Journal of Military Medicine
2020, Volume 22, Special Issue of the National Conference on military Physical Fitness in Combat resilience
Pages: 87-99
10.30491/JMM.22.4.87

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

Physiological Components and Physical Combat Readiness in Warm, Cold, and High Altitude Extreme Environmental Conditions: Narrative Review

Mahdieh Molanouri Shamsi [1]*, Behzad Bazgir [2], Mohammad Valadiathar [3], Ahmadreza Yousefpour Dehaghani [4]

[1]Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University
[2] Exercise Physiology Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Physical Education & Sport Sciences Dept, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University
[4] Department Researcher of Physical Education, Imam Hossein University of Tehran, Iran

Abstract

Military forces based on their mission have to deployment and executed military operation in extreme environmental conditions, they simultaneously experience nutritional and sleep disorders and endure mental stress. This condition plays essential role in body hemostasis, military fitness components and finally commanded mission's success. Neglecting above mentioned condition physiological responses, as long as providing nutritional, training, and motivational needs could be health compromising, reduce productivity and finally led to operations failure. Various insight presented regards fronting these stressful environment induced disorders; it seems, investigating physiological responses to military environment stress, based on its specific characteristics, and employing specified standards for mission in these environments could be one part of possible strategy. In these review we mentioned the physiological responses to environmental stressor of warm, cold, high altitude and their expected effects on military personnel function, as a training and nutritional approach to deal with convinced stress. However, it should be emphasis that providing exact solution based on existence needs, required experimentally simulation of operation environment and preparing classified instructions based on directional research.

Keywords: Physical fitness, Harsh Environment, Physiological Component, Combat Readiness

*Corresponding author: **Mahdieh Molanouri Shamsi**, Email: molanouri@modares.ac.ir

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

مجله طب نظامی
سال ۱۳۹۹، دوره ۲۲، ویژه نامه همایش ملی آمادگی جسمانی در توان رزم
صفحات: ۹۹-۸۷
10.30491/JMM.22.4.87

مولفه‌های فیزیولوژیک و آمادگی جسمانی در رزم در محیط‌های نامتعارف گرم، سرد و مرتفع: مروری روایتی

مهدیه ملانوری شمسی*[۱]، بهزاد بازگیر[۲]، محمد ولدی اطهر[۳]، احمدرضا یوسف‌پور دهاقانی[۴]

[۱] دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۲] استادیار مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی، بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۳] کارشناسی ارشد گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
[۴] پژوهشگر دانشگاه جامع امام حسین علیه السلام، تهران، ایران

چکیده

نظامیان بر حسب مأموریت‌های خود، مستلزم استقرار و انجام عملیات، تحت شرایط محیطی متغیر و نامتعارف هستند و همزمان اختلالات تغذیه‌ای، خواب و فشارهای روانی را تجربه می‌کنند؛ شرایطی که نقش به‌سزایی در تغییر هموستاز، مولفه‌های ورزیدگی نظامی و نهایتاً موفقیت در مأموریت‌های محوله دارد. عدم توجه به پاسخ‌های فیزیولوژیک در شرایط مذکور و تامین نیازهای تمرینی، تغذیه‌ای و انگیزشی، ضمن به خطر انداختن سلامتی، موجب کاهش بهره‌وری و نهایتاً شکست در عملیات‌ها خواهد شد. دیدگاه‌های مختلفی برای مواجهه با اختلالات ایجاد شده در محیط‌های پراسترس ارایه شده‌اند؛ به نظر می‌رسد بررسی پاسخ‌های فیزیوژیک در استرس‌های محیط‌های نظامی، بر اساس ویژگی‌های منحصر به فرد آنها و به کارگیری استانداردهای مشخص برای انجام مأموریت در محیط‌های مذکور، بخشی از راه‌کارهای احتمالی است. این مطالعه مروری ضمن ارایه پاسخ‌های فیزیولوژیکی ایجاد شده در محیط‌های با استرس‌های گرمایی، سرمایی و محیط‌های مرتفع و اثرات احتمالی آنها بر عملکرد افراد نظامی، به بخشی از راه‌کارهای تمرینی و تغذیه‌ای برای مقابله با استرس‌های ایجاد شده در این محیط‌ها اشاره خواهد کرد. اما باید تاکید شود که ارایه راه‌کارهای دقیق براساس نیازهای موجود، به شبیه‌سازی محیط‌های عملیاتی به صورت آزمایشگاهی و تهیه دستورالعمل‌های مدون براساس تحقیقات جهت دار نیاز خواهد داشت.

کلیدواژه‌ها: آمادگی جسمانی، محیط‌های نامتعارف، مولفه‌های فیزیولوژیک، آمادگی در رزم

*نویسنده مسئول: **مهدیه ملانوری شمسی**. پست الکترونیک: molanouri@modares.ac.ir

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

مقدمه

کشور ایران بخاطر موقعیت جغرافیایی و تنوع آب و هوایی دارای محیط‌های گرم کویری با بیشینه دمای بالای ۷۰ درجه سانتی‌گراد (منطقه گندم بریان کویر لوت کرمان) در فصل تابستان و سرد کوهستانی با کمینه دمای منفی ۴۶ درجه سانتی‌گراد (شهر سقز) و دو رشته کوه مرتفع زاگرس و البرز با ارتفاعات حدود ۴۰۰۰ تا ۵۸۰۰ متر می‌باشد. نیروهای نظامی بنابر ماموریت‌ها و رسالت محوله، آموزش می‌بینند تا در شرایط جغرافیایی و محیطی مختلف اعزام شوند، استقرار یابند، و عملیات‌های نظامی آفندی و پدافندی و نامنظم را اجرا نمایند. عمیات‌های نظامی به صوت مکرر در فضاهایی که درگیر استرس‌های شدید محیطی هستند، اجرا می‌شوند. صرف نظر از تجهیزات و سخت افزارهای نظامی، ویژگی محیط عملیاتی، توانایی رزم و مأموریت محوله، عوامل تعیین‌کننده موفقیت در عملیات‌های نظامی می‌باشند؛ که در این میان سازگاری و پاسخ پرسنل نظامی به استرس محیط‌های عملیاتی همچون سرما، گرما، ارتفاع، فشار زیاد (غواصی) و رطوبت، بر توانایی رزمی و انجام مطلوب مأموریت محوله به ایشان، موثر و تعیین کننده است. همان‌گونه که چنانچه بسیاری از کارشناسان نظامی، تغییرات بیوریتمیک و عدم سازگاری فیزیولوژیک سربازان با شرایط محیطی جدید را عامل اصلی غافلگیری و عدم کارایی نظامیان در جنگ‌های خارج از محیط جغرافیایی کشور خود، دانسته اند (۱).

درگیر شدن نیروهای نظامی در محیط‌های با استرس‌های گرمایی و سرمایی می‌تواند عملکرد جسمانی این نیروها را دچار مشکل کند. استرس‌های دمایی می‌توانند نه تنها باعث کاهش قابلیت‌های ذهنی و جسمانی شوند، همچنین می‌توانند افزایش تلفات و مشکلات سلامتی نیز در پی داشته باشند. برای پیشگیری از افت عملکرد در محیط‌های با استرس دمایی استفاده از روش‌های مدیریت استرس‌های گرمایی و سرمایی، شناسایی و درک فاکتورهای خطر مرتبط با این محیط‌ها و تلاش برای حفظ و به حداقل رساندن آسیب‌ها در زمان آموزش یا عملیات‌های نظامی لازم به نظر می‌رسد. در ادامه این مبحث تلاش خواهیم کرد تا ضمن ارایه برخی از تغییرات فیزیولوژیک احتمالی در این محیط‌ها، روش-های مقابله با استرس‌های دمایی با هدف پیشگیری از افت عملکرد جسمانی در نیروهای نظامی ارایه گردد.

از سویی دیگر، یکی از محیط‌هایی که می‌تواند عملکرد نیروهای نظامی را تحت تاثیر قرار دهد محیط‌های مرتفع (کوهستان) می‌باشد هر چند پاسخ‌های فیزیولوژیک عمده به این گونه محیط‌ها عمدتاً در ارتفاعات متوسط و بالا محدود کننده می‌باشند. اما عملکرد جسمانی در محیط‌های با ارتفاع پایین‌تر نیز به ویژه در افرادی که سازگاری‌های لازم را برای قرارگیری در این محیط‌ها کسب نکرده‌اند دستخوش تغییر خواهد شد. به نظر می‌رسد پاسخ‌های فیزیولوژیکی و روانی با قرار گرفتن در محیط‌های مرتفع ایجاد می‌شود که می‌تواند تهدید کننده عملکرد نظامیان در هنگام ماموریت‌های محوله باشد. پاسخ‌های ایجاد شده در محیط‌های مرتفع به صورت مشکلاتی مانند بیماری حاد کوهستان یا طولانی‌مدت با کاهش توده عضلانی و اثرات دیگر عملکرد بدنی را تحت تاثیر را قرار می‌دهد. پاسخ‌هایی که حتی ممکن است به صورت پاتولوژیک در قالب ادم مغزی یا ادم ریوی در ارتفاع بالا نیز نشان داده شود (۲). قرارگیری در این محیط‌ها در زمان‌های مشخص و سازمان‌دهی آموزش‌های نظامی در زمان مواجهه با این محیط‌ها می‌توانند در ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک موثر باشد. در این مقاله مروری ضمن ارایه پاسخ‌های فیزیولوژیک ایجاد شده در محیط‌های سرد، گرم و مرتفع، سازگاری‌های احتمالی در این محیط‌ها و مدت زمان مورد نیاز برای ایجاد این سازگاری‌ها مورد بحث قرار خواهد گرفت و نیازهای تغذیه‌ای و تمرینی لازم برای بهبود، ارتقا و حفظ آمادگی جسمانی در رزم ارائه خواهد شد.

