض قرار گرفته (درصد) ($r2 = 0.950$, $P < 0.001$) و بین نرخ

تبخیر و رطوبت پوست درک شده (درصد) r2 = 0.800, P < 0.005, Figure 6 مشاهده شده اند. بویژه، همبستگی بین نرخ تبخیر. مساحت در معرض قرار گرفته سطح بدن. همبستگی بین تبخیر و رطوبت پوست مهم بودند و ضرایب همبستگی به ترتیب ۰,۹۷۴ و ۰,۸۹۵ را نشان می دهند.

بحث و تبادل نظر

هدف مطالعه جاری این بوده است تا درک های ذهنی مختلف آتش نشان ها را بررسی نماید در حالی که این افراد دامنه وسیعی از ترکیب های تجهیزات محافظت فردی را می پوشند. داده در NoJP و NoHGBS به ترتیب به پرتو گیری کل بدن و پرتو گیری مناطق پیرامونی کل بدن اشاره می کنند. تاثیر وزن تجهیزات محافظت فردی از طریق مقایسه بین NoSCBA و FullPPE کشف شده بود. بهمچنین، تاثیر در معرض قرار گیری مناطق پیرامونی بدن می توانست از طریق مقایسه میان NoHemlet، NoGloves و NoBoots کشف گردد. هر چند آزمایش حاضر افراد کافی را برای مقایسه فاکتور های روانشناختی در اختیار نداشته است، مشخص شده است که چندین تفاوت مهم و مزیت ها یا ضعف هر وضعیت وجود دارند.

شکل ۵: رابطه بین حس عرق ریزی و رطوبت منطقه کوچک لباس در قفسه سینه

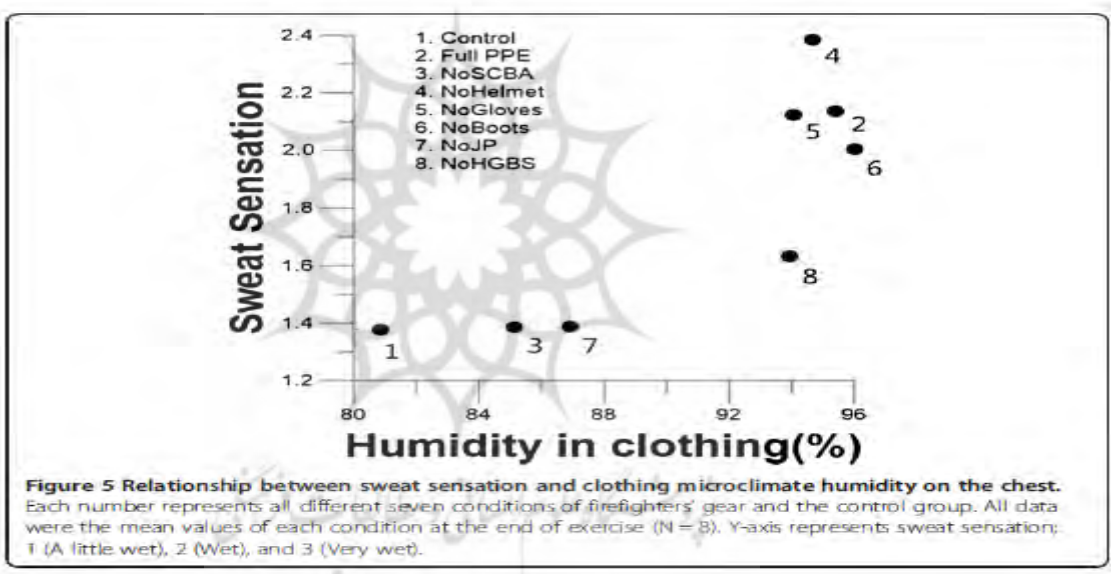

Figure 5 Relationship between sweat sensation and clothing microclimate humidity on the chest. Each number represents all different seven conditions of firefighters' gear and the control group. All data were the mean values of each condition at the end of exercise (N = 8). Y-axis represents sweat sensation; 1 (A little wet), 2 (Wet), and 3 (Very wet).

NoJP: مزیت بهبود درک های ذهنی کلی

تاثیر حذف ژاکت و شلور های سنگین به محض درجه بندی های گرمایی از طریق مقایسه با FullPPE با شرط NoJP منعکس می گردد. حس گرمایی در تمرین و ریکاوری و RPE به طور چشمگیری پایین تر از FullPPE بودند، حس عرق ریزی در NoJP در تمرین و ریکاوری نسبت به FullPPE کمتر بوده است هر چند تنها در ریکاوری مهم بوده است. در کل، NoJP موثر ترین تجهیزات برای تخفیف سختی ذهنی با عرق ریزی محدود در مقایسه با شرایط دیگر بوده است. نتایج فعلی نشان داده اند که هر دو فاکتور (BSA در معرض قرار گرفته و جرم تجهیزات محافظتی فردی) دارای همبستگی های بی نهایت قوی با نرخ تبخیر می باشند (شکل ۶). NoJPیک شرطی بوده است که نرخ تبخیر آن شرط در میان هفت شرط تجهیزات محافظت فردی بیشترین بوده است.

