

تأثیر خستگی ناشی از حرکات نظامی بر دقت شلیک گلوله و عملکرد تعادلی
نظامیان ارتش جمهوری اسلامی ایران

حامد اسماعیلی^{۱*}، عبدالرضا آریان فرد^۲

۱. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، سازمان تربیت‌بدنی آجا، ستاد مشترک آجا، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۰

چکیده

هدف: خستگی می‌تواند سبب تغییر در عملکرد شلیک و تعادلی افراد گردد. این امر در مورد نظامیان، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. تحقیق حاضر بر آن است تا به بررسی تأثیر خستگی ناشی از انجام حرکات نظامی روی دقت شلیک و عملکرد تعادلی نظامیان بپردازد.

روش‌شناسی: ۱۲ نفر از نظامیان ارتش، با سابقه بیش از ۱۰ سال تیراندازی حرفه‌ای در این مطالعه شرکت کردند. نمره ۱۰ شلیک این افراد، به همراه نوسانات مرکز فشار در حالت ایستاده و حین شلیک و تعادل پویای این افراد در دو وهله قبل و پس از خستگی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: پس از خستگی، نمره شلیک نظامیان کاهش پیدا کرد ($p=0/001$). همچنین نوسانات مرکز فشار، حین ایستادن کامل ($p=0/012$) و حین شلیک ($p=0/001$) پس از خستگی افزایش پیدا کرد. علاوه بر این، تعادل پویای افراد شرکت‌کننده پس از خستگی کاهش پیدا کرد ($p=0/001$).

نتیجه‌گیری: خستگی ناشی از حرکات نظامی، سبب کاهش دقت شلیک و عملکرد تعادلی نظامیان می‌شود. این نتایج می‌تواند برای اتخاذ راهکارهایی به منظور کاهش اثرات خستگی، اطلاعات مفیدی را برای مربیان و متخصصان آمادگی جسمانی نظامیان فراهم کند.

واژه‌های کلیدی: خستگی ناشی از حرکات نظامی، دقت شلیک، تعادل ایستا، تعادل پویا

مقدمه

هر حکومت و دولتی برای حفظ استقلال، امنیت و تمامیت ارضی خود نیاز به نیروی مسلح قوی، مقتدر و سازمان‌یافته دارد. جمهوری اسلامی ایران نیز پس از استقرار، برای تداوم خود و دفع تهدیدات داخلی و خارجی، نیروهای مسلحی را فراهم نموده است که از جمله آنها، ستاد فرماندهی کل قوا، ارتش جمهوری اسلامی، سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، نیروی انتظامی و وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح می‌باشند. در این میان، افراد حاضر در نیروهای مسلح برای حفظ عزت و کیان کشور عزیزمان نیاز به مهارت‌هایی مانند شلیک گلوله و حفظ تعادل دارند، تا بتوانند وظایف خود را به خوبی انجام دهند. در بحبوحه انجام مأموریت‌های نظامی، خستگی امری اجتناب‌ناپذیر است که می‌تواند عملکرد افراد را تحت تأثیر قرار دهد.

انجام کارهای تکراری و طولانی‌مدت، افراد را در سطوح مختلفی از خستگی قرار می‌دهد. در محیط‌های نظامی، نیروها در معرض بسیاری از عوامل استرس و تنش‌زا قرار دارند. نظامیان مجبورند تا با خستگی ناشی از انجام فعالیت، مانند انجام رژه‌های طولانی‌مدت و سنگین، بلندکردن تجهیزات و کوله‌پشتی و انجام مراسم صبحگاهی و حرکات موزون نظامی، سروکار داشته باشند. در همین حال و در شرایط جنگ علاوه بر تحمل خستگی، نظامیان مجبورند تا با دشمن خود به مبارزه بپردازند (وارد و همکاران، ۲۰۰۸). نظامیان حین مبارزه باید بر خستگی غلبه کنند، با دقت بالایی به شلیک گلوله بپردازند، بتوانند دوستان و هم‌رزمان خود را از دشمن تشخیص دهند، مهارت‌های حرکتی خود را انجام دهند و دشمن را مورد هدف قرار دهند (هانکوک و همکاران، ۲۰۰۸)؛ بنابراین حتی تحت شرایط خستگی و خطرناک، نظامیان باید عملکردهای

