

# Review of Musculoskeletal Injuries Resulting from Military Training, Risk Factors and Prevention Strategies, Narrative Review study

Simin Riahy\*

*Clinical Biomechanics and Ergonomic Research Center, AJA University of Medical Science, Tehran, Iran*

## Abstract

**Introduction:** Physical fitness is one of the most effective factors in optimal military missions' performance. Doing exercises to increase fitness is associated with musculoskeletal injuries, which besides reducing the quality of performed tasks, it costs a lot for the health care system. This study aimed to investigate the prevalence and type of musculoskeletal injuries due to military training education and its risk factors. Finally it provides suitable solutions to reduce them.

**Methods and Materials:** This narrative review study has been performed by searching military, injury prevention, and skeletal muscle keywords in various databases such as PubMed, Scopus, Science Direct databases, Google Scholar search engine and Persian articles.

**Results:** The findings indicate a high prevalence of musculoskeletal injuries during military training. The most common injuries are overuse, stress fracture, muscle strain and sprains, especially in the lower extremities. The prevalence, type and area of injuries are different due to differences in the type of military task. For example, Stress fracture and overuse and infantry Stress fracture are common in the Marines. In general, injury risk factors are divided into intrinsic and extrinsic types. Internal risk factors include age, sex, physical activity and fitness, body mass index, fatigue, and body structure. Extrinsic risk factors include heavy loads carriage, footwear, running surface, type of exercise, malnutrition and insomnia. Many solutions have been recommended to reduce these risk factors. For example, designing exercise according to the level of fitness and physical structure of soldiers, using new training methods that are associated with less damage, adequate nutrition and rest, training of instructor and medical staff and optimization military equipment such as footwear and backpacks.

**Discussion and Conclusion:** It seems that successful modifying of these risk factors can be effective in reducing injury and improving military training.

**Keywords:** Injuries, prevention, Musculoskeletal , Military Training

\*(Corresponding Author) Simin Riahy, Clinical Biomechanics and Ergonomic Research Center, AJA University of Medical Science, Tehran, Iran. Email: Riahy\_simin@yahoo.com

## مروری بر آسیب‌های عضلانی - اسکلتی ناشی از تمرینات نظامی، عوامل خطر ساز و راهکارهای پیشگیری: مقاله مروری روایتی

سیمین ریاحی\*

مرکز تحقیقات بیومکانیک بالینی و ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

### چکیده

**مقدمه:** از عوامل تاثیر گذار در انجام بهینه ماموریت‌های نظامی آمادگی جسمانی است. تمرینات بدنی به منظور افزایش آمادگی جسمانی با آسیب‌های عضلانی اسکلتی همراه است که علاوه بر کاهش کیفیت نحوه انجام وظایف هزینه بسیاری نیز به سیستم درمانی وارد می‌کند. هدف از این مطالعه شناخت میزان شیوع و نوع آسیب‌های اسکلتی - عضلانی ناشی از تمرینات نظامی و عوامل خطر ساز آن و در نهایت ارائه راهکارهایی به منظور کاهش آن‌ها می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه یک پژوهش مروری روایتی است. به منظور جستجوی مقالات مرتبط، کلمات کلیدی military injury prevention, skeletal muscle از پایگاه‌های اطلاعاتی، PubMed, Scopus, Science Direct، موتور جستجوگر Google Scholar و مقالات فارسی استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج حاکی از شیوع بالای آسیب‌های عضلانی اسکلتی هنگام آموزش نظامی می‌باشد. از شایع‌ترین آن‌ها می‌توان از Overuse, Stress fracture، کشیدگی عضلانی و پیچ خوردگی‌ها به‌خصوص در اندام تحتانی نام برد. شیوع، نوع و محل آسیب در رسته‌های مختلف نظامی به دلیل تفاوت در روش تمرینی متفاوت است. برای مثال در تفنگ‌داران دریایی Stress fracture و Overuse در افراد پیاده نظام Stress fracture شیوع دارد. به طور کلی عوامل خطر ساز آسیب به دو نوع داخلی و خارجی تقسیم‌بندی می‌شوند. عوامل خطر ساز داخلی شامل: سن، جنس، سطح آمادگی جسمانی، توده بدنی، خستگی و ساختار بدنی است. عوامل خطر ساز خارجی حمل بار سنگین، کفش، نوع ورزش، سطح زمین، کمبود غذایی و بی‌خوابی می‌باشد. به منظور کاهش این عوامل راهکارهایی مانند طراحی تمرین با توجه به سطح آمادگی جسمانی و ساختار بدنی سربازان، استفاده از روش‌های جدید تمرینی که با آسیب کمتری همراه می‌باشند، تغذیه و استراحت کافی، آموزش مربیان و کادر درمانی و بهینه سازی تجهیزات نظامی مانند کفش و کوله پشتی را نام برد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد تعدیل موفقیت آمیز این عوامل می‌تواند در کاهش آسیب‌ها عضلانی اسکلتی و ارتقا آموزش نیروهای نظامی موثر باشد.

**کلمات کلیدی:** آسیب، پیشگیری، عضلانی اسکلتی، تمرینات نظامی

**عنوان کوتاه فارسی:** پیشگیری از آسیب در تمرینات نظامی

### مقدمه

از آمادگی جسمانی بالایی برخوردار باشند (۱). به این منظور ایجاد و

حفظ آمادگی بدنی مناسب دارای اهمیت حیاتی است (۲). وظایف

سربازان و نیروهای نظامی به منظور انجام بهینه وظایف محوله باید

آسیب‌های ناشی از تمرینات نظامی مهم‌ترین قدم در جلوگیری از آن می‌باشد که در طراحی یک برنامه پیشگیری موثر است (۱۳). با توجه با توجه به اهمیت آسیب عضلانی اسکلتی ناشی از تمرینات نظامی و لزوم تعدیل آن، این مطالعه در نظر دارد نوع آسیب و میزان وقوع آسیب‌های اسکلتی عضلانی ناشی از تمرینات نظامی را در پرسنل نظامی مرور کرده و سپس به بررسی راه کارهای پیشنهادی جهت کاهش آن پردازد.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک پژوهش مروری روایتی است. به منظور جستجوی مقالات مرتبط در سال ۱۴۰۰، با استفاده از کلمات کلیدی military، injury, skeletal muscle و prevention پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct، PubMed، Scopus، موتور جستجوگر Google Scholar و مقالات فارسی بدون محدودیت زمانی بررسی شدند. از ۸۰ مقاله استخراج شده در ابتدای مطالعه ۵۴ مقاله که همه یا بخشی از آن‌ها به این موارد اشاره داشتند انتخاب شدند. معیار ورود به مطالعه وجود کلمات کلیدی در عنوان مقاله بود. مقالاتی که به زبانی غیر از فارسی یا انگلیسی و یا دارای مطالب تکراری بودند از مطالعه حذف شدند.

### یافته‌ها

#### میزان شیوع آسیب

خدمت سربازی سبب تغییر سبک زندگی می‌شود و با آسیب‌های عضلانی اسکلتی زیادی همراه است (۱۴). به منظور شناخت نوع و میزان آسیب سربازان پیاده نظام، نیروهای ویژه نیروی دریایی و پرسنل دیگر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (۱۲). مطالعات نشان می‌دهد میزان و نوع آسیب در رسته‌های مختلف نظامی به دلیل تفاوت در روش و مدت تمرین و طبقه‌بندی آسیب‌های اسکلتی عضلانی از ۸٪ تا ۵۱٪ متغیر است (۶، ۱۲)، در طول یک دوره آموزشی ۸ هفته‌ای به طور تقریبی یک چهارم کارآموزان، آسیب اسکلتی عضلانی را تجربه می‌کنند (۱۵). یک مطالعه کوهورت آینده نگر در ارتش ایالات متحده نشان داد که در یک دوره ۱۲ ماهه از ۱۴۳۰ سرباز، ۵۳٪ یک یا چند آسیب را متحمل شدند (۱۰). حین آموزش ویژه جنگ دریایی آسیب دیدگی، از ۶ تا ۱۲ در ۱۰۰