همچنین بحث در مورد تاثیر بلوکه کردن پخش گرما از بخش های پیرامونی بدن از جمله پا، دست ها و سر از طریق مقایسه NoJP و Control جالب خواهد بود. درک های ذهنی از جمله حس گرمایی کلی، حس عرق ریزی، راحتی گرمایی،

حس تشنگی. تجهیزات محافظت فردی به طور چشمگیری بین NoJP و Control متفاوت بودند در حالی که نرخ کل عرق ریزی ۱,۶ مرتبه در NoJP نسبت به Control بیشتر بوده است. این نتایج مشخص می کنند که فشار گرمایی ذهنی از طریق بلوکه کردن بخش های پیرامونی بدن و زیاد شدن وزن پوشاک تا حدود ۱۰ کیلو گرم افزایش یافته است.

NoHGBS: سود ریکاوری

حس گرمایی کل در NoHGBS بین گرم و داغ در طول تمرین نوسان داشته است که به طور چشمگیری متفاوت نبوده است در حالی که بسیار سریع تر از FullPPE ریکاور شده بود. این نتایج اشاره می کنند که در معرض قرار گرفتن سر، دست ها و پا می توانست تا حد زیادی در کم کردن فشار حرارتی ادراکی در ریکاوری بعد از مهار اتش موثر باشد. شار گرمایی از طریق پوشاک خنک سازی مایع مطابق با کار کوسچیوف و همکارانش (۲۰۰۸) در بخش های پیرامونی بدن نسبت به نیم تنه بیشتر بوده است که مشخص می کند که موثر ترین مناطق برای انتشار گرما عبارتند از سر، گردن، دستان و پا بجای نیم تنه. بهترین روش برای تسکین فشار حرارت در صحنه آتش سوزی بعد از مهار اتش این است تا کل تجهیزات مهار آتش دراورده شوند اما برای آتش نشان ها ساده نیست تا به سرعت پوشاک و تجهیزات اشان را در آورند (کنو و همکارانش ۲۰۱۲). آتش نشان ها مشکلاتی در زمینه پوشیدن و در اوردن تجهیزات اشان بویژه در زمانی دارند که این تجهیزات مرطوب می باشد (بارکر و همکارانش ۲۰۱۳). همچنین، آتش نشان ها اغلب ملزم هستند تا در پی دوره های ریکاوری کوتاه مدت در حدود ۱۵ دقیقه از نوع وارد آتش های ساختاری می شوند (رایسون و همکارانش ۲۰۰۷). علاوه بر این، پیرامون نظیر دست ها و پا حاوی اعضای به هم متصل شریانی می باشد که جریان خون را از طریق تغییر جهت دادن خوبه به طور مستقیم به سیستم عصبی از مویرگ های مسیر جانبی کنترل می کنند. شریان های به هم پیوسته در طول استرس گرمایی به طور حداکثری رقیق می شوند تا جریان بیشتر خون برای افزایش پخش گرما را توجیه نمایند (بار و همکارانش ۲۰۱۰؛ کروگستاد و همکارانش ۱۹۹۵). از اینرو، حذف تجهیزات محافظت فردی پوشش دهنده مناطق پیرامونی در ریکاوری می توانست همانند راهبرد خنک سازی موثر به دلیل افزایش پخش گرما از تامین خون پوستی در شرایطی خدمت کند جای که دمای بیرونی نسبت به دمای خون خنک تر است (بار و همکارانش ۲۰۱۰؛ کارتر و همکاران ۲۰۰۷).

NoBoots: سود بردن فیزیولوژیکی و نه روانشناختی

وضعیت NoBoots انتظار می رفت تا یکی از موثر ترین شرایط بوده است چون پا ها معروف هستند که موثر ترین مناطق بدن برای حمل باز می باشند (لیند و مک نیکول ۱۹۶۸؛ مونسون ۱۹۰۱؛ تورل و روبینسون ۱۹۴۳). تایلور و همکارانش (۲۰۱۲) گزارش دادند که دمای بدن به طور فعال به دلیل گرش خون زیاد شونده از طریق پای عریان پخش می شود. ضربان قلب و نرخ متابولیک به طور چشمگیری در زمانی پایین تر بودند که پوتین های محافظتی را بجای تجهیزات تنفس نپوشیدند. تجهیزات محافظتی فردی و غلظت لاکتات خون در NoBoots در مطالعه جاری کمتر از NoJP و بی نهایت کمتر در FullPPE بودند که از ایده ای حمایت می کند که پرتو گیری پا در تسکین سختی فیزیولوزیکی موثر است.