شناختی و تعادلی خود را حفظ نمایند، تا به اهداف مورد نظر خود در عملیات‌های خاص برسند (ایکلس و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن وجود شرایط خستگی و تنش در محیط‌های نظامی، تاکنون دانش زیادی در رابطه با اثر خستگی‌های عملکردی ناشی از انجام حرکات خاص نظامی روی عملکرد نظامیان وجود ندارد.

در انجام حرکات مختلف، کنترل پاسچر و حفظ تعادل از اهمیت بالایی برخوردار هستند (لانفوند و همکاران، ۲۰۰۹). برای اجرای هر تکلیف حرکتی، وجود تعادل سبب ایجاد سطح اتکایی باثبات شده و به مجری تکلیف اجازه تمرکز خالص را روی حرکت می‌دهد. از عواملی که باعث به هم خوردن تعادل می‌شود، وجود خستگی است (ویلرم و همکاران، ۲۰۰۷). خستگی مفهوم پیچیده‌ای است که جنبه‌های مختلفی دارد. برای بروز خستگی منابع مختلفی مانند کمبود خواب، بی‌حوصلگی و انجام تمرینات بدنی وجود دارد (رویال و همکاران، ۲۰۰۶). انجام حرکات شدید حاد و یا حرکات سبک‌تر در بازه زمانی بیش‌تر، سبب ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی می‌شود که روی سیستم اسکلتی-عضلانی تأثیر می‌گذارد (بیگلند و وودز، ۱۹۸۴). از جمله این اثرات می‌توان به اختلالات پاسچری اشاره کرد (هووانلو و همکاران، ۱۳۸۴). نقص در وضعیت عملکرد پاسچری، از هر دو نوع خستگی مرکزی و خستگی محیطی ایجاد می‌شود که نتیجه به هم خوردن اطلاعات حسی پیکری آورانی درونی و بیرونی و یا تجمع آن‌ها و کاهش کارایی سیستم عضلانی ایجاد می‌شود (نیلینگ و همکاران، ۲۰۱۴). از دست رفتن ثبات و پایداری پاسچری که حاصل از خستگی ناشی از انجام حرکات فیزیکی است، اثرات مخربی روی اجرای تکالیف دارند، علی‌الخصوص روی تکالیفی که برای موفقیت در اجرای آنها به نوسانات ققامتی

بسیار کمی نیاز است (مانند شلیک) (نیبیلینگ و همکاران، ۲۰۱۴). در مورد شلیک گلوله، ارتباط تنگاتنگی بین پایداری قامت و دقت شلیک وجود دارد، به این معنی که با کاهش در نوسانات قامتی (افزایش پایداری قامتی) دقت شلیک بیشتر می‌شود (زاوی و محمد، ۲۰۱۳؛ لین و هوانگ، ۲۰۰۵). همچنین نشان داده شده است که فعالیت‌های انرژی بر پایداری قامتی ورزشکاران دوگانه کار را تحت تأثیر قرار داده است و نوسانات بیش‌تری را باعث گردیده است (سادوسکا و همکاران، ۲۰۱۹).