محیط‌های سرد، مولفه‌های فیزیولوژیک و آمادگی جسمانی در رزم: محیط‌های سرد می‌توانند در ایجاد محدودیت‌های جسمانی با توجه به شاخص فشار سرمایی نقش داشته باشند. دمای هوا و سرعت باد تعیین‌کننده‌های اصلی فشار سرمایی هستند، با استفاده از نمودارها و جدول‌های سوز باد طراحی شده می‌توان در هر دمای هوا و سرعت باد، دمای معادل در هوای آرامی (بدون باد) را ترسیم کرد (۳، ۴). شاخص دمای سوزباد، خطر نسبی سرمازدگی و زمان‌های پیش‌بینی شده برای یخزدگی پوست صورت با توجه به پوشش کمتر احتمالی در هوای سرد را نشان می‌دهد (۵). اگر دمای هوا بیش از صفر درجه سانتی گراد باشد، سرمازدگی رخ نمی‌دهد. پوست مرطوبی که در برابر باد قرار می‌گیرد سریع‌تر خنک می‌شود، و اگر پوست خیس باشد و در برابر باد قرار گیرد، دمای محیط استفاده شده در جدول دمای سوز باد باید ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای محیط واقعی باشد (۶). پیشنهاد شده است افراد با پوشیدن لباس‌های ضد باد و یا انجام فعالیت‌های بدنی شدید می‌توانند به مقدار زیادی آثار سوز باد را کاهش دهند.

پاسخ و سازگاری فیزیولوژیک بدن با محیط سرد: پاسخ‌های فیزیولوژیکی و رفتاری ایجاد شده به دنبال قرارگیری در محیط سرد برای حفظ دمای طبیعی بدن ایجاد خواهد شد. در بیشتر موارد، انسان از سرمازدایی رفتاری در سرما استفاده می‌کند. این رفتارها شامل مهاجرت، پناهگاه ساختن، پوشیدن لباس‌های عایق بندی بالا و فعالیت بدنی است. با این حال در بسیاری از موارد پاسخ‌های فیزیولوژیکی نیز به کمک فرد می‌آیند، در زمان قرارگیری در محیط سرد تولید گرما در بدن افزایش می‌یابد و از دست رفتن گرما با مکانیسم انقباض عروقی به حداقل می‌رسد. تولید گرما از طریق گرمازایی بدون لرزش، گرمازایی لرزشی و تغییرات متابولیکی ایجاد شده از طریق فعالیت‌های بدنی ایجاد می‌شود. گرمازایی بدون لرزیدن با افزایش تولید گرمای متابولیک ایجاد می‌شود که نتیجه آن کمتر شدن تولید گرما از طریق لرزش

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

ایجاد شده در عضلات اسکلتی است. هورمون‌هایی مانند کاتکولامین‌ها، گلوکوکورتیکوییدها و تیروکسین باعث افزایش متابولیسم پایه در طول قرارگیری در معرض هوای سرد می‌شوند (۷). از سویی دیگر، فعالیت‌های بدنی در هوای سرد بسته به شدت و مدت زمان انجام می‌توانند باعث تولید مقادیر تولید گرمای متابولیک در هوای سرد شوند. عضلات اسکلتی با درگیر شدن در هر فعالیت‌های ورزشی ارادی، با لرزش غیرارادی بدن در سرما منبع مهمی برای تولید گرما در برابر استرس‌های سرمایی هستند (۸). همزمان سیستم قلبی عروقی نیز با توجه به نیاز به اکسیژن بیشتر برای گرمازایی دچار پاسخ‌های متفاوتی می‌شود. در این شرایط علی‌رغم اینکه ضربان قلب استراحت دچار تغییرات عمده‌ای نمی‌شود، افزایش در برون‌ده قلبی افزایش ناشی از افزایش حجم ضربه‌ای مشاهده شده است (۱). همچنین تفاوت‌های فردی در تعدیل پاسخ‌های فیزیولوژیک ایجاد شده به دنبال سرما نقش دارند، و شاخص‌هایی مانند ویژگی‌های آنتروپومتریک، سن، جنس، آمادگی بدنی، پوشش و ... می‌توانند عوامل عمده باشند (۳).

با قرارگیری مکرر در معرض سرما سازگاری‌های فیزیولوژیک، رفتاری و مورفولوژیک در انسان ایجاد می‌شود. هنگامی که فرد به صورت مکرر در معرض سرما قرار گیرد احساس گرمازدایی شدید و لرز کمتر می‌شوند و واکنش انقباض عروق کند می‌شود. در عین حال، پاسخ‌های استرس سرمایی مانند تغییرات فشار خون و هورمون‌های استرسی کاهش می‌یابد. پیشنهاد شده است سازگاری عایقی با سرما هنگامی ایجاد می‌شود که تولید گرمای متابولیکی برای جلوگیری از کاهش دمای مرکزی کافی باشد (۹). سازگاری‌های اولیه با دوره‌های مکرر قرارگرفتن در معرض سرما با مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه ایجاد شده است و استرس فیزیولوژیکی و ناراحتی بدن را کاهش می‌دهد. این منجر به کاهش واکنش‌های فیزیولوژیکی در برابر سرما می‌شود، که شاید مهم‌ترین تغییر آن تاخیر در شروع واکنش لرزیدن باشد، و دلیل احتمالی آن بهبود کارایی تولید گرما از گرمازدایی غیرلرزشی است. قرار گرفتن در معرض تکرارهای طولانی‌مدت بین ۳ ساعت تا ۱۴ روز در محیط‌هایی بین ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد نیز باعث سازگاری‌های موثر شده است (۴). Leppäluoto و همکاران نشان دادند دوره ۱۱ روزه قرار گرفتن در معرض هوای سرد (۲ ساعت در روز ؛ ۱۰ درجه سانتی‌گراد) باعث بهبود پاسخ‌های متابولیک می‌شود (۱۰).

آمادگی جسمانی در رزم و محیط سرد: در ماه ژانویه (دی و بهمن) در حدود شصت درصد خشکی‌های سطح زمین دمای پائین تر از صفر درجه سانتیگراد و در حدود ۲۵ درصد نیز دمای پائین تر از ۱۸ درجه سانتیگراد دارند. علاوه براین برخی نیروهای نظامی مثل نیروهای مرزبانی در نواحی مرتفع اقامت دارند که در معرض محیط با دمای بسیار سرد قرار می‌گیرند (۱۱). هنگام قرارگیری در محیط سرد عملکردهای بدنی شامل چالاکی انگشتان، هماهنگی، قدرت عضلانی، توان، اجرای سرعتی و پرش،اجرای ورزشی زیربیشینه و بیشینه و ظرفیت کار هوازی بیشینه کاهش می‌یابند. در برخی مطالعات که اقامت در سرما بسیار کوتاه‌مدت بوده و لباس‌های حفاظتی در جلوگیری از کاهش دمای بدن موثر بوده‌اند، سرما اثر بر اجرای بدنی نداشته‌است. بنابراین عنوان شده است که قرارگیری سرما تنها در صورتی دمای عضلات را کاهش داده، منجر به کاهش تنش عضلانی بیشینه حین انقباض ارادی مداوم یا اجرای توانی می‌گردد، و در صورتی که دمای عضلات کاهش نیابد اثر بر عملکرد بدنی ندارد (۱۲).

زمانی که نیروهای نظامی در معرض محیط‌های با استرس سرمایی قرار می‌گیرند؛ علاوه بر سرما، مشکلات دیگری مانند کمبود خواب، کاهش مصرف غذا یا حتی جیره‌بندی‌های غذایی، کم آبی، خستگی بیش از حد و استرس‌های روانی را تجربه می‌کنند. به نظر می‌رسد شکایت از سرما در افرادی که دوره‌های طولانی‌مدت بی-خوابی را تحمل می‌کنند بیشتر است. این افراد ممکن است در طول روز با توجه به بر هم خوردن تنظیم عصبی، انقباض عروق محیطی را تجربه کنند که نتیجه آن احساس سرمای بیشتر خواهد بود. تنظیم‌کننده‌های درجه حرارت بدن و خواب در سیستم عصبی مرکزی (Central Nervous System) (CNS) به محرک‌های عصبی مشابهی پاسخ می‌دهند. به علاوه عملکردهای تنظیمی CNS با بخش‌هایی که در تنظیم درجه حرارت بدن نقش دارند مرتبط هستند (۱۳).

از سویی دیگر، قرار گرفتن در معرض استرس سرما منجر به کمبود آب بدن می‌شود. از علل کم آبی در سرما می‌توان به از بین رفتن آب بدن در اثر تنفس و از طریق تعریق، ادرار زیاد، کاهش حس تشنگی و همچنین کاهش مصرف مایعات اشاره کرد. سربازانی که عملیات در هوای سرد را انجام می‌دهند، معمولاً ۳ تا ۸ درصد از وزن بدن آن‌ها کاهش می‌یابد. این میزان کمبود آب بدن از نظر میزان مشابه میزان گزارش شده در مناطق آب و هوایی گرم است. نشان داده شده است که تامین آب بدن و پیشگیری از کم آبی بدن در محیط‌های سرد تأثیر قابل توجهی در سلامت و عملکرد سربازان خواهد داشت (۱۴، ۱۵). پیشنهاد شده است که کم‌آبی ایجاد شده در اثر سرما به صورت منفی بر عملکرد فیزیکی و شناختی، تنظیم دمایی و سرمازدگی تاثیر دارد (۱۶)، و اضافه کردن گلیسرول به آب ممکن است با کم آبی و کاهش عملکرد ایجاد شده در اثر سرما مقابله کند. همچنین به نظر می رسد استفاده از مکمل‌های ویژه برای ارتقای عملکرد و مداخلات دارویی مانند ترکیبات افدرین و گزانتین نیز می‌توانند در تنظیم دمای بدن در هنگام قرارگیری در محیط سرد موثر باشند (۱۴).