نظامی مستلزم ترکیب منحصر به فردی از فعالیت بدنی و شناخت در محیط‌های غیرقابل پیش بینی و استرس‌زا است. آموزش نظامی نیروهای جدید را برای این وظایف آماده می‌کند (۳). هدف از تمرینات نظامی ارتقا آمادگی جسمانی است (۴). جهت آمادگی برای شرایط جنگ و انجام وظایف، پرسنل باید به طور منظم در تمرینات بدنی و عملیاتی برای حفظ آمادگی شرکت کنند (۱). تمرین بدنی برای دستیابی و حفظ آمادگی جسمانی می‌تواند منجر به آسیب شود (۱). صدمات عضلانی اسکلتی با ممانعت از انجام فعالیت‌های عادی کارکنان کارایی آن‌ها را کاهش می‌دهد (۵). علت بسیاری از ناتوانی‌های مزمن و یکی از علل مهم ترک خدمت، معلولیت ناشی از این آسیب‌ها است (۲). از هر چهار نفر یکی به دلیل آسیب‌های عضلانی اسکلتی از خدمت نظام خارج می‌شود (۶). یک مطالعه کوهورت در مرکز تحقیقات سلامت نیروی دریایی آمریکا گزارش کرد در افرادی که در طول آموزش نظامی به Stress fracture (نوعی شکستگی جزئی به علت تنش‌های مکرر و صدمات پیاپی) دچار شدند احتمال ترک خدمت از افراد دیگر بیشتر است (۷). هر ساله صدمات بدنی تفنگداران دریایی ایالات متحده حدود ۱۱۱ میلیون دلار هزینه و ۳۵۶۰۰۰ روز کاری از دست رفته را در پی دارد (۸) و هزینه زیادی به سیستم نظامی و درمانی کشور وارد می‌کند. پیشگیری نه تنها از کارافتادگی نیروها را کاهش می‌دهد بلکه از تحمیل هزینه به سیستم درمانی نیز جلوگیری می‌کند (۹). از طرف دیگر به دنبال آسیب احتمال وقوع مجدد آن بسیار زیاد است؛ لذا پیشگیری از آسیب احتمال آسیب‌های بعدی را نیز کاهش می‌دهد (۱۰). خوشبختانه حدود ۶۷٪ این آسیب‌ها با سامان‌دهی تمرینات و تجهیزات برطرف می‌شود (۲). انجام صحیح تمرینات، با آسیب کمتر آمادگی بدنی را ارتقا می‌دهد (۱۱). لذا مطالعات زیادی بایستی در زمینه نظارت، پیشگیری و درمان انجام شود و عوامل قابل تغییر با مداخلات مناسب کاهش یابد (۱۲). باید در نظر داشت به علت ماهیت برنامه‌های تمرینی و تغییر ناگهانی سبک زندگی، تعدیل یک فاکتور به تنهایی نمی‌تواند مشکل را حل کند؛ ولی با اصلاح یک یا چند عامل خطر ساز کاهش آسیب می‌تواند قابل توجه باشد (۲). اقدامات لازم جهت کاهش آسیب به مراحل مانده: تعیین نوع و میزان شیوع آن، بررسی عوامل خطر ساز، اجرای مداخلات مناسب و نظارت بر اثربخشی آن‌ها نیاز دارد (۱). شناخت نوع و شیوع

آموزش نظامی حدود ۳ تا ۶٪ از مردان دچار Stress fracture شدند (۲۰). از صدمات دیگر می‌توان از آسیب اندام تحتانی Overuse زانو، پیروستیت و سندرم کمپارتمان پا، تاندونیت آشیل، کشیدگی کپسول مفصلی و لیگامنت‌ها نام برد (۱۴). در نیروی دریایی آمریکا سندرم ایلویوتیبیال، کوفتگی عضلانی، Stress fracture، پیچ خوردگی مچ پا، کمردرد، التهاب تاندون کف پا، شین اسپلیت، التهاب تاندون آشیل و سندرم پلاتوفورمال شایع‌ترین آسیب است (۲).

### محل آسیب

شایع‌ترین ناحیه آسیب در تمرینات نظامی اندام‌های تحتانی می‌باشد (۲۱). بیشتر آسیب اندام تحتانی در زانو و پا و مچ پا (تاندون آشیل) دیده می‌شود (۱۴). رژه و دویدن با آسیب اندام تحتانی همراه است (۲۳). آمادگی هوازی پایین و سابقه آسیب قبلی، خطر آسیب به اندام تحتانی را افزایش می‌دهد (۲۴). انعطاف‌پذیری کم عضله همسترینگ و گاستروکنمیوس-سولئوس و آمادگی هوازی کم با افزایش آسیب همراه است (۲۴). در ملوانان و تفنگداران دریایی ایالات متحده به علت انجام تمرینات ورزشی در عرشه کشتی بیشترین محل آسیب کمر و پس از آن شانه و زانو می‌باشد (۲۲).

### عوامل خطر ساز آسیب در تمرینات نظامی

بعد از شناخت آسیب بررسی علت آن مهم‌ترین قدم در جلوگیری می‌باشد؛ زیرا این اطلاعات کمک می‌کند یک برنامه پیشگیری با در نظر گرفتن محدودیت‌ها طراحی شود که مناسب و با نیاز عملیاتی سازگار باشد (۱۳). شناسایی عوامل خطر ساز قابل اصلاح، اجازه می‌دهد تا تغییراتی جهت کاهش آسیب ایجاد شود و شناسایی عوامل غیر قابل تعدیل نیز اجازه می‌دهد تا اقداماتی برای پیشگیری از آسیب در افرادی که در معرض خطر هستند، انجام شود (۱۵). تمرین را برای سربازانی که مستعد آسیب هستند تعدیل کرده (۱۸) و اثر بخشی آن افزایش یابد (۱۴). نتایج مطالعاتی که عوامل خطر ساز آسیب عضلانی اسکلتی را در سربازان آسیب دیده بررسی می‌کنند متناقض است. برای مثال در یک مطالعه سن در افزایش میزان آسیب موثر دانسته شد و در مطالعه دیگر ارتباطی مشاهده نشد (۱۸). در مجموع عوامل موثر در آسیب را می‌توان به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم کرد (۲، ۱۸). خصوصیات ذاتی یک فرد

نفر در ماه در حین آموزش نظامی مقدماتی تا ۳۰ در ۱۰۰ نفر در ماه متغیر است (۱۲). سهیل نجفی مهری و همکارانش در بررسی ۵۵۵۹ نیروی رسمی از شهریور ۱۳۸۳ تا شهریور ۱۳۸۶ در گبر/سه پادگان آموزشی، ۹۶٪ علت عمده مراجعه به بهداری را آسیب‌های عضلانی اسکلتی ذکر کردند. جانثاری و همکاران شایع‌ترین علت مراجعه به درمانگاه پادگان‌های آموزشی را آسیب‌های عضلانی اسکلتی گزارش کردند (۱۶). شیوع آسیب‌های عضلانی اسکلتی در نیروهای نظامی همه کشورهای جهان مشاهده می‌شود. در کشور نروژ شیوع آسیب‌های ناشی از تمرین‌های نظامی بسیار زیاد گزارش شده است (۱۴). در سال ۱۹۹۹ حدود ۹۰۰۰۰۰ سرباز ایالات متحده دچار آسیب عضلانی اسکلتی شدند که منجر به ۲۴ میلیون مراجعه پزشکی و تحمیل هزینه تقریبی ۵۴۸ میلیون دلار شد. در انگلستان میزان شیوع آسیب آموزش نظامی ۲۰-۵۹٪ می‌باشد که ۸٪ موارد آن منجر به ترک خدمت می‌شود (۱۷). همه این موارد نشان‌دهنده شیوع و اهمیت این آسیب‌ها در نیروهای نظامی می‌باشد.

### نوع آسیب

بسیاری از آسیب‌ها از انباشته شدن تروماهای کوچک تکراری و آسیب‌های ناشی از بیش تمرینی هنگام تمرین ورزشی به وجود می‌آیند (۱۸). دلیل آن وارد شدن فشار مکانیکی تکراری به استخوانی است که با بار تمرین تطابق پیدا نکرده می‌باشد (۱۳). نوع آسیب با توجه به تمرین‌ها متفاوت است، برای مثال در سربازان پیاده Overuse (استفاده بیش از حد)، Stress fracture، کشیدگی عضلانی، پیچ خوردگی پا (۱۹) و در چتر بازان آسیب مچ پا شایع است (۱۹). ۸۲٪ از کل مصدومیت‌ها در ارتش ایالات متحده Overuse می‌باشد که ناشی از افزایش ناگهانی شدت تمرین و انجام حرکات تکراری بدون آمادگی جسمانی است (۲۰) و آسیب‌های دیگر مانند پارگی، له شدگی و تاول کمتر گزارش می‌شود (۱۲). Stress fracture یک آسیب معمول در برنامه‌های تمرینی شدید است که به دلیل وارد شدن فشار مکانیکی تکراری به استخوانی که با بار تمرین تطابق پیدا نکرده، در اوایل یا اواخر دوره بیشتر رخ می‌دهد (۲۰) و در فعالیت‌هایی مانند رژه و دویدن مسافت طولانی دیده می‌شود (۲۱). در یک راه‌پیمایی جاده‌ای ۴۸۳ کیلومتری ۶۰ مورد Stress fracture گزارش شد که بیشتر در استخوان‌های کف پا مشاهده شد (۲۲). در طول ۸ هفته تمرینات

fracture می‌شود. به طور کلی افراد دارای استخوان‌هایی با سطح مقطع کم بیشتر دچار Stress fracture می‌شوند (۲).