بسیاری از نظامیان در شرایط بحران و وضعیت جنگ مجبورند تا مسافت‌های زیادی را طی نموده و با تکنیک‌های خاص نظامی، به نقل مکان بپردازند. این جابجایی‌ها، با حمل تجهیزات نظامی همراه است که باعث ایجاد خستگی زیادی در نظامیان می‌شود. با توجه به اهمیت حفظ ثبات قامت در شلیک گلوله و اجتناب‌ناپذیر بودن خستگی در افراد نظامی، کم‌تر مطالعه‌ای به بررسی اثر خستگی روی ثبات قامت نظامیان و دقت شلیک آن‌ها در وضعیت خستگی پرداخته است. لذا هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر خستگی ناشی از حرکات نظامی بر دقت شلیک گلوله و عملکرد تعادلی نظامیان ارتش جمهوری اسلامی ایران بود.

روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری در این تحقیق نظامیان بودند. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها پس از انجام معاینات لازم و به‌صورت تصادفی برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. تعداد ۱۲ نفر از شلیک‌کنندگان حرفه‌ای که حداقل ۱۰ سال شلیک با گلوله را داشتند، وارد این مطالعه شدند. نداشتن سابقه جراحی، شکستگی، سوختگی، مشکلات

عصبی - عضلانی، آسیب یا ضربات جدی در اندام تحتانی و عدم استفاده از اندام مصنوعی در ران، زانو و مچ پا، عدم سابقه استفاده از هر نوع توکشی یا کفش طبی، نداشتن دیابت و بیماری‌های مربوط به اعصاب پیرامونی از شرایط عمومی آزمودنی‌ها بود. همچنین عدم وجود ناهنجاری‌های اندام دهلیزی و دیگر مشکلات تعادلی که بتواند باعث به هم خوردن حفظ تعادل افراد شود، بررسی شد و به عنوان شرایط خروج از مطالعه در نظر گرفته شد (سادوسکا و همکاران، ۲۰۱۹). این اطلاعات از طریق پرسشنامه عمومی و نیز به‌صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد.

پس از انتخاب نمونه آماری که به صورت تصادفی انجام گرفت، شرکت‌کنندگان وارد میدان تیر ۱۰۰ متری شدند که در فاصله ۱۰۰ متری آن‌ها سیل‌های شماره‌گذاری شده براساس شماره افراد قرار داده شده بود. قبل از شروع فرایند شلیک، تمامی شرکت‌کنندگان روی دستگاه فوت اسکن به مدت ۳۰ ثانیه به‌صورت قائم و بدون حرکت ایستادند تا تعادل ایستای آن‌ها اندازه‌گیری شود. پس از آن، در ابتدا به همه شرکت‌کنندگان ۳ گلوله داده شد تا به عنوان شلیک‌های قلق‌گیری از آنها استفاده کنند. پس از انجام قلق‌گیری و تعیین نمودن وضعیت صحیح برای نشانه‌روی، آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده اقدام به شلیک ۱۰ گلوله با سلاح کلاشنیکف نمودند. حین شلیک در وضعیت ایستاده، افراد روی دستگاه فوت اسکن قرار می‌گرفتند تا نوسانات مرکز فشار آنها به‌عنوان شاخصی برای نشان‌دادن عملکرد تعادلی افراد ثبت شود (سادوسکا و همکاران، ۲۰۱۹). پس از انجام ۱۰ شلیک توسط افراد، نمره هر فرد از روی سیل محاسبه شده و ثبت گردید. سپس ۱۰ گلوله را افراد در وضعیت نشسته شلیک کردند. نمرات این ۱۰ شلیک هم محاسبه شد. پس از انجام شلیک‌ها، برای ارزیابی

تبادل پویا، از افراد خواسته شد تا آزمون تعادلی ستاره را در جهات قدامی، خلفی، داخلی و خارجی را با پای برتر خود انجام دهند. در این مرحله، پیش‌آزمون به پایان می‌رسید و افراد خود را برای اجرای پروتکل خستگی برای ایجاد خستگی ناشی از حرکات نظامی آماده می‌کردند. برای ایجاد خستگی افراد مسیر راهپیمایی در ارتفاعات طبیعی همراه با اجرای حرکات نظامی که به طول ۲۵ کیلومتر بود را طی نمودند. پس از اتمام پروتکل خستگی، مراحل عیناً اجرا شد.