به علاوه، نیازهای انرژیتیکی بدن به درشت مغذی‌ها نیز با توجه به افزایش مصرف انرژی در فعالیت‌های بدنی اختیاری و لرزش غیرارادی بدن افزایش پیدا می‌کند. نیازهای متابولیک و کمبود آب بدن با توجه به لباس‌های بیشتر مورد استفاده در محیط‌های سرد، پیاده‌روی در برف عمیق و شدت فعالیت بدنی انجام شده در هوای

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

سرد افزایش نشان می‌دهد. پیشنهاد شده است، در دسترس بودن مقادیر کافی کربوهیدرات در محیط‌های سرد می‌تواند در بهبود عملکرد موثر باشد (۱۴،۱۷). چندین مطالعه نشان‌دهنده نیاز کالریک بیشتر نظامیان در محیط‌های سرد است و برآوردها دامنه‌های مختلفی را نشان می‌دهند (۱۸،۱۹). توصیه‌های مربوط به نظامیان برای یک فرد حدود ۸۰ کیلوگرمی ۵۶ کیلوکالری به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در هوای سردتر از ۱۴ درجه سانتی گراد است که حدود ۴۵۰۰ کیلوکالری در روز خواهد بود. در شرایط هوا با سرمای کم‌تر این میزان نیاز کالریک به مقدار ۹۰۰ کیلوکالری در روز کاهش می‌یابد (۲۰). با این وجود، پیشنهاد شده است که بسته به شرایط محیطی سرد که نیازهای فرد برای تامین انرژی ورای موارد اشاره شده باشد، کربوهیدارات‌ها می‌توانند تا حدود ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز را تامین کنند. برخی از منابع پیشنهاد می‌کنند حدود ۴۰۰ گرم کربوهیدرات در هنگام قرارگیری در محیط سرد به صورت روزانه مورد نیاز است. با این حال، مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای فعالیت‌های متفاوت براساس شدت فعالیت بدنی متفاوت خواهد بود در فعالیت‌های بدنی سبک این میزان ۳–۵ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز در فعالیت با شدت متوسط: ۵–۷ گرم به ازای هر کیلو گرم وزن بدن در روز، در فعالیت‌های با شدت زیاد: ۶–۱۰ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز و در فعالیت‌های بدنی با شدت بسیار زیاد: ۸–۱۲ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز می‌تواند مورد نظر قرار گیرد (۱۴).

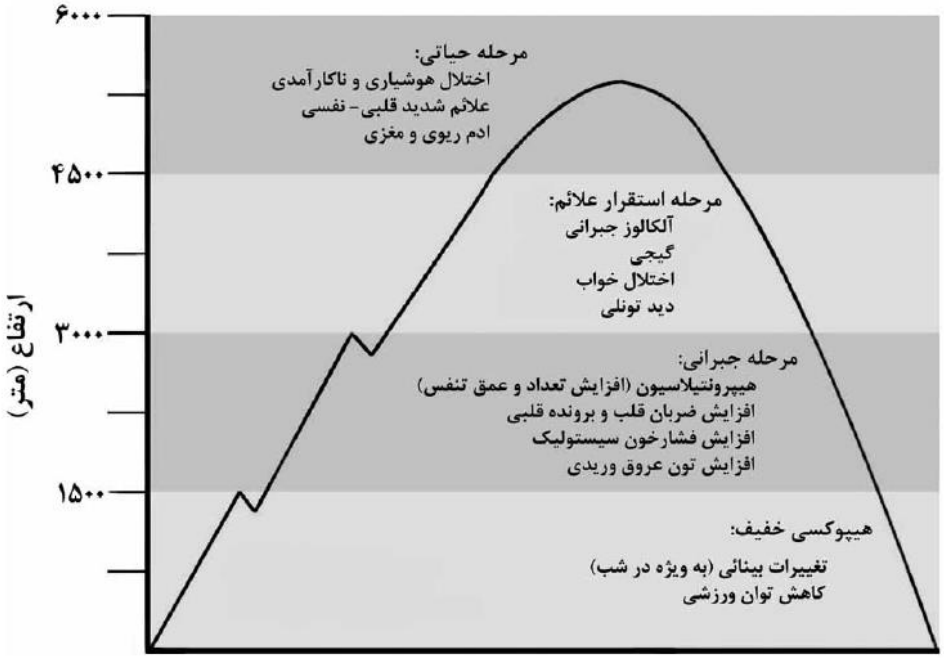
در تحقیق سال ۲۰۱۷ که بر روی ۲۸ سرباز و توسط موسسه تحقیقاتی پزشکی محیط ارتش آمریکا انجام گرفت اثر دو مداخله قرارگیری و فعالت روزشی اسکی به مدت ۳ و ۴ روز در دمای هوای با کمینه منفی ۱۱۸– ۴ درجه مجموع عوامل اشاره شده در هنگام استرس سرمایی می‌تواند به کاهش عملکرد نظامیان از ابعاد مختلف منجر شود. تفنگداران آمریکایی در طی دوره‌های آموزشی خود، تمرینات مختلف از دامنه متوسط تا شدید به صورت طولانی مدت و تکرارهای بالا و با قرارگیری در معرض استرس‌های محیطی سرد را انجام می‌دهند. ترکیب این استرس‌ها با خستگی بیش از حد، کمبود خواب، کمبود مواد غذایی باعث ایجاد سازگاری‌هایی در آنها می‌شود که نتیجه آن حفظ درجه حرارت مرکزی بدن و سازگاری با هایپرترمی خواهد بود (۲۱). همچنین پیشنهاد شده است که تمرینات استقامتی می‌تواند باعث تقویت پاسخ‌های انقباض عروق در سرما (۹،۱۴). با این حال باید توجه داشت که استفاده از لباس‌های مناسب، پوشش‌های مناسب برای پیشگیری از تشعشعات و کیسه‌های خواب مناسب مهم‌ترین روش‌هایی خواهند بود که به نظامیان برای انجام عملیات های طولانی‌مدت در محیط-های سرد کمک خواهد کرد.

محیط مرتفع (کوهستان)، مولفه‌های فیزیولوژک و آمادگی جسمانی در رزم: در ارتفاع اولین دشمن محیط است. بشر برای اینکه درارتفاع زندگی کند و بجنگد آفریده نشده‌است. در سال ۲۰۰۲ از مجموع ۲۷ عملیات ارتش آمریکا تعداد ۲۳ مورد در ارتفاع بالا انجام گرفت. در یکی از این عملیات ها به بهانه جنگ با طالبان که به منظور اشغال افغانستان شکل گرفت در بهار سال ۲۰۰۲ نیروهای نظامی در نبرد با طالبان در کوه تاکور غار با ارتفاع حدود ۳۶۰۰ متر، مرگ ۸ نفر و آسیب دیدن ۸۰ نفر و از دست دادن دو بالگرد بوئینگ سی‌اچ–۴۷ شنوک را تجربه کردند. در این نبرد ۱۷ روزه ۱۰ نفر از ۸۰ نفر آسیب دیده دچار بیماری حاد کوهستان شده بودند (۲۲). پاسخ‌های فیزیولوژیکی مشخصی در ارتفاعات ایجاد می‌شود که می‌تواند به صورت کوتاه مدت شامل شرایطی مانند بیماری حاد کوهستان یا به صورت طولانی مدت در قالب کاهش توده عضلانی بروز کند. پژوهش‌های انجام شده در مورد نظامیان نشان دهنده آن است که حداقل ۲۵ درصد نیروهای نظامی ناآشنا به محیط‌های مرتفع زمانی که به ارتفاع حدود ۳۰۰۰ متر صعود می‌کنند و بیش از ۸۰ درصد نظامیانی که در ارتفاع حدود ۴۰۰۰ متر نبرد نظامی دارند دچار مشکلات ناشی از ارتفاع می‌شوند (۱۴). در افراد ساکن در ارتفاعات میزان ارتفاع مهم است، اما در افرادی که در معرض تغییرات ناگهانی در ارتفاع قرار می‌گیرند علاوه بر میزان ارتفاع تغییر ناگهانی در میزان ارتفاع نیز اهمیت پیدا می‌کند، چرا که بسیاری از اختلالات با ایجاد سازگاری در ارتفاع برطرف می‌شوند (۲۳). در طب ارتفاعات ۲۴۳۸ تا ۳۶۵۸ متر (معادل ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ فوت) را ارتفاعات بلند؛ ۳۶۵۹ تا ۵۴۸۷ متر (۱۲۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰ فوت) را خیلی بلند و بیش از ۵۴۷۸ متر (معادل ۱۸۰۰۰ فوت) را خیلی خیلی بلند می‌نامند (۲۳). اگر زمان کافی برای صعود وجود دارد راه کار اصلی برای پیشگیری از مشکلات احتمالی صعود تدریجی خواهد بود پیشنهاد شده است که در ارتفاعات بالاتر از ۲۵۰۰ متر حداکثر صعود روزانه ۳۰۰ متر باشد (۲۴).

پاسخ و سازگاری فیزیولوژیک بدن به محیط مرتفع (کوهستان): در هنگام قرارگیری در شرایط هایپوکسی ناشی از ارتفاع کاهش ظرفیت هوازی به میزان ۲/۴ درصد به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع و به دنبال آن تاکی پنه رخ می‌دهد (۲۵). به نظر می‌رسد تغییرات فیزیولوژیک ایجاد شده در ارتفاعات بیشتر ناشی از کاهش فشار سهمی اکسیژن، کاهش فشار محیطی و کاهش غلظت گاز دمی است. اگرچه نسبت اکسیژن در هوا در هر ارتفاعی در حد ۲۰/۹۳ درصد ثابت است، ولی چون فشار محیط با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد از تراکم هوا کاسته می‌شود. در نتیجه در یک حجم مشخص از هوا مولکول‌های اکسیژن کمتری وجود دارد و اکسیژن کمتری دریافت می‌شود. بنابراین برداشت اکسیژن توسط ریه‌ها کاهش می‌یابد و میزان اکسیژن رسانی به بافت‌های نیازمند به آن تقلیل پیدا می‌کند (تغییرات فیزیولوژیکی ایجاد در محیط‌های مرتفع در (شکل–۱) نشان داده شده است). این شرایط باعث کاهش میزان حداکثر اکسیژن مصرفی (Maximal Oxygen

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

Consumption) خواهد شد که بر عملکرد بدنی تاثیر مستقیم خواهد داشت (۲۶–۲۸). همچنین دمای محیط به ازای هر ۱۵۰ متر افزایش ارتفاع یک سانتی‌گراد درجه کاهش می‌یابد و این ویژگی باعث می‌شود که صعود رفته رفته سخت‌تر شود. به دلیل شدت اشعه ماورای بنفش احتمال ایجاد التهاب در سطح پوست و حتی قرنیه چشم ناشی از آفتاب سوختگی نیز افزایش می‌یابد. در ارتفاع بالا کاهش رطوبت مطلق وجود دارد و افزایش خشکی هوا احتمال خطر ایجاد کاهش میزان آب بدن را نیز افزایش می‌دهد. به نظر می‌رسد تغییرات اشاره شده باعث کاهش حجم پلاسمایی و افزایش ضربان قلب خواهد شد. مجموع تغییرات مشاهده شده در کنار استرس، و فعالیت‌های فیزیکی و سطوح خطرناک (زمین‌های خطرناک) امکان آسیب را در افراد بالا خواهد برد.