### سطح آمادگی جسمانی

سطح فعالیت بدنی و آمادگی جسمانی قبل از ورود به ارتش از عوامل پیش‌بینی کننده شیوع آسیب در تمرین‌های نظامی است. افراد دارای آمادگی جسمانی بالا در معرض خطر کمتری هستند (۲). کسانی که آمادگی جسمانی بالایی ندارند آسیب بیشتری را متحمل می‌شوند (۲۸). آمادگی جسمانی پایین، انعطاف‌پذیری کم یا زیاد، مصرف سیگار و سبک زندگی کم تحرک از ریسک فاکتورهای آسیب می‌باشند (۱). عدم تناسب سطح فعالیت ورزشی با سطح آمادگی جسمانی منجر به آسیب عضلانی اسکلتی می‌شود (۱۸). در هر فعالیت بدنی افراد دارای آمادگی جسمانی کم متحمل استرس فیزیولوژیک بیشتری می‌شوند (۲۵). اغلب آمادگی جسمانی سربازان هنگام ورود به ارتش کم و حجم تمرینات مقدماتی زیاد می‌باشد که سبب تشدید آسیب می‌شود (۲۱). در افراد دارای آمادگی جسمانی مناسب انجام تمرین‌ها با تحمل وزن مانند دویدن با آسیب کمتر در اندام‌های تحتانی همراه است (۲۵). به عنوان مثال در ۱۱۳۷ تفنگدار نیروی دریایی، بسیاری از افراد دارای آمادگی جسمانی پایین به Stress fracture دچار شدند ولی با افزایش آمادگی جسمانی قبل از شروع آموزش نظامی، این میزان به طور قابل توجهی کاهش داد (۲). اجزا آمادگی جسمانی شامل: آمادگی قلبی-تنفسی، استقامت عضلانی، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری و ترکیب بدنی می‌باشد که همه نقش یکسانی در کاهش آسیب ندارند (۲). تاثیر انعطاف‌پذیری بر آسیب به شکل  $u$  است که در دو انتها خطر آسیب افزایش می‌یابد. انعطاف‌پذیری کم سبب محدودیت حرکتی و افزایش کشیدگی عضلات می‌شود از طرف دیگر افزایش انعطاف‌پذیری سبب شلی مفصل و در رفتگی آن می‌شود (۲۹). در سربازان دارای انعطاف‌پذیری زیاد و یا کمتر از معمول Overuse زیاد مشاهده می‌شود، بنابراین حفظ و نگهداری انعطاف‌پذیری در محدوده طبیعی اهمیت زیادی دارد (۲).

### شاخص توده بدنی (Body Mass Index, BMI)

BMI بالا می‌تواند باعث افزایش آسیب به خصوص در اندام تحتانی،

مانند سن و یا جنس که او را مستعد آسیب می‌کند را عوامل خطر ساز داخلی می‌گویند. شرایطی که فرد در آن شرایط فعالیت می‌کند مانند سطح زمین را عوامل خطر ساز خارجی می‌گویند. همراهی این دو دسته عوامل فرد را در معرض آسیب بیشتر قرار می‌دهد. در زیر این عوامل به اختصار شرح داده می‌شوند.

### عوامل خطر ساز داخلی

عوامل خطر ساز داخلی شامل: سن، جنس، ساختار بدنی، آمادگی جسمانی، میزان انعطاف‌پذیری مفاصل، استعمال دخانیات، سابقه وجود آسیب قبلی، سبک زندگی کم تحرک قبل از ورود به ارتش، استرس روانی، توده بدنی بالا و خستگی می‌باشد که صدمات ناشی از تمرینات نظامی را تشدید می‌کنند (۲، ۲۵). در زیر به برخی از آن پرداخته می‌شود.

#### سن

از عوامل موثر در آسیب به اندام‌های انتهایی در جمعیت‌های نظامی سن و جنس است (۲۴). در شرایط مساوی، افراد با سن بالاتر بیشتر مستعد آسیب هستند (۲۶). سن بالا، آمادگی جسمانی کم و توده بدنی بالا خطر را افزایش می‌دهد. این سه عامل مرتبط هستند و همراهی آن‌ها میزان آسیب را تشدید می‌کند (۲۷). در سربازان افزایش سن با افزایش خطر آسیب همراه می‌باشد (۲۶). خطر آسیب دیدگی در سربازان ۲۰ تا ۲۴ سال تقریباً  $1/2 - 1/3$  برابر و در سربازان ۲۴ تا ۲۵ سال یا بالاتر تقریباً  $1/5 - 4/3$  برابر افراد جوان‌تر است (۱۵).

#### ساختار بدنی

مطالعاتی که ارتباط بین راستای بدنی و شیوع آسیب را بررسی کردند نشان دادند که ناهنجاری آناتومیکی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر ساز بروز آسیب در اندام تحتانی است. اسکولیوز و انحراف ستون فقرات، استئوکندریت، استئوآرتریت، اسپوندیلولیز و آسیب‌های قبلی با افزایش خطر آسیب همراه می‌باشند (۱۸). کف پای صاف و یا دارای قوس زیاد، زانوی پرانتری و ضرب در، زاویه Q زیاد، عقب رفتگی زانو و یکسان نبودن طول دو پا از عواملی هستند که فرد را مستعد آسیب می‌کند. برای مثال طول کم استخوان تیبیا، زانوی پرانتری و چرخش خارجی لگن سبب افزایش خطر Stress

و نمی‌توانند تمرین‌های حجم بالا را تحمل کنند (۱۳). علاوه بر این هنگام خستگی درک عمقی کاهش می‌یابد و کاهش آگاهی از موقعیت اعضا سبب آسیب می‌شود (۳۴). خستگی عضلانی با ایجاد تغییرات بیومکانیکی مفاصل اندام تحتانی در هنگام پیاده روی همراه با حمل بار سنگین ممکن است سربازان را در معرض Overuse قرار دهد (۳۵).

### عوامل خطر ساز خارجی

دسته دوم عوامل خطر ساز آسیب عضلانی اسکلتی، عوامل خارجی هستند که شامل شرایطی می‌باشد که فرد تمرین می‌کند. درصد زیادی از آن‌ها قابل پیشگیری و برخی دیگر غیر قابل اجتناب هستند (۲۹) از این عوامل می‌توان از مسافت دو، حمل بار، سطح دویدن، نوع تمرین، تجهیزات نظامی مانند کفش و کوله پشتی را نام برد (۳۶) که در زیر به آن‌ها پرداخته می‌شود.

### مسافت دویدن

دویدن از تمرینات رایج نظامی است که به علت فشار به اندام تحتانی سبب آسیب می‌شوند (۳۷). دویدن زیاد یکی از علل Overuse می‌باشد. بیش از ۷۵٪ آسیب‌ها در حین دویدن رخ می‌دهد. علاوه بر این، مطالعات زیادی نشان دادند که دویدن بیش از حد نه تنها آمادگی هوازی را افزایش نمی‌دهد بلکه آسیب زا هم است (۳۸). بین میزان دویدن و آسیب ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. Tomlinson و همکارانش گزارش کردند سربازانی که بیش از ۱۰ ساعت در هفته می‌دوند در معرض خطر آسیب بیشتری هستند (۱۹). دویدن زیاد بدون آمادگی بدنی با آسیب همراه است، مدت، شدت و تعداد دویدن باید متناسب با سطح آمادگی افراد باشد و افزایش آن به تدریج صورت گیرد تا بدن فرصت ریکاوری و سازگاری داشته باشد (۲).

### نحوه حمل بار

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داد که حمل بار سنگین یکی از علل آسیب است (۳۷). تمرین راه پیمایی همراه با حمل بار در کوله پشتی به منظور افزایش آمادگی برای انجام مأموریت‌های نظامی ضروری است (۳۸). بار شامل تجهیزات، سلاح، مهمات و وسایلی است که در شرایط جنگی مورد نیاز است (۳۸). بررسی‌های بیومکانیکی نشان