نحوه اجرای تست تعادلی ستاره

در این تست، جهت‌ها از طرف مرکز دایره به سمت خارج هستند. هشت خطی که روی دایره قرار دارند، براساس جهت گردش نسبت به پای اتکا تقسیم‌بندی شده‌اند. جهت‌های "قدامی، قدامی‌داخلی، داخلی، عقبی‌داخلی، عقبی، عقبی‌خارجی، خارجی و قدامی خارجی" شکل. قبل از شروع تست، هر آزمودنی ۶ جهت تمرینی را از هشت جهت، برای آشنایی با آزمون و کاهش تأثیر یادگیری در طول آزمون انجام داد. برای انجام آزمون، آزمودنی‌ها در وسط دایره ایستادند و پای خود را در مرکز دایره قرار داده و با پای دیگر تا دورترین نقطه‌ی ممکن اقدام به عمل رزش می‌کنند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵). از آزمودنی خواسته می‌شد که عمل دست‌یابی به دورترین نقطه را با انتهای‌ترین قسمت پا و با کنترل و به آرامی انجام دهد تا اطمینان حاصل شود که عمل انجام‌شده توسط کنترل عصبی عضلانی کافی و مناسب صورت گرفته است. سپس آزمودنی به وضعیت ابتدایی بازگشته و محل تماس با توجه به اندازه‌هایی که از قبل روی خطوط کشیده شده، ثبت می‌شود. بین دفعات اجرا، ۳ ثانیه استراحت داده شد. نحوه‌ی گردش، با توجه به پای رزش راست یا چپ به ترتیب در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و در جهت عقربه‌های ساعت بود

(صالحی و همکاران، ۱۳۹۵). رزش‌ها در صورتی مورد قبول واقع نمی‌شد که؛ پای رزش خط را لمس نکند، در صورتی که وزن روی پای رزش حمل شود، پای تکیه‌گاه از مرکز دایره بلند شود و یا اینکه تعادل در هر نقطه از رزش مختل گردد. برای نرمالایز کردن اطلاعات، طول واقعی پا " یعنی از خار خاصه‌ی فوقانی تا قوزک داخلی " اندازه‌گیری شد. هر آزمودنی عمل رزش در هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام می‌داد و در نهایت میانگین آنها محاسبه و بر اندازه طول حقیقی پا (سانتی‌متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد تا فاصله دست‌یابی برحسب درصد اندازه طول پا به دست آید (نژاد مقدم و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه حاضر این آزمون تنها در جهات قدامی-خلفی و داخلی-خارجی از افراد گرفته شد.

برای بررسی تعادل ایستا در حالت ایستاده بدون حرکت و حین شلیک ایستاده، وضعیت نوسانات مرکز فشار در این حالت‌ها، داده‌های حاصل از دستگاه فوت اسکن با استفاده از نرم‌افزار Foot Scan Balance 7.7 Second Generation مورد تحلیل قرار گرفتند. در این نرم‌افزار میزان جابجایی نوسانات مرکز فشار در بازه‌های زمانی تعیین‌شده محاسبه می‌شود و به‌عنوان خروجی می‌توان از آن استفاده کرد (سادوسکا و همکاران، ۲۰۱۹).