از اینرو، به نظر می رسد که وضعیت NoBoots نمی تواند به طور موثری سختی روانشناختی را تسکین دهد. حس عرق ریزی، حس گرمایی و راحتی گرمایی در NoBoots به طور چشمگیری با FullPPE بجزء حس عرق ریزی در دوره ریکاوری متفاوت نبودند. در مطالعه فعلی مشخص شده است که یک رابطه بین حس عرق ریزی و رطوبت پوشاک در قفسه سینه در انتهای تمرین لگاریتمی بوده است. افراد نسبت به رطوبت پوشاک ۹۵ درصدی HR در قفسه سینه حس رطوبت

(نمره ۲) یا رطوبت شدید تر (بیش از نمره ۲) داشتند. رطوبت پوشاک منطقه کوچک در NoBoots در قفسه سینه برتری چشمگیری نسبت به موارد در FullPPE نداشته است.

معهذا، جالب توجه است که منطقه رطوبت حس شده در طول تمرین در NoBoots معادل ۴۷,۷ درصد بوده است که به طور چشمگیری کمتر از FullPPE بوده است. از اینرو، چون مناطق عرق ریزی تمایل دارند تا دارای تغییر پذیری های انفرادی زیاد باشند مطالعات بیشتری برای بررسی تفاوت ها در این مناطق مورد نیاز هستند.

NoSCBA، NoHemlet و NoGloves: سود کمتر برای درک های ذهنی

درک های ذهنی در شرایط NoSCBA، NoHemlet و NoGloves به طور چشمگیری با درک های ذهنی در FullPPE متفاوت نبودند. NoSCBA که کعرف کاهش جرم در نیم تنه بدوت هر نوع افزایش در منطقه پوست در معرض قرار گرفته می باشد نه تنها می توانست نرخ متابولیک (تایلور و همکارانش ۲۰۱۰۲) بلکه همچنین درک های ذهنی در مطالعه فعلی را تخفیف دهد؛ اما رطوبت محیط کوچک در قسه سینه به طور چشمگیری کمتر از FullPPE در زمان استراحت و. در تمرین بوده است. وقتی بررسی می گردد که دیگر فاکتور های فیزیولوژیکی پشتیبانی کننده یا نرخ عرق ریزی کل هیچ نوع تفاوت بین FullPPE و NoSCBA را نشان نداده است، حمل روی شانه تجهیزات تنفس می توانست مسیر درون لباس را مختل نماید. تفاوت چشمگیری رطوبت محیط کوچک به تفاوت مهم حس عرق ریزی ربطی نداشته است که فرض شده بود تحت تاثیر تعداد افراد ناکافی بوده است چون رطوبت محیط کوچک در قفسه سینه و حس عرق ریزی گرایش تابع لگاریتمی را نشان داده است که در شکل ۵ نشان داده می شود.

در واقع، این موضوع تا حدی جالب توجه می باشد که NoHemlet و NoGloves در پاسخ های ذهنی مزیتی نشان نداده اند چون سر و دست ها بخش های مهم بدن بر حسب پخش گرما هستند. بویژه، دمای پوست سر به سختی حتی در محیط دمای کم تغییر کرده است (فروسی و بورتون ۱۹۵۷؛ سیم ۱۹۹۶). دمای پیشانی در حدود ۳۰ درجه سانتی گراد حتی در محیط خنک تر (۱۵,۶ درجه سانتی گراد) بدون لباس پایدار باقی می ماند در حالی که دمای پوست بی نهایت زیاد به طور اساسی کاهش یافته است (هویزنگا و همکارانش ۲۰۰۴). دما به دلیل این شکاف بین دمای پوست سر و دمای محیطی به طور فعال از طریق پوست سر در معرض انتقال حرارتی و تشعشع به طور فعال پخش می گردد. از اینرو، پخش گرمای خشک در محیط های گرم به ندرت بروز می کند چون دما های پوست بی نهایت زیاد به دمای مشابه محیط نزدیک می شود؛ یعنی پخش دما از طریق سر نسبتا از برجستگی کمتری برخوردارند ولو این که سر در معرض حرارت قرار گرفته بود. این دلیلی است که چرا اثربخشی در تخفیف فشار دما در NoHomlet مشخص نشده بود و تفسیر یکسان را می توان برای NoGloves بکار بست؛ بنابراین، در معرض قرار گرفتن چندین بهش پیرامونی بدن به طور همزمان برای تسکین موثر فشار دما مورد نیاز است.