شانه و کمر شود. به طور عموم انتظار می‌رود که نظامیان از ترکیب بدنی خوبی داشته باشند (۳۰). یکی از عوامل موثر در آسیب به اندام‌های تحتانی، BMI بالا است (۲۴). آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی ارتباط تنگاتنگی دارند. مطالعات نشان داده است که توده بدنی بالا با کاهش ظرفیت هوازی و بی‌هوازی خطر آسیب را افزایش می‌دهد (۳۱). BMI بالا خطر آسیب اندام تحتانی را افزایش می‌دهد (۲۴) و با کاهش آمادگی عصبی-عضلانی و قلبی-عروقی آسیب را افزایش می‌دهد. قدرت عملکردی با افزایش چربی بدن کاهش می‌یابد. Gantt و همکارانش معتقدند که BMI مهم‌ترین عامل پیش بینی کننده میزان آمادگی جسمانی است. بررسی کارکنان ارتش ایالات متحده نشان داد که افراد دارای چربی بدنی کم در مقایسه با افراد دارای چربی بدنی زیاد، در فعالیت‌های بی‌هوازی و هوازی عملکرد بهتری دارند (۳۲). وزن بالای بدن ممکن است به دلایلی مانند افزایش فشار بر سیستم اسکلتی عضلانی و یا نیاز به قدرت عضلانی بیشتر هنگام انجام فعالیت هوازی با آسیب بیشتری همراه باشد، مشاهده گردید که کمترین موارد مراجعه به بهداری و بستری به علت آسیب عضلانی اسکلتی را سربازان با BMI ۱۹ تا ۲۲ تشکیل می‌دهند و با افزایش BMI تعداد مراجعات به بهداری افزایش می‌یابد. در طی ۹۰ روز آموزش نظامی آسیب در افراد دارای وزن بالاتر از استاندارد ۴۷٪ بیشتر بود (۳۱). Overuse در سربازان دارای BMI بالا بیشتر دیده می‌شود. وزن بالا در فعالیت‌های تحمل وزن مانند دو، پیاده‌روی و رژه، فشار بر مفاصل را افزایش داده و در صورتی که فرد با این سطح از فشار سازگار نشده باشد آسیب افزایش می‌یابد ولی در برخی مطالعات تاثیر BMI در افزایش آسیب تأیید نشد (۲۵). BMI پایین نیز آسیب‌زا می‌باشد به طوری که سربازان کم وزن در مقایسه با افراد دارای BMI طبیعی بیشتر مستعد آسیب هستند (۳۱).

### خستگی

از دیگر عوامل تاثیرگذار در افزایش آسیب می‌توان از خستگی نام برد (۳۳). شیوع آسیب‌های عضلانی اسکلتی با افزایش خستگی افزایش می‌یابد (۵)؛ زیرا عضلات نیروی وارده به استخوان را کاهش می‌دهند، در صورت خستگی عضله دیگر قادر نیست نیروی وارده را به طور موثر کاهش دهد و استخوان مستعد آسیب می‌شود. به همین دلیل سربازان دارای آمادگی جسمانی پایین زود خسته می‌شوند

جذب شوک کمتری نسبت به کفش‌های معمولی دارند؛ زیرا نه تنها باید فرد را از نیروی ضربه هنگام رژه و یا دویدن بلکه از اجسام نوک تیز، زمین ناهموار، رطوبت و سرما حفظ کند (۱۹). طراحی چکمه نظامی مناسب مستلزم ملاحظات زیادی است. جذب شوک یکی از فاکتورهایی است که بایستی در نظر گرفته شود. چکمه‌های نظامی علاوه جذب شوک و جلوگیری از Overuse باید با حمایت از مچ پا مانع پیچ خوردگی آن شود. چکمه نظامی با محدود کردن دامنه حرکتی پا بر راه رفتن تاثیر می‌گذارد. این محدودیت سبب افزایش فشار بر مچ پا، زانو و لگن می‌شود. سفتی کف چکمه بر مفصل متاتارسوفارنژیال تاثیر می‌گذارد و با کاهش دامنه حرکت سبب تغییراتی در الگوی راه رفتن و کاهش راندمان حرکت می‌شود (۱۴). آسیب‌های عضلانی اسکلتی در تمرینات چتر بازان ۸ تا ۱۴ جراحی در هر ۱۰۰۰ پرش گزارش شده است که آسیب مچ پا حدود ۳۰ تا ۶۰٪ از آن را تشکیل می‌دهد (۱).

### خواب

هنگام آموزش و یا ماموریت‌های نظامی، افراد ممکن است در معرض بی‌خوابی طولانی قرار بگیرند که تأثیر منفی بر ظرفیت هوازی، استقامت عضلانی و عملکرد آنان دارد. کاهش خواب باعث کاهش قدرت عضلات بالاتنه می‌شود. خواب و استراحت هم در ریکاوری و هم نحوه فعالیت مهم است. بی‌خوابی با خطر آسیب عضلانی اسکلتی ارتباط مستقیم دارد (۳۹). شیوع آسیب‌های عضلانی اسکلتی با کاهش خواب شبانه و افزایش خواب‌آلودگی در طول روز افزایش می‌یابد (۵) و بهبود خواب تأثیر مثبتی در پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی دارد (۴۰). کاهش خواب بر تعادل تأثیر منفی دارد و تعادل ضعیف نیز منجر به افزایش آسیب می‌شود، سربازان دچار بی‌خوابی در هنگام عملیات در معرض خطر بیشتری هستند. خواب مناسب قبل از ماموریت می‌تواند کارایی سربازان را افزایش دهد (۴۱).

### تغذیه

آموزش نظامی به صورت دوره‌های ورزش همزمان با محدودیت غذایی، محرومیت از خواب در محیط‌های دارای استرس روانی، افراد را برای شرایط فیزیکی و روانی جنگ مانند آماده می‌کند. مصرف

داد که حمل بار سبب افزایش تعداد و کاهش طول قدم شده و به اندام تحتانی و کمر آسیب می‌زند در اثر حمل بار سنگین بیشترین ساختارهایی که آسیب می‌بیند استخوان و مفاصل هستند (۳۷). هنگام حمل بار در تلاش جهت ایجاد تعادل، تنه به جلو منحرف می‌شود که فشار وارده به مهره‌های کمر را افزایش می‌دهد. حمل بار سنگین منجر به تاول پا، درد کمر، درد زانو، فلج کوله پشتی (Ruck sake palsy)، Stress fracture و نوروپاتی حسی می‌شود. حمل بار سنگین به زانو نیز آسیب زده و سبب درد آن می‌شود (۲۵).

### نوع تمرینات

مطالعات نشان داد که افزایش فعالیت بدنی سبب مستعد شدن فرد به آسیب عضلانی اسکلتی می‌شود که این آسیب‌ها بیشتر در اندام‌های تحتانی می‌باشد (۱۴). Pollack و همکارانش گزارش کردند به همان میزان که تواتر، مدت، شدت و حجم تمرین افزایش پیدا می‌کند آسیب نیز افزایش می‌یابد. در تمرین‌ها تحمل وزن به علت حرکات تکراری و شدید آسیب زانو و پا شایع می‌باشد (۱۹). در طی رژه زخم و تاول، درد کف پا، تاندونیت آشیل، شین اسپلینت، شکستگی فشاری (در استخوان‌های کف پا و درشت نی)، سندرم کمپارتمنت قدامی، ساییدگی استخوان کشکک و کمر درد شایع می‌باشد. کمر درد نظامیان به علت رژه طولانی و ضربه پا و ایستادن خبردار به مدت طولانی می‌باشد. در ایران دو نوع رژه لبنانی (حماسی) و رژه آمریکایی (رژه رایج ارتش و سپاه) وجود دارد. رژه لبنانی به علت محدودیت حرکت پا آسیب زایی کمتری دارد اما رژه آمریکایی بیشتر بر پا متمرکز است و ضربات مکرر بر پاشنه دارد و از آسیب زایی بیشتری برخوردار است. بیشترین آسیب در رژه آمریکایی در نواحی زانو، کمر، مچ پا، پاشنه و کف پا مشاهده می‌شود (۲۸).

### کفش

یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب اندام تحتانی کفش است. کفش بر نحوه راه رفتن تاثیر دارد و در صورت نامناسب بودن می‌تواند آسیب‌زا باشد (۲۹). حمل میزان مشخصی بار توسط پا نسبت به حمل همان بار توسط قسمت تنه به ۷ تا ۵ برابر انرژی بیشتر نیاز دارد. به ازای افزایش هر کیلوگرم بار حمل شده توسط پا، مصرف انرژی ۷-۱۰٪ افزایش می‌یابد (۲۲). چکمه‌های نظامی قابلیت

مدت کوتاه‌تر و با سرعت بیشتری طی شود نشانه آمادگی جسمانی بالاتر است و هر چه آمادگی جسمانی بالاتر باشد میزان آسیب کمتر است (۲). مطالعات نشان داد که ورزش مقدماتی قبل از شروع تمرینات نظامی Stress fracture را کاهش می‌دهد (۴۵). افزایش تدریجی مدت، تواتر و شدت تمرین‌ها در افراد جدیدالورود که دارای آمادگی جسمانی پایین هستند سبب سازگاری آنان با تمرینات نظامی می‌شود (۱۹). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که یک مداخله تمرینی آمادگی جسمانی (۴ تا ۸ هفته قبل از خدمت سربازی) برای سربازان تازه‌کار، در عین حال که خطر آسیب‌های اسکلتی عضلانی را کاهش می‌دهد ممکن است سازگاری با تمرینات نظامی را بهبود بخشد (۴۶). به کار بردن صحیح اصول آمادگی جسمانی Overuse را به حداقل می‌رساند. یک برنامه آمادگی جسمانی موثر باید تمام فعالیت‌های روزانه را در نظر گیرد. اصلاح تمرینات ورزشی علاوه بر جلوگیری از آسیب سبب ارتقا استقامت قلبی - عروقی، بهبود ظرفیت بی‌هوازی، قدرت و استقامت عضلانی، افزایش توده بدون چربی و افزایش انعطاف‌پذیری مفاصل و دامنه حرکتی مطلوب می‌شود. جهت ایجاد سازگاری با تمرین، فعالیت ورزشی به تدریج افزایش یابد (حداکثر افزایش بار تمرین ۱۰ تا ۱۵٪ در هفته) به طوری که علاوه بر تحت فشار قرار دادن سیستم قلبی - عروقی و اسکلتی عضلانی، استراحت کافی جهت ریکاوری نیز در نظر گرفته شود (۲). افزایش سریع و ناگهانی شدت فعالیت ورزشی با کاهش توانایی بدن در سازگاری و عدم ریکاوری منجر به آسیب می‌شود در حالی که فعالیت ورزشی مناسب بدون آسیب سبب ارتقاء عملکرد می‌گردد. علمی بودن روش تمرین سبب می‌شود سربازان توانمندی تربیت شوند (۱۴).