شکل-۱. پاسخ‌های فیزیولوژیکی ایجاد شده در محیط‌های با ارتفاع مختلف در (تصویر-۱) نشان داده شده است (۲۵)

همچنین وزن بدن که ممکن است عمدتاً در عضله اسکلتی باشد به دلیل کاهش اشتها در ارتفاعات کاهش می‌یابد که می‌تواند روی عملکرد بدنی افراد تاثیرگذار باشد. بنابراین همواره تاکید زیادی بر مصرف انرژی در ارتفاعات صورت گرفته است. با این حال، نیازهای انرژتیک و ترکیب آنها در هنگام قرارگیری در ارتفاع به مدت و شدت فعالیت بدنی انجام شده، منابع انرژی بدن قبل از قرار گرفتن در این محیط و شرایط محیطی بستگی دارد. افرادی که ساکن ارتفاعات هستند انرژی مصرفی پایه بالاتری دارند و نیازهای انرژیتیکی بیشتری در هنگام فعالیت‌های بدنی نیز مورد نیاز خواهد بود.

مطالعات نشان دهنده آن هستند که فعالیت بدنی تا حدود ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در حدود ۱۷ تا ۱۸ ساعت در روز در محیط‌های مرتفع منجر به مصرف انرژی در حدود ۴ تا ۷ برابر انرژی مصرفی پایه در نظامیان بوده است (۲۶). بررسی ۷۸۱ سرباز درگیر در مانورهای میدانی نشان دهنده انرژی مصرفی حدود ۳۵۰۰ کیلوکالری در روز یا حدود ۲/۲ برابر نسبت متابولیسم پایه بوده است (۲۹). عملیات‌های نظامی در ارتفاعات حتی ممکن است از میزان اشاره شده نیز انرژی مصرفی بالاتری نیاز داشته باشد. تغییرات ایجاد شده در انرژی مصرفی در ۲ تا ۳ روز اولیه قرار گرفتن در ارتفاع بالاتر است و به تدریج در طی ۳ هفته ثابت می‌شود. به نظر می‌رسد افزایش انرژی مصرفی با توجه به بارحمل شده توسط سربازان و شرایطی که باید در آن پیاده‌روی کنند مانند وجود برف افزایش یابد (۱۴).

مدل‌های مختلفی برای ایجاد سازگاری به ارتفاع پیشنهاد شده است، پیشنهاد می‌شود افراد می‌توانند با قرار گرفتن در محیط‌های که خیلی مرتفع نیستند (برای مثال پایین‌تر از ۵۴۸۶ متر) سازگاری‌هایی را به دست آورند که نتیجه آن مشکلات کمتری در این ارتفاعات خواهد بود. این سازگاری‌های بین افراد مختلف متفاوت خواهد بود و ممکن است در فردی چند روز و در فرد دیگری تا ماه‌ها و سال‌ها زمان نیاز داشته باشد. این سازگاری‌ها از جنبه‌های قلبی عروقی، تنفسی و بیوشیمیایی مورد توجه بوده است. تعادل نسبی در پاسخ‌های فیزیولوژیکی به دنبال قرارگیری ۲۰ روزه در محیط‌های مرتفع پیشنهاد شده است (۳۰). در تحقیقی گزارش شده که دانشجویان نظامی بعد از انجام تمرینات دراز نشست، شنا، جهش‌های سرعتی مجبورند حدود ۱۲ مایل (حدود ۱۹ و نیم کیلومتر) را به سمت ارتفاع ۱۲۰۰۰ فیت (۳۶۵۷ متر) پیاده روی کنند و برخی از آن‌ها کاملاً درمانده می‌شوند (۳۱).

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

آمادگی جسمانی در رزم و محیط مرتفع: وقتی نیروهای نظامی با چتر نجات به محیط‌های نبرد در ارتفاعات بالا اعزام شده‌اند بسیاری از آن‌ها با بیماری‌های حاد ارتفاع مواجه شده‌اند که همراه با سردرد، حالت تهوع، سرگیجه و خستگی بوده است که می‌تواند بسیار ناتوان کننده بوده، برخی از سربازان در ایستادن مشکل داشته و عملکرد جسمانی پایین‌تری در هنگام نبرد خواهند داشت. چندین دارو می‌تواند به سربازان برای کاهش این عوارض کمک کنند. داروهایی مانند استوزالومید (دیاموکس) (Acetazolamide (sold as Diamox)) و ویاگرا (Sildenafil (better known as (Viagra) از داروهایی پیشنهادی بوده‌اند (۳۲). تست‌های خونی ساده و شش ژن ویژه به عنوان شاخص‌های مستعد بودن افراد به بیماری حاد ارتفاع مورد توجه و استفاده ارتش آمریکا بوده است. دانشجویان نظامی سپس در معرض فعالیت‌های جسمانی شدید در ارتفاع حدود ۲۹۰۰ متر قرار می‌گیرند. آشنایی با محیط‌های مرتفع همچنین از طریق چادرهای هایپوکسی نیز صورت می‌گیرد که قابلیت بالایی برای شبیه سازی محیط‌های مرتفع دارند (۳۱).

مطالعه انجام شده روی سربازان هندی نشان داده است که میزان مرگ و میر در ۲۰۰۰ سربازی که در دهه ۱۹۶۰ در کوه‌های کشمیر رشته کوه هیمالیا و با ارتفاع بین ۳۵۰۰ تا حدود ۵۴۰۰ متر از سطح دریا اقامت داشتند به میزان ۰/۱۶ درصد بوده است (۳۳). این مطالعات پیشنهاد کننده آن است که برای کاهش فشار ایجاد شده روی سربازان (Rated Perceived Exertion) (RPE) و پاسخ‌های فیزیولوژیکی صعود به ارتفاعات به آهستگی باشد (سرعت حدود ۲/۵ تا ۳/۵ کیلومتر در ساعت) و استراحت کافی بین ایستگاه‌ها وجود داشته باشد، و بار جابه‌جا شده بیشتر از ۳۲ درصد از وزن بدن نباشد. با توجه به اینکه محیط‌های مرتفع عمدتاً با سرما نیز همراه هستند دوره‌های سازگاری این محیط‌ها در کنار هم انجام می‌شود. پیشنهاد شده است برای سازگاری با محیط‌های سرد حداقل ۳ هفته و محیط‌های مرتفع حدود ۲ هفته زمان نیاز است (۳۴). این مطالعات پیشنهاد کرده اند که یک هفته اقامت در ارتفاع حدود ۲۴۰۰ متر، ۳۳۵۰ متر و ۴۳۰۰ متر سازگاری مناسب برای عملیات نظامی تا ارتفاع ۵۴۰۰ متر را فراهم می‌آورد. نیروی زمینی ارتش آمریکا و نیروی دریایی این کشور اقامت و تمرین در ارتفاع دوره ۴ و ۲ هفته‌ای را در ارتفاع ۲۰۰۰ متر تا ۳۵۰۰ متر برای آماده سازی نیروها در برنامه آموزشی نیروهای نظامی گنجانده‌اند (۲۲).

ارتش پاکستان پرسنل خود را در دوره ۷ هفته‌ای با این محیط‌ها سازگار می‌کند. برنامه آن‌ها شامل قرار گرفتن ۳ هفته‌ای در ارتفاع ۳۰۵۰ متر است جایی که پرسنل با سرما سازگار می‌شوند و همزمان تمرینات جسمانی، کوهنوردی، صخره‌نوردی، و تمرینات مشابه را پشت سر می‌گذارند. در طی ۴ هفته پایانی سربازان تکنیک‌های کوهنوردی پیشرفته را می‌آموزند، با سرعت به ارتفاع ۴۲۷۰ متر حرکت می‌کنند و برمی‌گردند، به ارتفاع ۵۱۸۵ متر حرکت می‌کنند و برمی‌گردند، و در نهایت به ارتفاع ۵۸۳۶ متری صعود می‌کنند. مطالعات مختلف پیشنهاد کننده آن است که سازگاری در ارتفاعات ۵۴۱۸ متر ممکن نخواهد بود. در ارتفاعات پایین‌تر سازگاری در کمتر از ۱۰ روز رخ نمی‌دهد. در نهایت با وجود سازگاری‌ها این افراد مانند ساکنان ارتفاع یا کوهنوردان حرفه‌ی نخواهند شد. برخی از ارتش‌ها مانند ایتالیا معتقدند برای تربیت یک جنگنده حرفه‌ای در ارتفاع حداقل ۱۰ سال زمان نیاز است (۳۵).

پیشنهاد شده است استفاده از کربوهیدارات در محیط‌های مرتفع در سربازان با توجه به اینکه انرژی بالاتری در هر مول اکسیژن فراهم می‌کند می‌تواند اثرات مفیدی داشته باشد (۳۶). همچنین برای پیشگیری از بی‌اشتهایی انواع مواد تشکیل دهنده مواد غذایی باید در جیره ویژه سربازان گنجانده شود تا اشتهاآور باشند. با وجود اینکه در جذب‌پذیری چربی در ارتفاعات زیر ۴۵۰۰ متر تغییری مشاهده نمی‌شود، اما ارتفاعات بالاتر می‌توانند جذب چربی را دچار اختلال کنند. با توجه به تایید اثرات موثر آنتی اکسیدان‌ها در عملکردهای ورزشی (۳۷–۳۹)، آنتی اکسیدان‌هایی مانند ویتامین‌های E، C، A، و همچنین سلنیوم، روی، مس و منگنز ممکن است در محیط‌های مرتفع و سرد برای پیشگیری از استرس اکسیداتیو مورد نیاز باشند. با توجه به اینکه در محیط‌های سرد و مرتفع دسترسی به میوه و سبزیجات تازه محدود شده باشد، استفاده از مکمل‌های ویتامین C ممکن است به عنوان آنتی اکسیدان مورد نیاز باشند (۴۰).