برای بررسی تعادل پویا، مقادیر به دست آمده در چهار جهت قدامی، خلفی، داخلی و خارجی براساس درصدی از طول حقیقی پا محاسبه شد و میانگین سه تکرار و میانگین چهار جهت برای تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. برای آزمون‌های تعقیبی، از آزمون تی همبسته استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد. سطح معناداری در این مطالعه ($\alpha=0/05$) در نظر گرفته شد. برای

رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2016 استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

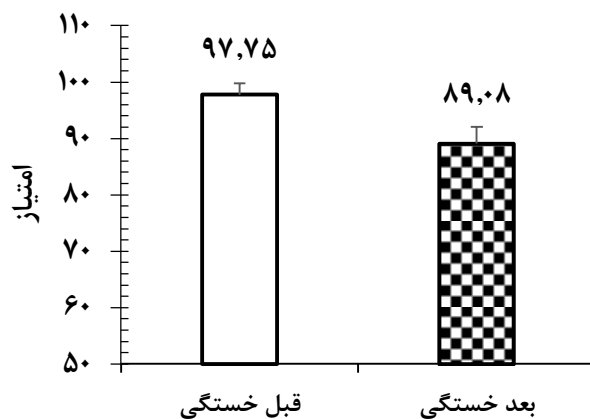
اطلاعات فردی آزمودنی‌های حاضر در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مشخصات فردی شرکت‌کنندگان در این پژوهش
(انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)

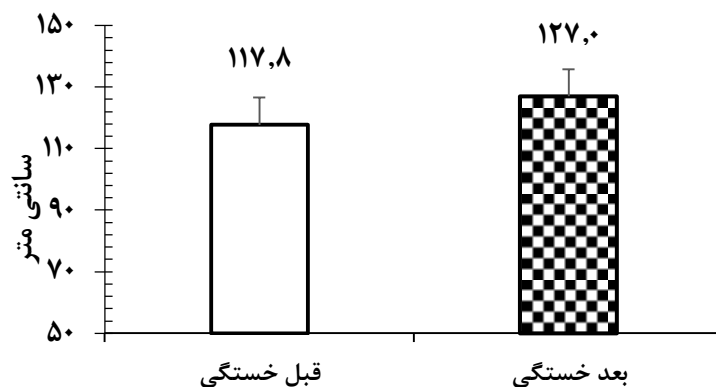
تعداد (نفر)	۱۲
سن (سال)	$31/41 \pm 2/06$
ارتفاع قد (متر)	$1/76 \pm 0/048$
جرم (کیلوگرم)	$83/58 \pm 9/48$
سابقه (سال)	$11/66 \pm 1/77$

نتایج مربوط به اثر خستگی روی دقت شلیک افراد در حالت ایستاده در شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، خستگی باعث کاهش معنادار امتیاز شلیک افراد در حالت ایستاده شده است ($P=0/001$). نتایج مربوطه به مقایسه انحرافات مرکز فشار در حالت ایستاده بدون حرکت در دو وضعیت قبل و بعد از خستگی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، پس از خستگی میزان انحرافات مرکز فشار به‌طور معناداری افزایش پیدا کرده است ($P=0/012$). به این معنی که تعادل افراد پس از خستگی کاهش پیدا کرده است.

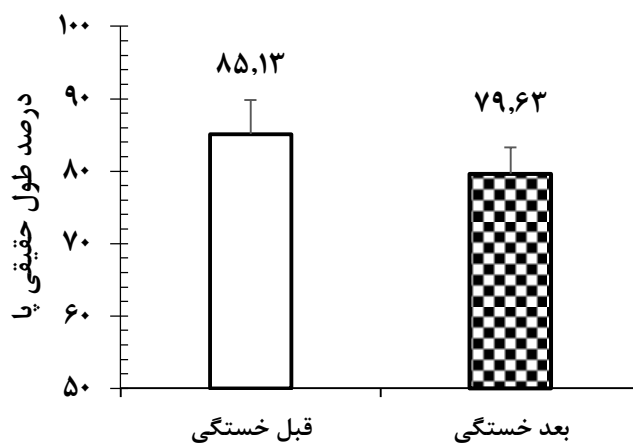
نتایج مربوط به اثر خستگی روی تعادل پویای افراد در شکل ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که خستگی به صورت معناداری عملکرد تعادل پویای افراد را کاهش داده است ($P=0/001$).