#### تعدیل برنامه تمرینی

یک برنامه تمرینی خوب و مناسب باید آمادگی هوازی افراد را افزایش دهد به طوری که فعالیت‌هایی مانند دویدن و رژه سبب آسیب نشود. در این برنامه تمرینی استراحت کافی جهت ریکاوری در نظر گرفته شود و اهداف آموزش همواره با برنامه تمرینی مقایسه شود تا در یک راستا باشند (۲). برای ارتقا آمادگی جسمانی و حرکتی مطلوب و ایجاد سازگاری‌های موثر باید سیستم‌های مختلف انرژی تحت فشار و اضافه بار قرار گیرد به این منظور، استفاده از تمرینات

انرژی زیاد و غذای کم، چه به دلیل محدودیت‌های لجستیکی و یا به عنوان بخشی از یک هدف آموزشی، از علل بروز کمبود انرژی هستند. دوره‌های طولانی کمبود انرژی می‌تواند بر سلامت و عملکرد تأثیر منفی بگذارد (۳). رژیم غذایی مناسب قبل، حین و بعد از تمرین برای بهبود آمادگی جسمانی ضروری است. تغذیه خوب و سالم خطر آسیب را کاهش می‌دهد (۴۲)؛ زیرا بر سازگاری فرد با تمرین تأثیر دارد و از بیش تمرینی جلوگیری می‌کند. کم آبی بر عملکرد و سلامت سربازان اثر منفی دارد. تغییرات فیزیولوژیک ناشی از کم آبی با کاهش برون‌ده قلب خون‌رسانی به عضلات را مختل و سبب خستگی زودرس می‌شود و با کاهش عملکرد عصبی عضلانی سبب آسیب می‌شود (۳۴). کاهش ویتامین D سرم سبب افزایش Stress fracture اندام تحتانی می‌شود؛ لذا اطمینان از کافی بودن ویتامین D سرم در افرادی که فعالیت بدنی شدید انجام می‌دهند خطر Stress fracture را کاهش می‌دهد (۴۳).

#### راهکارهای کاهش آسیب

بعد از تعیین شیوع و نوع آسیب و علل بروز آن‌ها، قدم بعدی یافتن راه حل مناسب برای کاهش آن است. تعدیل موفقیت‌آمیز این عوامل می‌تواند مشکلات را برطرف کند. در زیر تعدادی از راهکارهای پیشنهادی به منظور کاهش آسیب‌های عضلانی اسکلتی ناشی از تمرینات نظامی مرور می‌شود.

#### طراحی تمرینات با توجه به سطح آمادگی جسمانی

دو هدف اصلی تمرینات نظامی ایجاد سبک زندگی فعال و ارتقا آمادگی جسمانی است. بنابراین اصول آمادگی جسمانی در تمام ابعاد برنامه تمرینی باید اجرا شود (۲۶). تمامی افراد در بدو ورود بایستی از نظر تعیین سطح آمادگی جسمانی غربال‌گری شوند و جهت افراد دارای آمادگی جسمانی کم برنامه‌های آماده سازی انجام شود. طراحی تمرین هر فرد بر اساس سطح آمادگی جسمانی، نوع مأموریت و وظایف صورت گیرد. تمرینات مقدماتی مهم‌ترین مرحله پیشگیری از آسیب است؛ زیرا آسیب دیدگی در این مرحله وقوع آسیب‌های بعدی را تسهیل می‌کند (۴۴). به منظور پیش بینی میزان بروز آسیب Jones و همکارانش مدت زمان لازم برای دویدن ۲ مایل را پیشنهاد دادند به این ترتیب که هر چه این مسافت در

هوازی با شدت متوسط، مانند راهپیمایی با بارهای اضافی، هنوز یک روش تمرینی رایج در ارتش می‌باشد (۳۸). به جای تمرینات سنتی می‌توان از روش‌های تمرینی نوین که با حداقل آسیب همراه است جهت رسیدن به اوج عملکرد بهره برد (۴۹). تمرینات و عملیات نظامی شامل وظایفی است که می‌توان از طریق تمرین ترکیبی (قدرتی و استقامتی) به دست آورد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تمرین ترکیبی پایه و اساس عملکرد بدنی سربازان است (۴۶). Scully و Besterman با حذف دویدن و پریدن از تمرینات نظامی دریافتند که Stress fracture به میزان زیادی کاهش می‌یابد (۲۰). تمرینات تناوبی با شدت بالا (High-intensity interval training, HIIT) در مقایسه با تمرین استقامتی با شدت متوسط با صرف زمان کمتر، پاسخ‌های مشابه یا حتی بهتری را ایجاد می‌کند (۳۸). با صرف زمان کمتر، سازگاری‌های عصبی عضلانی بیشتری نسبت به تمرینات استقامتی ایجاد می‌کند و سبب بهبود عملکرد قدرتی می‌شود (۴۶). امروزه استفاده از تمرین با شدت بالا در ارتقاء آمادگی جسمانی رو به افزایش است. یکی از انواع رایج آن تمرین کراس فیت (CrossFit) است. تمرین کراس فیت در گروه‌های امداد و یگان‌های نظامی محبوبیت زیادی دارد در صورتی که با شدت، مدت مناسب صورت گیرد، با آسیب کمتر آمادگی جسمانی را ارتقا می‌دهد (۵۰). تمرینات فانکشنال (High-Intensity Functional Training, HIIFT) نسبت به فعالیت‌های معمول سبب ارتقاء آمادگی قلبی تنفسی و قدرت و استقامت بیشتری می‌شود و آمادگی جسمانی و روانی را بهبود می‌بخشد. تمرینات فانکشنال همان اصول تمرینات متناوب با شدت بالا را دارد، که در آن دوره‌های به نسبت کوتاه تمرین با شدت بالا جایگزین تمرینات هوازی سنتی می‌شود و بر حرکات عملکردی (مانند: بلند کردن، کشیدن، پرتاب کردن و حرکاتی که که بدن را با محیط عملیاتی آشنا می‌کند) با شدت بالا تاکید می‌کند. از مزایای تمرینات فانکشنال می‌توان از زمان و حجم تمرینی کمتر، آسیب ورزشی کمتر و قابل اجرا بودن برای هر سطح آمادگی جسمانی نام برد. این تمرینات با ۲۵٪-۸۰٪ حجم کمتر از تمرین سنتی، همان میزان آمادگی جسمانی ایجاد می‌کند. تمرینات فانکشنال در مقایسه با تمرین هوازی علاوه بر بهبودی بیشتر قدرت عضلانی، التهاب سیستمیک و استرس اکسیداتیو را کاهش داده و عملکرد را بهبود می‌بخشد. به نظر می‌رسد این نوع

ترکیبی کمک کننده است. این تمرینات شامل تمرینات مقاومتی با حجم بالا و پلیومتریک در یک جلسه می‌باشد، که باعث می‌شود افراد از انجام تمرین در روزهای متوالی معاف شده و تمرینات متنوعی در یک جلسه انجام دهند، مدت ریکاوری افزایش یابد و به علت کاهش حجم تمرین از آسیب جلوگیری شود (۴۷). وقتی که تواتر، مدت و میزان تمرین افزایش می‌یابد آسیب نیز همان نسبت افزایش می‌یابد (۲۷). Trunk و همکارانش گزارش کردند زمانی که مسافت دو تا حد مشخصی رسید میزان بیشتر از آن سبب افزایش بیشتری در آمادگی جسمانی نمی‌شود. مسافت زیاد دویدن (بیش از ۲۵ مایل) نه تنها آمادگی جسمانی را بیشتر افزایش نمی‌دهد بلکه احتمال Overuse را افزایش می‌دهد (۴۸). در برنامه آموزش نظامی ارتش ایالات متحده کاهش مسافت و دفعات دویدن و جایگزینی آن با فعالیت‌هایی مانند رژه و دویدن متناوب، Stress fracture و Overuse را کاهش داد (۳۸). برای کاهش آسیب عضلانی اسکلتی انجام تمرینات عصبی - عضلانی، چابکی و پروپریوسپتو (حس عمقی) ضروری است (۳۶). حرکات کششی در ابتدا و انتهای تمرینات انجام شود. از آنجایی که در حین تمرینات نظامی پیچ خوردگی مفاصل شایع می‌باشد تمریناتی که سبب ثبات مفاصل شود آسیب را کاهش می‌دهد. تمرینات تعادلی با افزایش ثبات در اندام تحتانی به خصوص مفصل زانو آسیب اندام تحتانی را کاهش می‌دهد. تمرینات تعادلی خستگی عضلانی را کاهش می‌دهد و گنجاندن آن در تمرینات نظامی موثر است. فعالیت‌های ورزشی با برخورد بالا با تمرینات متناوب و دویدن در آب جایگزین شود (۱۳). به منظور جلوگیری از Stress fracture از حرکات تکراری بیش از حد خودداری شود (۳۳).