شکل جهانی سر در حس هندسی با پخش دما جور در نمی آید که در محیط های سرد سودمند می باشد. تجهیزات محافظتی فردی در NoHelmet صرفا به گروه یکسان همانند FullPPE تعلق داشته است که نشان می دهد چگونه افراد خسته شده بودند. از طرف دیگر، دست ها و پا ها در پخش حرارت بدن بر حسب شکل هندسی موثر تر هستند چون انها دارای سطح بیشتر در مقایسه با حجم هستند. معهذا، Nogloves پاسخ های ذهنی بسیار بدتر را در زمانی القاء کرده است که با NoBoots مقایسه شده است. چنین نتایجی می توانستند به واقعیتی مرتبط باشند که دستکش های محافظتی سبک تر از پوتین های محافظتی بوده اند و حرکت های دست به مرکز جرم بدن در زمانی نزدیک تر هستند که بع حرکت پا مقایسه شده اند.

نتیجه گیری

ما درک های ذهنی را در میان هشت وضعیت از جمله بر هفت وضعیت تجهیزات محافظتی آتش نشان ها و یک گروه کنترل براورد کرده ایم. حس گرمایی، راحتی گرمایی، حس عرق ریزی و. تجهیزات محافظت فردی در رابطه با رطوبت محیط کوچک لباس، واکنش های عرق ریزی و غلظت لاکتان خون تجزیه و. تحلیل شده بودند. یافته های مهم مطالعه حاضر از قرار زیر بودند:

اولا وجود چکمه ها بر فاکتور های فیزیولوزیکی و تجهیزات محافظت شخضی بجای حس گرمایی و واکنش های عرق ریزی تاثیر گذاشته است. بخصوص، غلظت لاکتات خون بعد از تمرین در NoBoots به کمی Control و NoJP بوده است که اشاره می کند که خنک کردن پا یا کم کردن جرم پوتین های محافظتی موثرترین روش برای تسکین خستگی و اعمال نیرو بوده است. این نشان می دهد که پوتین های سبک تر یا پوتین های طراحی شده برای پوشیدن و در اوردن ساده تر به طور موثر سختی متابولیک اتش نشان ها را کاهش خواهد داد.

ثانیا پرتو گیری دست ها و پا ها بر حس گرمایی موضعی. حس عرق ریزی دست ها و پا ها تاثیر گذاشته است در حالی که کارامدی پرتور گیری سر مشخص نشده بود. این موضوع به ترتیب بخش بدن برای خنک شدن اشاره می کند که می توانست دست ها یا پا اما سر باشد.

ثالثا، رابطه بین حس عرق ریزی و رطوبت محیط کوچک لباس در قفسه سینه در انتهای تمرین برای هشت وضعیت یک تابع لگاریتمی را نشان می دهد. حس عرق ریزی به صورت مرطوب (نمره ۲) بیان شده است وقت رطوبت محیط کوچک لباس در قفسه سینه بیش از ۹۵ درصد HR بوده است در حالی که حس عرق ریزی می توانست زیر ۱,۵ کنترل شده باشد وقتی رطوبت محیط کوچک لباس در قفسه سینه در ۹۵ درصد HR بطور میانگین حفظ شده است. از اینرو، کاهش حس عرق ریزی کلی از طریق خشک کردن قفسه سینه در طول تمرین و دوره های ریکاوری مهم است.

در نهایت، اتلاف حرارت از طریق تبخیر بر کم شدن فشار گرمایی ادراکی تاثیر می گذارد و رابطه بین نرخ تبخیر و مساحت پوست در معرض قرار گرفته یک تابع خطی قوی را نشان می دهد. از اینرو، طراحی پیشرفته در رابطه با راحتی برداشتن تجهیزات بایستی اجراء گردد بنابراین هر چه مساحت سطح پوست بالاتری در معرض قرار گرفته باشند، وقفه های اقدام مهار اتش در سریع ترین زمان ممکن فرا می رسد.

منابع

Barker,J,Boorady,LM,Lin,SH,Cho,E,Lee,YA,&Ashdown,SP.(2013).Explorationoffirefighterturn outgearPart1: Identifying male firefighter user needs.J Textile Apparel Technology Management,8(1),1–13.

Barr,D,Gregson,W,Sutton,L,& Reilly,T. (2009).A practical cooling strategy for reducing the physiological strain associated with firefighting activity in the heat.Ergonomics,52(4),413–420.

Barr,D,Gregson,W,& Reilly,T. (2010).The thermal ergonomics of firefighting reviewed.Applied Ergonomics,41,161–172.

Barr,D,Reilly,T,& Gregson,W.(2011).The impact of different cooling modalities on the physiological responses in firefighters during strenuous work performed in high environmental temperatures. European Journal of Applied Physiology, 111,959–967.