به نظر می‌رسد در زمان قرارگیری در محیط‌هایی مانند محیط مرتفع دشمن، اولین تهدید کننده سلامت نیروها، شرایط محیطی سخت خواهد بود. توجه به علایم ایجاد شده و خطرات ممکن در مورد بیماری حاد ارتفاع، ادم ریوی و مغزی و روش‌های پیشگیری از آن در نیروهای نظامی باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین، اثرات همزمان سرما و محیط‌های مرتفع بر عواملی مانند اشتها، خلق و خو، و اجرای جسمانی و ذهنی در محیط‌ها باید مدنظر باشد. با این حال توجه به نیازهای فردی در مباحث تمرینی و تغذیه‌ای و همچنین نیازسنجی براساس ارتفاع‌های مورد نظر برای ماموریت‌ها می‌تواند در تدوین دستورالعمل‌های مناسب و موثر مورد توجه قرار گیرد.

محیط گرم، مولفه‌های فیزیولوژک و آمادگی جسمانی در رزم: فعالیت‌های پیشنهادی برای کاهش ریسک آسیب‌های ناشی از گرما و بیماری گرمازدگی شامل، آموزش نیروهای نظامی، سازگاری با گرما، تطبیق زمان فعالیت و استراحت در عملیات‌ها و راهبرد آب رسانی به بدن می‌باشند (۴۱). فشار گرمایی با تاثیر چهار عنصر اصلی دمای هوا، میانگین هوای تابشی، رطوبت مطلق و جابجایی هوا (سرعت باد) ایجاد می‌شود، بنابراین دمایی که دماسنج نشان می‌دهد صرفاً با دمایی که احساس می‌شود برابر نیست (۴۲). به طور مثال در مواردی که اشاره شد، هنگامی که رطوبت هوا

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

بیشتر از ۳۰٪ باشد موجب افزایش دمایی احساسی به میزان ۱ تا ۴ درجه می‌شود (۴۳).

اثرات ترکیبی فشار گرمای محیط و تولید گرمای متابولیک در فعالیت‌های بدنی در محیط‌های با استرس گرمایی منجر به فشار گرمایی قابل ملاحظه‌ای بر نظامیان می‌شود، همزمان لباس و تجهیزات محافظتی پوشیده شده توسط نظامیان نیز مانع از دفع گرما می‌شوند. پاسخ‌های فیزیولوژیک ایجاد شده در این محیط با اختلال در عملکرد افراد و افزایش خطرات ناشی از گرما تهدید کننده موفقیت در ماموریت‌های نظامی محسوب می‌شود. در این راستا برای کاهش خطر بیماری‌های مرتبط با گرما و افزایش عملکرد بدنی افراد و متعاقب آن افزایش موفقیت در عملیات‌ها همواره راه-کارهایی مبنی بر تمرینات هوازی، سازگاری با گرما، آب‌رسانی و پوشش مناسب در ارتش‌های کشورهای مختلف دنیا ارائه می‌شود (۴۴).

پاسخ و سازگاری فیزیولوژیک بدن با محیط گرم:

افزایش ضربان قلب، کاهش جریان خون عضله به دنبال کاهش حجم پلاسما، تحریک و تجمع هورمون‌های استرسی، افزایش استفاده از منابع کربوهیدراتی و تولید لاکتات و خستگی زودرس از پاسخ‌های فیزیولوژیک به فعالیت حاد در محیط‌های با استرس گرمایی هستند. همچنین به نظر می‌رسد عملکرد شناختی نیز در گرما به شدت تحت تاثیر قرار خواهد گرفت (۴۵،۴۶).

سازگاری با گرما بخش کلیدی مدیریت عملیات‌های نظامی در محیط‌های گرم است که با هدف جلوگیری از بیماری‌های مربوط به گرما و بهبود عملکرد (جسمانی و ذهنی) انجام می‌شود (۴۷). رسیدن به مرحله سازگاری با افزایش مداوم دمای مرکزی بدن به دنبال قرارگیری در گرما رخ می‌دهد (۴۸).

در مرحله سازگاری با گرما تغییراتی در فرایندهای متابولیکی بدن رخ خواهد داد. کاهش هزینه اکسیژن مصرفی فعالیت معین به دنبال سازگاری با گرما ممکن است متابولیسم سوبسترا را تغییر دهد. کاهش گلیکوژن مصرفی منجر به افزایش غلظت گلیکوژن عضلات پس از فعالیت می‌شود و هچنین آستانه لاکتات افزایش و غلظت لاکتات کاهش می‌یابد (۴۹،۵۰). هرچند گزارش شده که این تغییرات تا حد زیادی به سازگاری‌های استقامتی نیز مرتبط هستند (۵۱). تغییر در فرایند تعریق بخشی دیگر از فواید سازگاری با گرماست. تعریق در دمای پایین‌تر شروع می‌شود و با افزایش ظرفیت غدد عرق همراه هست. همچنین حساسیت به تغییرات دمای بدن افزایش پیدا می‌کند و سازگاری با گرما احتمالاً باز جذب الکترولیت‌ها را افزایش می‌دهد، درنتیجه عرق رقیق می‌شود و راحت‌تر می‌تواند از سطح پوست تبخیر شود (۵۱،۵۲). در محیط‌های گرم سازگاری‌های قلبی عروقی با گرما بسیار مهم طلقی می‌شوند، سازگاری با گرما باعث می‌شود جریان خون پوستی سریع‌تر آغاز شود و انتقال جریان خون به سمت پوست به کاهش دمای مرکزی کمک می‌کند (۵۲). کاهش ضربان قلب استراحتی و ضربان قلب میانگین فعالیت بدنی معین در نتیجه سازگاری با گرما رخ می‌دهد، این سازگاری‌ها به بازه زمانی ۴ تا ۵ روزه نیاز دارند و در بازه ۷ روزه به حداکثر می‌رسند و و در مجموع کارایی سیستم قلبی عروقی افزایش می‌یابد (۵۳). در نهایت سازگاری با گرما RPE هنگام فعالیت در گرما را کاهش می‌دهد که می‌تواند منجر به بهبود عملکرد و ظرفیت افراد شود (۵۴). این موارد سازگاری‌های فیزیولوژیک مرتبط با قرار گرفتن در محیط گرم و رسیدن به حالت سازگاری با گرما هستند که در نهایت منجر به فشار فیزیولوژیک کمتر و بازگرداندن ظرفیت عملکردی در افراد می‌شوند (۵۱، ۵۲). قابل ذکر است سازگاری‌های نام برده بر اساس تعداد جلسات قرار گیری در گرما به سه دسته کوتاه‌مدت (تا ۷ جلسه)، میان‌مدت (۸ تا ۱۴ جلسه) و طولانی‌مدت (۱۵ جلسه و بیشتر) طبقه بندی شده‌اند (۵۲). در مداخلات کوتاه مدت و معمولاً در ۴ تا ۷ روز نخست سازگاری سریع و موثر اما ناکافی رخ می‌دهد که عمدتاً ناشی از بهبود ثبات استقامت قلبی عروقی، کاهش ضربان قلب مرتبط با افزایش حجم پلاسما است (۵۵،۵۶). در حالی که تغیرات رفتاری معمولاً با سازگاری‌های طولانی مدت و کامل رخ می‌دهد (۵۳).

Radakovic و همکاران گزارش کردند که ده روز متوالی به مدت ۳ ساعت سازگاری غیر فعال در چادر گرم و مرطوب و یا یک ساعت در روز پیاده روی در چادر گرم گرم و مرطوب، تاثیر عوامل فیزیولوژیکی و شناختی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. همچنین گزارش کردند سربازان سازگار با گرما در مقابل فشار گرمایی مقاوم‌تر بودند (۵۷). اما نیازها و تمرینات ویژه ماموریت اغلب اجازه انجام پروتکل‌های طولانی مدت همانند روش‌های بکار گرفته شده در فوق را نمی‌دهد. Charlot و همکاران یک پروتکل ۵ روزه تمرین هوازی پیشرونده با شدت ۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه را به تمرینات نظامی اضافه کردند. کاهش ضربان قلب پس از فعالیت، تحمل راحت تر گرما در استراحت و پس از فعالیت و کاهش RPE، نتایج جالبی بود که بر اساس آن نتیجه‌گیری شد اضافه کردن تمرینات کوتاه‌مدت با شدت متوسط هنگام تمرینات ویژه ماموریت در آب و هوای گرم و خشک تنها در ۵ روز موجب تسریع در تغییرات مفید در راستای ایجاد سازگاری می‌شود (۵۸). اما برای به اوج رساندن عملکرد، افزایش ظرفیت و کارایی عملیاتی نیروهای نظامی در آموزش و مانور نیازمند استفاده از روش‌های خنک‌سازی می‌باشد. Lee و همکاران در یک مطالعه مروری روش‌های خنک‌سازی مورد استفاده و یا در حال توسعه در جوامع نظامی را از جنبه کارایی، محدودیت و کاربرد مورد مطالعه قرار داد. در پایان نتیجه‌گیری شد که روش غوطه‌وری دست در آب مناسب‌تر از روش‌های مصرف مخلوط یخ و تکنولوژی‌های پوشیدنی است (۵۹). استفاده از پوشاک خنک‌کننده با انواع سیستم‌های مختلف (به عنوان مثال جلیقه یخ، خنک‌کننده مایع، خنک کننده هوا) توسعه یافته که در جوامع نظامی به دلیل پوشاک محافظتی نه تنها گرمای متابولیک بیشتری تولید می‌کنند بلکه دفع گرما نیز با مشکل

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

رو برو می‌شود، مناسب به نظر می‌رسد. اما کاربرد این روش به دلیل کاهش تحرک‌پذیری، محدودیت شارژ باتری، وزن زیاد و تولید صدا برای نظامیان محدود به نظر می رسد (۵۹).