### استفاده از روش‌های تمرینی جدید

با توجه به این که شدت و مدت فعالیت ورزشی با میزان آسیب نسبت مستقیم دارد استفاده پروتکل‌های تمرینی که با شدت و مدت کمتر نتایج مشابهی داشته باشند ضروری است (۴۷). به طور سنتی، تمرین استقامتی ارتش دویدن با شدت متوسط، راهپیمایی با یا بدون حمل بار و با سرعت ثابت است. Santtila و همکارانش دریافتند که حین فعالیت ورزشی، تمرین خیلی زیاد سبب افزایش بیشتری در آمادگی هوازی نمی‌شود. علی‌رغم این یافته، تمرینات

مناسب مستلزم در نظر گرفتن عوامل زیادی مانند توانایی جذب شوک است. چکمه‌های نظامی علاوه جذب شوک و جلوگیری از Overuse باید با حمایت از میچ پا مانع پیچ خوردگی شود (۱۹). چکمه با حمایت از میچ پا حرکات پا را محدود کرده و در کاهش آسیب نقش دارد (۱۳). نشان داده شد که طراحی کفش بر اساس شکل کف پا تأثیر کمی بر میزان آسیب دارد (۵۲). وسایل ارتوپدی یک عامل پیش‌گیری از آسیب است اما شواهد کمی در خصوص مفید بودن آن وجود دارد. یک کفی مناسب می‌تواند شوک را تا ۳۳٪ کاهش دهد. گزارش شد که استفاده از بریس میچ پا می‌تواند در کاهش آسیب پای چتر بازان در حین فرود کمک کند (۱۹). برخی محققان معتقدند استفاده از وسایل ارتوپدی در جلوگیری از Overuse اندام‌های انتهایی موثر است (۵۳). استفاده از کفش مخصوص دو هنگام دویدن آسیب تاندون آشیل را کاهش می‌دهد لذا به پرسنل نظامی توصیه می‌شود در هنگام دویدن به جای چکمه از کفش مخصوص دو استفاده کنند (۱۱). به منظور کاهش صدمه به پا پرسنل نظامی آمریکا با چکمه نمی‌دوند ولی رژه و تمرینات نظامی را با آن انجام می‌دهند (۱۹).

### نحوه حمل بار سنگین

سربازان ممکن است مجبور باشند تا ۵۴ کیلوگرم بار را تا چندین روز حمل کنند. برای حمل چنین باری روش حمل بار اهمیت زیادی دارد (۲۹). چند روش برای بهبود حمل بار پیشنهاد شد. تغییر در نحوه حمل بار باید به نحوی باشد که سربازان، مأموریت خود را با صرف حداقل انرژی و آسیب انجام دهند. فرماندهان می‌توانند با کاهش بار، توزیع مناسب وزن بار، تمرینات بدنی و استفاده از وسایل مخصوص حمل بار، آسیب را کاهش دهند (۲۲). حمل بار به صورت بسته‌بندی و استفاده از جلیقه‌های حمل بار ضمن کاهش انرژی مصرف شده، وضعیت قرارگیری بدن را بهبود بخشیده و با توزیع وزن بار و کاهش انحراف به جلو خطر آسیب را کاهش می‌دهند (۲۹). تمرین همراه با حمل بار یک روش دیگر افزایش توانایی سربازان است زیرا راه پیمایی با کوله پشتی در طول چند هفته میزان انرژی مورد نیاز برای حمل بار را کاهش می‌دهد. فرماندهان باید تحلیل‌های واقع بینانه‌ای انجام دهند و فقط تجهیزات لازم را همراه ببرند و برای انتقال بار در موقعیت‌های ویژه مانند راهپیمایی در

تمرین جایگزین مناسبی برای تمرینات سنتی نظامی باشد. فرماندهان نظامی می‌توانند تمرینات را با تمرکز بر شرایط جنگ طراحی کنند و فعالیت‌ها و حرکات عملکردی را مشابه میدان جنگ شبیه سازی کنند (۵۱). تمرینات تناوبی با شدت بالا و فانکشنال را به علت تأثیر بیشتر و صرف زمان کمتر، در دوره آموزش نظامی مناسب است. علاوه بر این، تمرینات تناوبی با شدت بالا و تمرینات فانکشنال برای افراد جدیدالورود و سربازان وظیفه ممکن است یک محرک برای انجام تمرین ایجاد کند (۳۸). یکی از روش‌های جدید، تمرین با محدودیت جریان خون است. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی همزمان با محدودیت جریان خون در افزایش استقامت قلبی-عروقی، استقامت عضلانی، توان بی‌هوازی، افزایش قدرت و تعادل موثر می‌باشد (۴۹).

### غربالگری تفاوت‌های ساختاری

ناهنجاری‌های ساختاری بدن عامل مهمی در بروز آسیب می‌باشد. در طراحی تمرینات بایستی تفاوت ساختار بدنی را در نظر گرفت (۲۵). نقش برخی از پارامترهای بیومکانیکی مانند انعطاف‌پذیری کم عضله همسترینگ، ابعاد استخوان، زانوی ضرب در، دورسی فلکشن، اینورشن در ایجاد آسیب تایید شده است (۱۹). برای مثال بر خلاف تصور عموم مردم افراد با کف پا صاف نسبت به افراد طبیعی و یا دارای کف پای با قوس زیاد، کمتر دچار آسیب می‌شوند. یکی دیگر از تفاوت‌های ساختاری اندازه زاویه Q است که در صورتی که زیادتر از میزان طبیعی (بیش از ۱۵ درجه) باشد stress fractures را در اندام تحتانی افزایش می‌دهد. زانوی پراتنزی و ضرب در نیز با افزایش overuse همراه است (۱). وجود آسیب قبلی سبب ضعف عملکرد عضلات آسیب دیده می‌شود که آسیب‌زا است (۳۳). اقدامات لازم جهت کاهش آسیب‌های ناشی از تفاوت ساختاری بدن باید قبل از ثبت نام و پذیرش در ارتش هنگام معاینات استخدامی انجام شود و این غربالگری در طول خدمت نیز ادامه یابد. بعد از شناسایی افراد مستعد آسیب باید محدودیت‌ها و ملاحظات در نظر بگیریم برای مثال ژره و دویدن کمتری انجام دهند (۲).

### کفش

کفش باید حتی الامکان سبک باشد (۲۲). طراحی چکمه نظامی

که می‌تواند سبب بروز مشکلاتی شود زیرا استفاده از ساپورت‌های خارجی می‌تواند نیرو را به زانو منتقل کند و آن را در معرض آسیب قرار دهد (۱۳).

### آموزش مربیان و کادر درمانی

مهم‌ترین برنامه پیشگیری از آسیب عضلانی اسکلتی، آموزش مربیان ورزشی و پرسنل درمانی است تا ضمن انجام موثرترین و سالم‌ترین روش تمرینی، مدیریت مناسب در موارد بروز آسیب صورت پذیرد. آموزش روش‌های تمرینی موثر و کم‌خطر و پیشگیری از آسیب به مربیان تمرینات نظامی الزامی است تا با اعمال تغییرات لازم در برنامه تمرینی در راستای بهبود آن قدم بردارند. پرسنل درمانی باید در زمینه پیشگیری، شناسایی زود هنگام و مدیریت صدمات آموزش لازم را ببینند. به نظر می‌رسد همکاری موثر مربیان آموزش نظامی و کادر درمانی جهت کاهش آسیب و عوارض ناشی از آن ضروری باشد (۲).