شکل ۱. امتیاز شلیک در حالت ایستاده افراد در حالت قبل و پس از خستگی

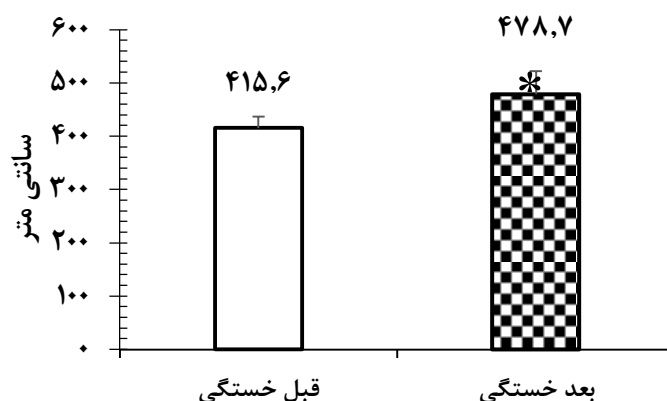


شکل ۲. مقایسه انحرافات مرکز فشار در حالت ایستاده کامل بدون حرکت در دو وضعیت قبل و پس از خستگی



شکل ۳. مقایسه عملکرد تعادل پویای افراد در دو وضعیت قبل و پس از خستگی

شکل ۴ نتایج مربوط به مقایسه نوسانات مرکز فشار می شود، پس از خستگی، نوسانات مرکز فشار حین شلیک در وضعیت ایستاده را در دو وضعیت قبل و بعد از خستگی نشان می دهد. همان طور که ملاحظه کرده است ($P=0/001$).



شکل ۴. مقایسه نوسانات مرکز فشار حین شلیک در وضعیت ایستاده قبل و پس از خستگی

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که خستگی ناشی از حرکات نظامی باعث کاهش نمرات مربوط به شلیک در حالت ایستاده و در واقع کاهش دقت افراد در وضعیت ایستاده می شود.

انجام حرکات نظامی و طولانی مدت از قبیل پیاده روی ۲۵ کیلومتری، سبب ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و اثرات مکانیکی روی سیستم اسکلتی - عضلانی مانند کاهش درجات اثربخشی تعدیلات قامتی می شود (استیب و همکاران، ۲۰۱۳؛ پیلارد، ۲۰۱۲). نقصان در عملکرد برون داد حفظ قامت، از خستگی مرکزی (سیستم عصبی مرکزی) و خستگی موضعی (ساختارهای حرکتی محیطی و اندامهای حسی) منشاء پیدا می کند (بویاس و همکاران، ۲۰۱۳؛ پیلارد و همکاران، ۲۰۱۴) که ناشی از بین رفتن اطلاعات حسی عمقی و خارجی و یا تجمع آنها و یا کاهش کارایی سیستم عضلانی می باشد (پیلارد، ۲۰۱۲). با این حال در شرایط خستگی، سیستم موجودات زنده،

استراتژی هایی را برای کاهش دادن ضعف های قامتی توسعه داده است (پیلارد، ۲۰۱۲).

اختلالات قامتی ناشی از خستگی به سمت ایجاد اثرات مضر روی تکالیف حرکتی که نیازمند نوسانات قامتی حداقلی برای دستیابی به موفقیت هستند، می شود. در مورد شلیک با اسلحه، ارتباطی بین پایداری قامتی و دقت شلیک وجود دارد (مونون و همکاران، ۲۰۰۷؛ ارا و همکاران، ۱۹۹۶). در ادبیات پژوهش بیان شده است که دو فاکتور در مورد ضعف دقت تیراندازان حرفه ای و مبتدی قابل بررسی است: ۱- مؤلفه ی فیزیکی و ۲- مؤلفه ی شناختی. ضعف در مؤلفه ی فیزیکی موجب نوسان و لرزش بدن می شود. این نوسانات و لرزش ها هنگامی رخ می دهد که تیرانداز اسلحه را با هدف هماهنگ می کند. مشخص شده که بین تیراندازان ماهر و مبتدی در مؤلفه فیزیکی تفاوت زیادی وجود دارد (مونون و همکاران، ۲۰۰۷؛ زاتزیورسکی و اکتوف، ۱۹۹۰). مؤلفه ی شناختی، بیشتر با تنظیم دستگاه نشانه روی هدف در ارتباط است. تنظیم دقیق