آمادگی جسمانی در رزم و محیط گرم: با توجه به عوامل اشاره شده برای حفظ و افزایش آمادگی جسمانی در رزم در محیط‌های با استرس گرمایی توصیه‌هایی در این بخش ارایه می‌شود. برای سازگاری با گرما قبل و هنگام استقرار در محیط گرم برای نیروهای نظامی و ورزشکاران دستورالعمل‌هایی و فعالیت‌های ارائه شده است (۵۲،۶۰،۶۱). براساس پژوهش‌ها و دستورالعمل‌های ارایه شده، پیشنهاد می‌شود، قبل از اعزام به ماموریت موارد ذیل در نظر گرفته شود؛

برای استفاده از حداکثر سازگاری‌های فیزیولوژیکی، ادراکی و عملکردی، حداکثر زمان ممکن را برای معرض محیط با دمای بالا قرار گرفتن نیروها در نظر بگیرید. در حالت ایده‌آل، آماده سازی افراد برای فعالیت در محیط گرم باید حداقل ۱۴ روز قبل از عملیات شروع شود. با این حال نمی‌توان از تفاوت‌های زیاد بین‌فردی در سازگاری با گرما چشم پوشی کرد.

تمرین با شدت‌های بالاتر ممکن است محرک بهتری برای سازگاری سریع‌تر با گرما نسبت به تمرین با شدت پایین ایجاد کند. بنابراین هنگامی که محدودیت‌های زمانی مانع از برنامه‌ریزی‌های طولانی مدت برای سازگاری می‌شوند، تمرینات با شدت بالاتر می‌تواند در نظر گرفته شود.

قرارگیری در محیط گرم به صورت فعال نسبت به حالت غیرفعال سازگاری‌های بهتری ایجاد می‌کند. غوطه‌وری در وان آب داغ و سونای بخار بعد از تمرین راهبردهای غیرفعال سازگاری با گرما هستند (۶۲).

دمای محیط باید مشابه شرایطی باشد که قرار است افراد با آن روبرو شوند.

شدت تمرین در حین سازگاری با گرما باید کنترل شود و به تدریج افزایش یابد تا اطمینان حاصل شود که اضافه بار و سازگاری همچنان رخ می‌دهد.

اندازه‌گیری ضربان قلب روشی کاربردی برای اطمینان از مناسب بودن مقدار فشار فیزیولوژیکی اعمال شده می‌باشد.

تمرینات سازگاری با گرما باید در روزهای متوالی انجام شود. اگر این امکان پذیر نیست، تمرین در محیط گرم یک روز در میان، یا هر سه روز یکبار، می‌تواند سازگاری‌های مفیدی را القا کند.

فواید عملکردی دیرتر از فواید فیزیولوژیک پدیدار می‌شود.

دستورالعمل‌های پیشنهادی برای دوره بعد از اعزام به ماموریت‌ها بدین شرح می‌باشد:

با کاهش شدت و مدت زمان تمرین به آرامی شروع کنید و قرار گرفتن در معرض گرما را محدود کنید.

گرما و بار تمرین (حجم و شدت تمرین) را بسته به تحمل افراد افزایش دهید. به گرمای روز عادت کنید.

تمرینات بدنی باید در خنک‌ترین زمان روز انجام شود.

خوابیدن در اتاق‌های خنک یا تهویه مطبوع، بر وضعیت سازگاری با گرما تأثیر نمی‌گذارد اما به ریکاوری در برابر فشار گرما کمک می‌کند.

توجه داشته باشید که بعد از سازگارشدن افراد با گرما، دوری از تمرین و گرما می‌تواند اثرات سودمند دوره سازگاری را از بین ببرد (۶۱).

یکی از اساسی‌ترین عوامل در هنگام قرارگیری در معرض هوای گرم تنظیم آب بدن می‌باشد. شاید آب‌زدایی به میزان کم اجتناب ناپذیر باشد، اما حفظ عملکردهای جسمانی و شناختی به حفظ مقادیر کافی آب‌رسانی وابسته است. آب‌زدایی به کاهش حجم پلاسما، و افزایش فشار قلبی عروقی و گرمایی منجر می‌شود. هرچند به نظر می‌رسد آب‌زدایی به اندازه ۳ تا ۵ درصد وزن بدن بر فعالیت-های متکی بر قدرت، توان و متابولیسم بی‌هوازی بی‌تاثیر باشد اما آب زادایی فراتر از ۲ درصد وزن بدن ظرفیت هوازی را به ویژه هنگام فعالیت در گرما مختل می‌کند. اندازه‌گیری وزن بدن در زمان‌های ثابت شاخص کلی و مناسبی برای ارزیابی نیاز به مایعات به شمار می‌رود. این شاخص با شاخص‌های مکمل رنگ ادرار و وزن مخصوص تکمیل می‌شود. مقادیر نمک رسوب کرده بر روی لباس ناشی از تعریق زیاد نیز راهنمای مناسبی برای نیازمندی به الکترولیت‌ها ارائه می‌دهد (۴۴). در کنار مایعات مصرف کربوهیدرات هنگام ورزش در گرما از اهمیت بالایی برخوردار است. چراکه دمای مرکزی افزایش پیدا می‌کند و بدن نیاز به انرژی بیشتر و تمایل بیشتر به مصرف گلیکوژن دارد (۶۳).

مصرف کربوهیدرات تاثیر بسیار قابل توجه بر عملکرد زمان رسیدن به خستگی (۹-۲۴٪ فعالیت بیشتر) و همچنین بهبود ۶ تا۱۰ درصدی عملکردهای استقامتی طولانی مدت را به دنبال دارد (۶۴). فواید سودمند مصرف کربوهیدرات کافی هنگام فعالیت در گرما هنگام فعالیت‌های طولانی‌مدت و خسته‌کننده نمایان می‌شود (۶۳). Casa و همکاران گزارش کردند مصرف ۶۰ گرم کربوهیدرات در ساعت، ذخایر گلیکوژن موجود را افزایش می‌دهد. همانطور که گفته شد هرچند این افزایش در فعالیت‌های خیلی شدید فواید غیرمتابولیکی دارد اما ظرفیت فعالیت‌های زیربیشینه را افزایش می‌دهد. از آنجا که در شرایط استرس گرمایی تخلیه شکمی از اهمیت بالایی برخوردار است، به نظر می‌رسد نوشیدنی‌هایی با غلظت ۶ تا ۸ درصد از قندهای ساده (فروکتوز و گلوکز) تخلیه شکمی را مختل نمی‌کند. علاوه بر کربوهیدرات مقادیر ۰/۳ تا ۰/۷ گرم بر لیتر سدیم خوش طعمی و تحریک تشنگی را بهبود می‌دهد و از خطر کم سدیمی می‌کاهد. چرا که افزایش مصرف ارادی مایعات هنگام فعالیت در گرما از اهمیت بالایی برخوردار است (۴۴، ۶۵). توصیه‌های کلی برای مصرف آب براساس شدت فعالیت بدنی انجام شده توسط نظامیان در جدول-۱ ارائه شده است.

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

جدول-۱. جایگزینی مایعات براساس شدت و مدت فعالیت در گرما در شرایط اب و هوایی گرم (۶۰)

		کار راحت		کار متوسط		کار سخت	
طبقه‌بندی گرما	WBGT °C	کار (دقیقه)	مصرف آب (ساعت/ لیتر)	کار (دقیقه)	مصرف آب (ساعت/ لیتر)	کار (دقیقه)	مصرف آب (ساعت/ لیتر)
۱	۲۷/۷ – ۲۵/۶	بدون محدودیت	۰/۵	بدون محدودیت	۰/۷۵	۷۰	**۱**
۲(سبز)	۲۹/۴ – ۲۷/۷	بدون محدودیت	۰/۵	۱۵۰	۱	۶۵	**۱/۲۵**
۳(زرد)	۳۱/۱ – ۲۹/۴	بدون محدودیت	۰/۷۵	۱۰۰	۱	۵۵	**۱/۲۵**
۴(قرمز)	۳۲/۲ – ۳۱/۱	بدون محدودیت	۰/۷۵	۸۰	۱/۲۵	۵۰	**۱/۲۵**
۵ (سیاه)	> ۳۲/۲	۱۸۰	۱	۷۰	۱/۵	۴۵	**۱/۲۵**

WBGT °C: شاخص دمای تر و گویسان به درجه سانتی‌گراد

کار سخت	کار متوسط	کار راحت
• **نگهداری سلاح** • **پیاده روی با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت و کمتر از ۱۵ کیلوگرم بار** • **تمرینات تیراندازی** • **اجرای مراسم**	• پیاده روی در شن و ماسه شل و بدون بار با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت • پیاده روی با سرعت ۵٫۶ کیلومتر بر ساعت و کمتر از ۱۸ کیلوگرم بار • پاسبانی کردن • اجرای حرکات فردی (سینه خیز رفتن)	• پیاده روی با سرعت ۵٫۶ کیلومتر بر ساعت و بیشتر از ۱۸ کیلوگرم بار • پیاده روی در شن و ماسه شل همراه با بار با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت • حمله‌های میدانی

سازگاری با گرما در نیروهای نظامی: سازگاری با گرما توانایی پاسخ بدن و تحمل گرما در طول زمان بوده و اصلی ترین عامل تعیین کننده چگونگی مقاومت نیروهای جنگنده در محیط بی نهایت گرم می‌باشد (۴۱). چنانچه پیشتر نیز ذکر شد، بهبود در عملکرد جسمانی و اجرای ورزشی در نیروهای نظامی با سازگاری در گرما می‌تواند ناشی از تقویت استقامت قلبی عروقی، شامل کاهش ضربان قلب استراحتی، افزایش حجم ضربه‌ای قلب، بهبود فشار خون، بهبود اتساع‌پذیری عضله قلبی باشد (۴۱).