### نظارت بر مداخلات

روش‌های پیشگیری از آسیب، قبل از این‌که به جمعیت نظامی یا غیرنظامی توصیه شوند، نیاز به تحقیقات بیشتر، بررسی و اجماع دارند. تحقیق و نظارت از عناصر اساسی برنامه‌های موفق پیشگیری از آسیب می‌باشند (۵۴). ماهیت برنامه‌های تمرین نظامی یک محیط کنترل شده برای ارزیابی میزان آسیب و بررسی تاثیر مداخلات در کاهش آن را فراهم می‌کند. جهت ارزیابی میزان اثر بخشی دستورالعمل‌ها وجود یک سیستم‌های نظارتی برای جمع‌آوری اطلاعات ضروری است (۴۴). بعد از تعیین نوع و شیوع آسیب‌ها در تمرینات نظامی و ارایه دستورالعمل‌های مناسب برای کاهش عوامل خطر ساز ایجاد کانالی جهت انتشار اطلاعات ضروری است تا اطمینان حاصل شود ذینفعان اصلی اطلاعات و آموزش‌های لازم را دریافت می‌کنند (۳۶). موفقیت در جلوگیری از آسیب به همکاری کادر پزشکی، سیستم نظارتی، فرماندهان نظامی و دیگر تصمیم‌گیران بستگی دارد (۱).

### بحث و نتیجه‌گیری

آمادگی جسمانی بالای سربازان و نیروهای نظامی در انجام بهینه

زمین صاف از چرخ دستی‌های مخصوص استفاده کنند. در زمین‌های ناهموار که ناچار به حمل بار توسط سرباز هستیم توزیع مناسب وزن برای حفظ تعادل مفید است. توزیع وزن بار با قرار دادن تجهیزات به طور مساوی در اطراف تنه انجام می‌شود. بهتر است وسایل سنگین بسته‌بندی شود که تا ضمن حفظ وضعیت قرارگیری بدن به حالت ایستاده، احتمال کم‌درد کاهش یابد. تمرینات بدنی به صورت راه پیمایی جاده‌ای همراه با حمل بار حداقل ۲ بار در ماه انجام شود و میزان بار و مسافت طی شده به تدریج افزایش یابد. تمرین بدنی منظم با حمل بار به علت ایجاد سازگاری با حمل بار شیوع Stress fracture و تاول پا را کاهش می‌دهد. استفاده از کوله پشتی که دارای قاب و کمربند لگنی بوده و با کاهش فشار و کشش بر شانه، آسیب آن را کاهش می‌دهد. استفاده از وسایلی مانند بندهای استرنوم با کمک به توزیع فشار به قسمت‌های دیگر بدن فشار وارده به یک نقطه خاص را کاهش می‌دهد. استفاده از کمربند لگنی شیوع sack palsy Ruck را کاهش می‌دهد (۲۲).

### محافظ دهان

گاهی تمرینات نظامی با آسیب به دهان و صورت همراه است. محافظ دهان با جدا کردن قسمت بالا و پایین دهان، با جلوگیری از شکسته شدن دندان، پخش نیروی ضربه و جدا کردن دندان از بافت نرم، پارگی و کوفتگی را کاهش می‌دهد و از آسیب صورت و دهان جلوگیری می‌کند. مطالعات انجام شده در سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۰ نشان داد که محافظ دهان آسیب به دهان و صورت را کاهش می‌دهد. در حال حاضر سربازان برخی کشورها در حین تمرین از محافظ دهان استفاده می‌کنند (۵۴).

### استفاده از وسایل افزایش دهنده ثبات مفصل

وسایل افزایش دهنده ثبات مفصل مانند باندکشی و بریس می‌تواند ثبات آن را افزایش دهد ولی با کاهش دامنه حرکتی همراه می‌باشند ولی باید توجه کرد که تمرینات نظامی در افراد پیاده نظام طولانی و شدید است و بریس را می‌شکند. نقش حفاظتی بریس در صورتی است که طراحی آن با توجه به ساختار آناتومیک هر فرد صورت گیرد. با توجه به جمعیت بالای پرسنل نظامی این امر مقدور نیست. برخی افراد قبل از تمرینات ورزشی از نوارکشی استفاده می‌کنند

جایگزینی شیوه‌های ورزشی سنتی باید با روش‌های نوین، انجام معاینات استخدامی برای غربالگری ناهنجاری‌های ساختاری و ارزیابی سطح آمادگی جسمانی، تنظیم برنامه تمرینی با توجه به سطح آمادگی جسمانی، تغذیه، هیدراتاسیون و خواب کافی، بهینه سازی تجهیزات (مانند کفش و کوله پشتی) و در نهایت آموزش مربیان و کادر درمانی است. وجود یک سیستم نظارتی به منظور جمع‌آوری اطلاعات در مورد میزان آسیب، بررسی راه‌های پیشگیری از آن و نظارت بر اثر بخشی روش‌های پیشنهادی ضروری است. به حداقل رساندن آسیب با تعدیل ریسک فاکتورها و ایجاد ارتباط مناسب بین فرماندهان، محققان و کادر پزشکی تا حدود زیادی ممکن می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از اساتید مرکز تحقیقات بیومکانیک بالینی و ارگونومی دانشگاه علوم پزشکی آجا جهت همکاری در انجام این مطالعه تشکر می‌شود.

### تضاد منافع

تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

وظایف آنان دارد اهمیت زیادی است. تمرینات بدنی به منظور افزایش آمادگی جسمانی با آسیب‌های عضلانی اسکلتی همراه است. علیرغم تفاوت در شرایط تمرین، مطالعات شایع‌ترین آسیب‌ها را Stress fracture و Over use در اندام‌های تحتانی گزارش می‌کنند که در اثر حرکات تکراری و شدید مانند دویدن طولانی و رژه ایجاد می‌شود. عوامل خطر ساز آسیب را می‌توان به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم کرد. عوامل خطر ساز داخلی شامل: سن، جنس، ساختار بدنی، آمادگی جسمانی، میزان انعطاف‌پذیری مفاصل، استعمال دخانیات، سابقه آسیب قبلی، سبک زندگی کم تحرک قبل از ورود به ارتش، استرس روانی، توده بدنی بالا و خستگی می‌باشد. از عوامل خطر ساز خارجی می‌توان از مسافت دویدن، حمل بار، سطح دویدن، نوع تمرین نام برد. اگر چه برخی آسیب‌ها به علت ماهیت تمرین هستند (مانند تمرین در سطح سخت)؛ ولی تعدیل این عوامل تا حدود زیادی در کاهش آسیب کمک کننده است. اگر چه تعدیل یک فاکتور به تنهایی نمی‌تواند مشکل را حل کند ولی، با اصلاح یک یا چند عامل خطر ساز، کاهش آسیب می‌تواند قابل توجه باشد. راهکارهای پیشنهادی شامل تنظیم مدت و شدت زمان دویدن با توجه به سطح آمادگی افراد و افزایش تدریجی آن و یا جایگزینی دویدن‌های طولانی با دویدن متناوب،

## References

- 1- Jones BH, Knapik JJ. Physical training and exercise-related injuries. *Sports medicine*. 1999;27(2):111-25.
- 2- Cowan DN, Jones BH, Shaffer RA. Musculoskeletal injuries in the military training environment. *Military preventative medicine: mobilization and deployment*. Washington DC: Department of the Army, Office of the Surgeon General. 2003:195-210.
- 3- O'Leary TJ, Wardle SL, Greeves JP. Energy deficiency in soldiers: the risk of the athlete triad and relative energy deficiency in sport syndromes in the military. *Frontiers in nutrition*. 2020;7.
- 4- Ehsanbakhsh H. The effect of physical fitness exercises on improving the shooting performance of military personnel (Case study: One of the army ranger units). *Military Science and Tactics*. 2018;13(42):169-84.
- 5- Shattuck NL, Matsangas P, Moore J, Wegemann L. Prevalence of musculoskeletal symptoms, excessive daytime sleepiness, and fatigue in the crewmembers of a US Navy ship. *Military medicine*. 2016;181(7):655-62.
- 6- Dijkma I, Zimmermann WO, Hertenberg EJ, Lucas C, Stuijver MM. One out of four recruits drops out from elite military training due to musculoskeletal injuries in the Netherlands Armed Forces. *BMJ Mil Health*. 2022;168(2):136-40.
- 7- Trone DW, Villaseñor A, Macera CA. Negative first-term outcomes associated with lower extremity injury during recruit training among female Marine Corps graduates. *Military medicine*. 2007;172(1):83-9.
- 8- Jensen AE, Laird M, Jameson JT, Kelly KR. Prevalence of musculoskeletal injuries sustained during marine corps recruit training. *Military medicine*. 2019;184(Supplement\_1):511-20.
- 9- Sinclair J, Taylor P, Atkins S. Influence of running shoes and cross-trainers on Achilles tendon forces during running compared with military boots. *BMJ Military Health*. 2015;161(2):140-3.
- 10- Dijkma CI, Bekkers M, Spek B, Lucas C, Stuijver M. Epidemiology and financial burden of musculoskeletal injuries as the leading health problem in the military. *Military medicine*. 2020;185(3-4):e480-e6.

- 11- Nindl BC. Strategies for enhancing military physical readiness in the 21st century. ARMY WAR COLL CARLISLE BARRACKS PA; 2012.
- 12- Kaufman KR, Brodine S, Shaffer R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *American journal of preventive medicine*. 2000;18(3):54-63.
- 13- Davidson PL, Wilson SJ, Chalmers DJ, Wilson BD, McBride D. Examination of interventions to prevent common lower-limb injuries in the New Zealand Defense Force. *Military medicine*. 2009;174(11):1196-202.
- 14- Heir T. Musculoskeletal injuries in officer training: one-year follow-up. *Military medicine*. 1998;163(4):229-33.
- 15- Bulzacchelli MT, Sulsky SI, Rodriguez-Monguio R, Karlsson LH, Hill MOT. Injury during US Army basic combat training: a systematic review of risk factor studies. *American journal of preventive medicine*. 2014;47(6):813-22.
- 16- Najafi Mehri S, Sadeghian M, Tayyebi A, Karimi Zarchi A, Asgari A. Epidemiology of physical injuries resulted from military training course. *Journal Mil Med*. 2010;12(2):89-92.
- 17- Everard E, Lyons M, Harrison AJ. Examining the association of injury with the Functional Movement Screen and Landing Error Scoring System in military recruits undergoing 16 weeks of introductory fitness training. *Journal of science and medicine in sport*. 2018;21(6):569-73.
- 18- Heir T, Glomsaker P. Epidemiology of musculoskeletal injuries among Norwegian conscripts undergoing basic military training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1996;6(3):186-91.
- 19- Sulsky SI, Bulzacchelli MT, Zhu L, Karlsson L, McKinnon CJ, Hill OT, et al. Risk factors for training-related injuries during US Army basic combat training. *Military medicine*. 2018;183(suppl\_1):55-65.
- 20- Pur F AJ, Hosein. S. Investigating the relationship between stress tolerance and self-esteem with the responsibility of commanders of the Officer University with emotional intelligence based on the shot mode Title. *JMil Manag*. 1390;41.
- 21- Schram B, Pope R, Orr R. Injuries in Australian Army full-time and part-time personnel undertaking basic training. *BMC musculoskeletal disorders*. 2019;20(1):1-9.
- 22- Hiebert R, Brennan T, Campello M, Lis A, Ziemke G, Faulkner D, et al. Incidence and mechanisms of musculoskeletal injuries in deployed Navy active duty service members aboard two US Navy air craft carriers. *Military medicine*. 2020;185(9-10):e1397-e400.
- 23- Pur F AJ, Hosein. S. J Mil Manag.;. Investigating the relationship between stress tolerance and self-esteem with the responsibility of commanders of the Officer University with emotional intelligence based on the shot mode Title. *Mil Manag*. 1390;41.
- 24- Keenan KA, Wohleber MF, Perlsweig KA, Baldwin TM, Caviston M, Lovalekar M, et al. Association of prospective lower extremity musculoskeletal injury and musculoskeletal, balance, and physiological characteristics in Special Operations Forces. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20:S34-S9.
- 25- Heir T, Eide G. Age, body composition, aerobic fitness and health condition as risk factors for musculoskeletal injuries in conscripts. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1996;6(4):222-7.
- 26- Nye NS, Pawlak MT, Webber BJ, Tchandja JN, Milner MR. Description and rate of musculoskeletal injuries in air force basic military trainees, 2012– 2014. *Journal of athletic training*. 2016;51(11):858-65.
- 27- Rappole C, Grier T, Anderson MK, Hauschild V, Jones BH. Associations of age, aerobic fitness, and body mass index with injury in an operational Army brigade. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20:S45-S50.
- 28- Arshi A R HSM ASAs. C of male police officers' injuries before and after 5 months of parade practice. *J of R in SR* 1395;4(8):89-96. Comparison of male police officers' injuries before and after 5 months of parade practice. *J Res Sport Rehabil*. 1395;4:89–95.
- 29- Andersen KA, Grimshaw PN, Kelso RM, Bentley DJ. Musculoskeletal lower limb injury risk in army populations. *Sports medicine-open*. 2016;2(1):1-9.
- 30- Nagai T, Lovalekar M, Wohleber MF, Perlsweig KA, Wirt MD, Beals K. Poor anaerobic power/capability and static balance predicted prospective musculoskeletal injuries among Soldiers of the 101st Airborne (Air Assault) Division. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20:S11-S6.
- 31- Hruby A, Bulathsinhala L, McKinnon CJ, Hill OT, Montain SJ, Young AJ, et al. BMI and lower extremity injury in US Army soldiers, 2001–2011. *American journal of preventive medicine*. 2016;50(6):e163-e71.
- 32- Sanderson PW, Clemes SA, Friedl KE, Biddle SJ. The association between obesity related health risk and fitness test results in the British Army personnel. *Journal of science and medicine in sport*. 2018;21(11):1173-7.
- 33- Azma K, Mohamadi F, Naseh E, Emodifard R. Evaluation of military exercises effect joint position senses of ankle and its relation with musculoskeletal injuries among soldiers. *EBNESINA*. 2013;15(1):37-43.
- 34- Franks Jr RC. Effects of Nutrition, Hydration, Exertion, and Sleep on Injury and Illness in Female Collegiate Soccer Players: The University of Mississippi; 2020.
- 35- Wang H, Frame J, Ozimek E, Leib D, Dugan EL. The effects of load carriage and muscle fatigue on lower-extremity joint mechanics. *Research quarterly for exercise and sport*. 2013;84(3):305-12.
- 36- Pollock KM. The star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school football players: University of Toledo; 2010.
- 37- Seay JF. Biomechanics of load carriage—Historical

- perspectives and recent insights. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29:S129-S33.
- 38- Schwartz O, Malka I, Olsen CH, Dudkiewicz I, Bader T. Overuse injuries in the IDF's combat training units: rates, types, and mechanisms of injury. *Military medicine*. 2018;183(3-4):e196-e200.
- 39- Grandou C, Wallace L, Fullagar HH, Duffield R, Burley S. The effects of sleep loss on military physical performance. *Sports Medicine*. 2019;49(8):1159-72.
- 40- Grier T, Dinkelo E, Reynolds M, Jones BH. Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: a study of US Army Special Operation Forces soldiers. *Sleep health*. 2020;6(3):344-9.
- 41- Mantua J, Bessey AF, Ritland BM, Naylor JA, Chabuz R, McKeon AB, et al. Sleep loss is related to unstable stationary balance in US Army Soldiers in an operationally-relevant context. *Sleep Medicine*. 2020;73:130-4.
- 42- Rodriguez N. The role of nutrition in injury prevention and healing. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 1999;4(6):27-31.
- 43- Dao D, Sodhi S, Tabasinejad R, Peterson D, Ayeni OR, Bhandari M, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and stress fractures in military personnel: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(8):2064-72.
- 44- Jones BH, Perrotta DM, Canham-Chervak ML, Nee MA, Brundage JF. Injuries in the military: a review and commentary focused on prevention. *American journal of preventive medicine*. 2000;18(3):71-84.
- 45- Pihlajamäki H, Parviainen M, Kyröläinen H, Kautiainen H, Kiviranta I. Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. *BMC musculoskeletal disorders*. 2019;20(1):1-7.
- 46- Kyröläinen H, Pihlainen K, Vaara JP, Ojanen T, Santtila M. Optimising training adaptations and performance in military environment. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21(11):1131-8.
- 47- Hamedchaman N, Riahy S. The effect of 8 weeks of combined, interval aerobic and continuous aerobic training on lipid profile, function and some cardiovascular inflammatory markers in 30-45-year-olds militaries in cold and mountainous climates. *Journal Mil Med*. 2019;21(6):606-17.
- 48- Orr RM, Ford K, Stierli M. Implementation of an ability-based training program in police force recruits. *Journal of strength and conditioning research*. 2016;30(10):2781-7.
- 49- Farhani F, Riyahi S. Comparison of three methods of resistance training with blood flow restriction on functional factors and cardio respiratory preparedness in military soldiers. *Journal Mil Med*. 2019;21(1):73-81.
- 50- Abbasi B, Baghinzadeh M. Impact of CrossFit Workouts on Different Aspects of Physical Fitness, with Emphasis on Military Fitness: Narrative Review. *Journal Mil Med*. 2020;22(9):980-90.
- 51- Haddock CK, Poston WS, Heinrich KM, Jahnke SA, Jitnarin N. The benefits of high-intensity functional training fitness programs for military personnel. *Military medicine*. 2016;181(11-12):e1508-e14.
- 52- Rixe JA, Gallo RA, Silvis ML. The barefoot debate: can minimalist shoes reduce running-related injuries? *Current sports medicine reports*. 2012;11(3):160-5.
- 53- Franklyn-Miller A, Wilson C, Bilzon J, McCrory P. Foot orthoses in the prevention of injury in initial military training: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(1):30-7.
- 54- Knapik JJ, Hoedebecke BL, Mitchener TA. Mouthguards for the Prevention of Orofacial Injuries in Military and Sports Activities: Part 1: History of Mouthguard Use. *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals*. 2020;20(2):139-43.