حداکثر میزان تعریق به میزان ۱/۵ لیتر در ساعت در مردان سالم ناآماده تا ۲ تا ۳ لیتر در ساعت در سربازان آموزش دیده سازگار با محیط گرم گزارش شده است (۶۶). یک مورد از بیشترین میزان‌های تعریق مشاهده شده در دنیا مربوط به دونده ماراتن به نام آلبرتو سالازار بوده که علی رغم مصرف مایعات در حدود ۱/۸۸ لیتر در حدود ۵/۴۳ کیلوگرم از وزن بدن (کاهش حدود ۸ درصدی وزن بدن) را حین مسابقه ماراتن از دست داده است که معادل ۳/۷۱ لیتر در ساعت تعریق می‌باشد (۶۷). شدت ورزش و تمرین رابطه خطی با تولید گرما دارد ولی ضرورتاً شدت ورزش منجر به تعریق بیشتر کل بدن نمی‌شود. در نیروهای نظامی ارتش آمریکا با دامنه سنی بین ۱۸ تا ۵۰ سال که در حدود ۱۴ درصد آنها را زنان تشکیل می‌دهند، نشان داده شد که بر خلاف باور عمومی، تفاوت وابسته به جنسیت و سن در پاسخ‌های فیزیولوژیک به گرما در این نیروها دیده نمی‌شود. بلکه تفاوتی اگر در آزمودنی‌ها وجود دارد مربوط به تفاوت در توان هوازی و سازگاری با گرما در آنها بوده است. Corbett و همکاران با عنوان اینکه در حدود ۹ درصد نیروهای نظامی کشور انگلیس را تشکیل می‌دهند، به مرور تفاوت‌های جنسیتی در تحمل گرما پرداخته و عنوان کردند که تفاوت در سازگاری به گرما به تفاوت در آمادگی جسمانی و ویژگی‌های آنتروپومتریکی مرتبط است تا اینکه به خود جنسیت وابسته باشد (۶۸). لذا در اعزام نیروهای نظامی به محیط‌های گرم که در آنجا بلافاصله عملیات دارند، فارغ از زن و مرد بودن و رده سنی نیروها بایست اهمیت ویژه‌ای به سطح آمادگی جسمانی به عنوان عامل تعیین‌کننده سازگاری با محیط گرم معطوف شود (۶۹). Malgoyre و همکاران اخیراً با آزمون استرس گرمایی (سه مرتبه ۸ دقیقه دویدن با شدت ۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) برای سنجش بررسی اثربخشی دوره ۱۴ روزه سازگاری با گرما در نیروهای نظامی کشور فرانسه نشان داد که این آزمون بخوبی می‌تواند به فرماندهان در انتخاب آماده‌ترین نیروهای برای اعزام به ماموریت‌های در محیط گرم کمک کند (۷۰).

سازگاری با گرما نیازمند حداقل ۱ تا ۲ هفته زمان بوده، با این وجود تحمل گرما با بازگشت به محیط با دمای معمول در عرض ۲ تا ۳ هفته از بین می‌رود. در نیروهای نظامی آمریکا که دوره آموزش ۴ ساله می‌باشد، تمرینات بدنی شدید در تابستان و محیط گرم برای نیروهایی که عموماً آزمون‌های آمادگی جسمانی عمومی را با موفقیت سپری کرده‌اند در نظر گرفته می‌شود (۴۱). حال چنانچه شروع دوره آموزش در تابستان باشد، احتمال می‌رود که نیروها در بدو ورود فرصت کافی برای سازگاری با گرما نداشته مستعد آسیب‌ها و بیماری ناشی از گرما باشند. بر این اساس هر رسته ارتش آمریکا برنامه زمان‌بندی سازگاری با گرما مختص به خود را با اولویت داشتن کاهش بیماری‌های ناشی از گرما در محیط آموزش خود دارد، چنانچه در نیروی هوایی به فردی سازگار با گرما

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

گفته می‌شود که بتواند دو ساعت کار یا ورزش مداوم را در ۵ روز هفته یا ۱۰ روز در دوره ۱۴ روزه انجام دهد. در حالیکه در نیروی دریایی افراد بصورت تدریجی در محیط گرم و مرطوب قرار گرفته و شدت تمرینات به مرور در روزها هفته‌ها افزایش پیدا می‌کند و عنوان شده‌است که دو سوم سازگاری‌ها با ۵ روز زمان در نیروهای دریایی حاصل می‌شوند. با این حال هر عملیات نظامی منحصر بوده، الزامات خاص خود را دارد که می‌تواند از دستورالعمل عمومی طبعیت نکند (۷۱). در این راستا آموزش کادر آموزش نظامی بخصوص پزشکان و مربیان تربیت بدنی در خصوص مکانیسم و دوره زمانی سازگاری با گرما اهمیت ویژه‌ای دارد و می‌تواند در پیشگیری، درمان، و بازگشت سریع‌تر نیروهای نظامی به مشاغل و ماموریت‌های سازمانی مفید باشد.

نتیجه‌گیری

نظامیان براساس نیازهای حرفه خود و با توجه تنوع آب و هوایی در سطح کشور درگیر قرارگیری در شرایط محیطی با استرس‌های نامتعارف خواهند بود. قرارگیری از این محیطها با تاثیرگذاری بر عوامل فیزیولوژیک که به صورت مستقیم با عملکرد بدنی در شرایط رزم ارتباط دارند می‌تواند آمادگی جسمانی رزم را تحت تاثیر قرار دهد. در این مطالعه مروری ضمن بررسی پاسخ‌ها و سازگاری‌های فیزیولوژیک ایجاد شده در هنگام قرارگیری در محیطهای با استرس‌های گرمایی، سرمایی و محیط مرتفع بخشی از راه‌کارهای تمرینی و تغذیه‌ای به صورت خلاصه ارایه شده است. با این حال راه‌کارهای ارایه شده در مطالعه حاضر براساس تجربیات موجود در مورد ورزشکاران یا نیروهای نظامی در کشورهای دیگر هستند. بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیک و طراحی و ارایه راه‌کارهای موثر تمرینی و تغذیه‌ای برای حفظ و ارتقای آمادگی جسمانی رزم براساس نیازهای موجود در کشور می‌تواند به بهبود و ارتقای آمادگی رزم در نظامیان منجر شود.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- پیشگیری از کم آبی بدن و تامین نیازهای تغذیه‌ای براساس شرایط محیطی، در محیط‌های سرد، مرتفع و گرم تأثیر قابل توجهی در سلامت و عملکرد جسمانی نظامیان خواهد داشت.
- تمرینات بدنی مختلف از دامنه متوسط تا شدید به صورت طولانی مدت و تکرارهای بالا و با قرارگیری در معرض استرس‌های محیطی و ترکیب این تمرینات با استرس‌هایی مانند کمبود خواب و کمبود مواد غذایی باعث ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک در نظامیان خواهد شد.
- برای ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک و حفظ آمادگی جسمانی رزم در محیط‌های نامتعارف گرم (حدود۱ تا ۲ هفته)، سرد و مرتفع دوره‌های زمانی در مطالعه حاضر پیشنهاد شده است، با این حال تفاوت‌های بین‌فردی در سازگاری با این محیطها باید مدنظر قرار گیرند.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله بر خود لازم می دانیم از برگزار کنندگان همایش ملی آمادگی جسمانی در توان رزم که این مقاله به عنوان بخشی از این همایش ارایه و بررسی شده است تشکر و قدردانی نماییم.

نقش نویسندگان: ارایه ایده و طراحی مطالعه توسط ملانوری شمسی و یوسف پور دهقانیانی انجام شد. جمع آوری و غربالگری اسناد توسط ملانوری شمسی و ولدی اطهر صورت گرفت. تحلیل اولیه محتوای اسناد و ارایه یافته ها توسط ملانوری شمسی، بازگیر و ولدی انجام گرفت و توسط ملانوری شمسی، بازگیر و یوسفپور مورد بازنگری، بحث و توسعه قرار گرفت. همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد

منابع:

1. Sun Z. Cardiovascular responses to cold exposure. Frontiers in bioscience (Elite edition). 2010;2:495.
2. Mehta SR, Chawla A, Kashyap AS. Acute mountain sickness, high altitude cerebral oedema, high altitude pulmonary oedema: the current concepts. Medical journal, Armed Forces India. 2008; 64(2):149.
3. Gagge A, Gonzalez R. Handbook of Physiology, Vol. I. Oxford Univ. Press, New York; 1996.
4. Schmidt V, Bruck K. Effect of a precooling maneuver on body temperature and exercise performance. Journal of Applied Physiology. 1981; 50(4):772-8.
5. Ducharme MB, Brajkovic D. Guidelines on the risk and time to frostbite during exposure to cold winds. Defence Research and Development Toronto (Canada); 2005.
6. Brajkovic D, Ducharme MB. Facial cold-induced vasodilation and skin temperature during exposure to cold wind. European journal of applied physiology. 2006;96(6):711-21.
7. Toner MM, McArdle WDJHpp, extremes emat. Physiological adjustments of man to the cold. 1988:361-99.
8. Haymes EM, Wells CLJIC, IL. Environment and Human Performance. Human Kinetics Publ. 1986.
9. Young AJ. Homeostatic responses to prolonged cold exposure: Human cold acclimatization. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick Ma; 1994.

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

10. Leppäluoto J, Westerlund T, Huttunen P, Oksa J, Smolander J, Dugué B, et al. Effects of long-term whole-body cold exposures on plasma concentrations of ACTH, beta-endorphin, cortisol, catecholamines and cytokines in healthy females. 2008;68(2):145-53.
11. Sawka BJFaMN. Influence of Cold Stress on Human Fluid Balance. In: Marriott BM CS, editor. Nutritional Needs In Cold And In High-Altitude Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations. Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research: National Academies Press (US); 1996.
12. Freund BJ, Young AJ. Environmental Influences on Body Fluid Balance during Exercise-Cold Exposure. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick MA; 1995.
13. Czeisler CA, Weitzman E, Moore-Ede MC, Zimmerman JC, Knauer RSJS. Human sleep: its duration and organization depend on its circadian phase. 1980;210(4475):1264-7.
14. Carlson SJ, Marriott BM. Nutritional Needs in Cold and High-Altitude Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations: National Academies Press; 1996.
15. Kenefick RW, Hazzard MP, Mahood NV, Castellani JW. Thirst sensations and AVP responses at rest and during exercise-cold exposure. Medicine and science in sports and exercise. 2004 ;36(9):1528-34.
16. Zhang N, Du SM, Zhang JF, Ma GS. Effects of Dehydration and Rehydration on Cognitive Performance and Mood among Male College Students in Cangzhou, China: A Self-Controlled Trial. International journal of environmental research and public health. 2019;16(11):1891.
17. Amor A, Vogel J, Worsley D. The energy cost of wearing multilayer clothing: APRE; 1973.
18. King N, Mutter SH, Roberts DE, Sutherland MR, Askew EW. Cold weather field evaluation of the 18-Man Arctic Tray Pack Ration Module, the meal, ready-to-eat, and the Long Life Ration Packet. Military medicine. 1993;158(7):458-65.
19. LeBlanc JJJoap. Effect of environmental temperature on energy expenditure and caloric requirements. 1957;10(2):281-3.
20. King NJNNiC, Operations H-AEAfMPiF. Cold-Weather Field Feeding: Military Rations. 1996:101.
21. Young AJ, Castellani JW, O'Brien C, Shippee RL, Tikuisis P, Meyer LG, et al. Exertional fatigue, sleep loss, and negative energy balance increase susceptibility to hypothermia. 1998;85(4):1210-7.
22. Truesdell AG, Wilson RLJMm. Training for medical support of mountain operations. 2006;171(6):463-7.
23. Reza A, Vahid Z. Morori bar bimari haye ertefa. annals of military and health sciences research. 2010;7(4):308-19.
24. Anna Hartman-Ksycińska JK-Z, Bogumił Lewandowski. High altitude illness. Przegl Epidemiol. 2016;70 (3):490-9.
25. R Alizadeh, V Ziaee. moroori bar bimarihaye ertefaat. Annals of Military and Health Sciences Research. 2008;7(4):308-19.
26. Brooks GA. Energy flux, lactate shuttling, mitochondrial dynamics, and hypoxia. Hypoxia: Springer; 2016. p. 439-55.
27. Dastbarhagh H, Hovanloo F, Ghorbani O, Bazgir B. Effect of a period high intensity interval training in two condition hypoxia and normoxia on leukocyte and CBC in response incremental exercise. Exercise physiology. 2014;7(25):47-56.
28. Obhani V, Dastbarhagh H, Delpasand A, Bazgir B, Kargar Jahromy H, Farzam M. Intermittent exercise in hypoxia modulates both cytokines levels and aerobic performance. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences (IJBPAS). 2013;2(6):1316-27.
29. Jones P, Jacobs I, Morris A, Ducharme MBJJoAP. Adequacy of food rations in soldiers during an arctic exercise measured by doubly labeled water. 1993;75(4):1790-7.
30. Bender PR, McCullough RE, McCullough RG, Huang S-Y, Wagner PD, Cymerman A, et al. Increased exercise SaO2 independent of ventilatory acclimatization at 4,300 m. 1989;66(6):2733-8.
31. Simon S. Pentagon's Uphill Battle Afghan Campaign Spurs Military to Seek Remedy for Troops' Altitude Sickness: Wal street journal; [cited 2011 March 25, 2011 12:01 am ET].
32. Muza SR, Beidleman BA, Fulco CSJHAM, Biology. Altitude preexposure recommendations for inducing acclimatization. 2010;11(2):87-92.
33. Singh I, Khanna P, Srivastava M, Lal M, Roy SB, Subramanyam CJNEJoM. Acute mountain sickness. 1969;280(4):175-84.
34. Chatterjee T, Bhattacharyya D, Pramanik A, Pal M, Majumdar D, Majumdar DJMMR. Soldiers' load carriage performance in high mountains: a physiological study. 2017;4(1):6.
35. Grau LW, Vázquez HJMR. Ground combat at high altitude. 2002;82(1):22-9.
36. McClelland GB, Hochachka PW, Weber J-MJPotNAoS. Carbohydrate utilization during exercise after high-altitude acclimation: a new perspective. 1998;95(17):10288-93.
37. Shamsi MM, Chekachak S, Soudi S, Gharakhanlou R, Quinn LS, Ranjbar K, et al. Effects of exercise training and supplementation with selenium nanoparticle on T-helper 1 and 2 and cytokine levels in tumor tissue of mice bearing the 4 T1 mammary carcinoma. 2019;57:141-7.
38. Shamsi MM, Chekachak S, Soudi S, Quinn L, Ranjbar K, Chenari J, et al. Combined effect of aerobic interval training and selenium nanoparticles on expression of IL-15 and IL-10/TNF-α ratio in skeletal muscle of 4T1 breast cancer mice with cachexia. 2017;90:100-8.
39. Simioni C, Zauli G, Martelli AM, Vitale M, Sacchetti G, Gonelli A, et al. Oxidative stress: role of physical exercise and antioxidant nutraceuticals in adulthood and aging. 2018;9(24):17181.
40. Singh SN. Determining Nutritional Requirements of Indian Soldiers: An Outcome of Translational Research. Translational Research in Environmental and Occupational Stress: Springer; 2014. p. 109-16.

Downloaded from militarymedj.ir at 14:26 +0430 on Thursday April 22nd 2021

41. Nye NS, O'Connor FG. Exertional Heat Illness Considerations in the Military. Exertional Heat Illness: Springer; 2020. p. 181-209.
42. Budd GJJoTB. Assessment of thermal stress-the essentials. 2001;26(4-5):371-4.
43. Steadman RGJJoam. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. 1979;18(7):861-73.
44. Cheung SJHK, Champaign, IL. Advanced environmental exercise physiology. 2010.
45. No M, Kwak H-BJImr. Effects of environmental temperature on physiological responses during submaximal and maximal exercises in soccer players. 2016;5(3):216-22.
46. Rahimi GRM, Albanaqi AL, Van der Touw T, Smart NAJJoss, medicine. Physiological Responses to Heat Acclimation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. 2019;18 (2):316.
47. Cheung SS, Lee JK, Oksa JJAp, nutrition,, metabolism. Thermal stress, human performance, and physical employment standards. 2016;41(6):S148-S64.
48. Heat Stroke. Comprehensive Physiology. p. 611-47.
49. King DS, Costill DL, Fink WJ, Hargreaves M, Fielding RAJJoAP. Muscle metabolism during exercise in the heat in unacclimatized and acclimatized humans. 1985;59(5):1350-4.
50. Febbraio MA, Snow RJ, Hargreaves M, Stathis CG, Martin IK, Carey MFJJoAP. Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men: effect of acclimation. 1994;76(2):589-97.
51. Human Heat Adaptation. Comprehensive Physiology. p. 325-65.
52. Tyler CJ, Reeve T, Hodges GJ, Cheung SS. The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis. Sports Medicine. 2016;46(11):1699-724.
53. Périard J, Racinais S, Sawka MNJSjom, sports si. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: applications for competitive athletes and sports. 2015;25:20-38.
54. De Dear R, Brager GSJIjob. The adaptive model of thermal comfort and energy conservation in the built environment. 2001;45(2):100-8.
55. Garrett AT, Goosens NG, Rehrer NG, Patterson MJ, Cotter JDJEjoap. Induction and decay of short-term heat acclimation. 2009;107(6):659.
56. Armstrong LE, Maresh CMJSM. The induction and decay of heat acclimatisation in trained athletes. 1991;12(5):302-12.
57. Radakovic SS, Maric J, Surbatovic M, Radjen S, Stefanova E, Stankovic N, et al. Effects of Acclimation on Cognitive Performance in Soldiers during Exertional Heat Stress. Military Medicine. 2007;172(2):133-6.
58. Charlot K, Tardo-Dino P-E, Buchet J-F, Koulmann N, Bourdon S, Lepetit B, et al. Short-Term, Low-Volume Training Improves Heat Acclimatization in an Operational Context. 2017;8(419).
59. Lee JK, Kenefick RW, Cheuvront SNJTJoS, Research C. Novel cooling strategies for military training and operations. 2015;29:S77-S81.
60. Carton C, Oopik V, Rintamaki H, Bourdon L, Glitz K, Werner A, et al. Management of Heat and Cold Stress-Guidance to NATO Medical Personnel. 2012.
61. Daanen HA, Racinais S, Périard JDJSM. Heat acclimation decay and re-induction: a systematic review and meta-analysis. 2018;48(2):409-30.
62. Scoon GS, Hopkins WG, Mayhew S, Cotter JDJJoS, Sport Mi. Effect of post-exercise sauna bathing on the endurance performance of competitive male runners. 2007;10(4):259-62.
63. Scrivin R, Black KJS, Journal C. Sports Drinks Consumed During Exercise, Which Affect Thermoregulation and/or Athletic Performance in the Heat: A Review. 2018;40(5):108-19.
64. Ely BR, Cheuvront SN. Efficacy of nutritional ergogenic aids in hot environments. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick Ma Thermal And Mountain; 2010.
65. Casa DJ, Clarkson PM, Roberts WOJCsmr. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. 2005;4(3):115-27.
66. Sawka MN, Wenger CB. Physiological responses to acute exercise-heat stress. Army Research Inst of Environmental Medicine Natick Ma; 1988.
67. Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels JTJTp, sportsmedicine. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic Marathon. 1986;14 (3):73-81.
68. Corbett J, Wright J, Tipton MJ. Sex differences in response to exercise heat stress in the context of the military environment. 2020:jramc-2019-001253.
69. Michael N. Sawka CBW, Andrew J. Young, and Kent B. Pandolf. Physiological Responses to Exercise in the Heat. In: BM M, editor. Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations. Institute of Medicine (US) Committee on Military Nutrition Research: National Academies Press (US); 1993
70. Malgoyre A, Siracusa J, Tardo-Dino P-E, Garcia-Vicencio S, Koulmann N, Charlot KJT. A basal heat stress test to detect military operational readiness after a 14-day operational heat acclimatization period. 2020:1-13.
71. Hosokawa Y, Casa DJ, Trtanj JM, Belval LN, Deuster PA, Giltz SM, et al. Activity modification in heat: critical assessment of guidelines across athletic, occupational, and military settings in the USA. International Journal of Biometeorology. 2019;63(3): 405-27.