دید اسلحه روی هدف نیازمند زمان است. در یک بازه زمانی معین، لرزش دست و نوسانات قامت به حداقل خود می‌رسد و پس از این بازه نوسانات زیاد می‌شوند. تشخیص درست ورزشکار از این بازه و شلیک در زمان مناسب نقش بسزایی در بهبود عملکرد دارد (ویتاسالو و همکاران، ۱۹۹۹؛ گونتیکل و همکاران، ۲۰۰۹). نشان داده شده است که خستگی سبب کاهش کارایی شناختی و فیزیکی افراد می‌شود (نیبلینگ و همکاران، ۲۰۱۴)؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که خستگی با توجه به اثرگذاری روی جنبه‌های شناختی و فیزیکی می‌تواند دقت شلیک افراد را تحت تأثیر قرار دهد.

با این حال براون (۲۰۱۱) نشان داد که خستگی اثری روی دقت شلیک تپانچه ندارد (براون، ۲۰۱۱). همچنین نتایج مطالعه اسلامی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که بین خستگی عضلات و دقت شلیک ارتباط معناداری وجود ندارد (اسلامی و همکاران، ۱۳۹۳). باید توجه کرد که افراد حاضر در این دو مطالعه با استفاده از تپانچه، دقت شلیک خود را انجام دادند و فاصله سیل آنها با آنچه که در مطالعه حاضر وجود داشت و سطح آمادگی و حرفه‌ای افراد مورد مطالعه، تفاوت دارد.

نتایج این مطالعه نشان داد که پس از ایجاد خستگی در افراد، تعادل ایستا و تعادل پویا تحت تأثیر قرار گرفته و به‌طور معناداری عملکرد تعادلی افراد کاهش پیدا کرده است. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که پس از خستگی، نوسانات مرکز فشار حین شلیک در حالت ایستاده افزایش پیدا کرده است. گرچه سیستم عصبی مرکزی استراتژی‌هایی را برای جبران اختلالات عضلانی و تسهیل پایداری قامتی ایجاد می‌کند، شواهد نشان می‌دهد که خستگی سبب ایجاد اختلال در ورودی‌های حسی و یا خروجی‌های حرکتی در سیستم پایداری قامتی می‌شود (پیلارد، ۲۰۱۶).

نشان داده شده است که در شرایط پس از خستگی، حفظ پایداری در حالت شلیک ایستاده، بیشتر از حفظ پایداری در حالت ایستاده ثابت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (برمجو و همکاران، ۲۰۱۵). نگهداری وضعیت شلیک در حالت ایستاده؛ به علت سازمان‌دهی پاها در سطح اتکای متفاوت و قرارگیری متفاوت اندام‌های دیگر بدن از ایستادن در حالت ایستاده ثابت، تکلیف قامتی پیچیده‌تری است (نینیما و مک‌آوی، ۱۹۸۳)؛ بنابراین حفظ حالت شلیک ایستاده نیازمند منابع بیش‌تری (مثل تون عضلانی، نیازهای توجه، فرایند پردازش اطلاعات حسی و ...) نسبت به حالت ایستادن ثابت است. به نظر می‌رسد که خستگی استراتژی‌های جبرانی را برای تسهیل پایداری در حالت ایستاده ثابت ایجاد می‌کند. با بهره‌برداری از حرکات اضافی مفاصل اندام تحتانی برای کنترل قامت، در استراتژی حفظ تعادل تغییراتی ایجاد می‌شود و در شرایط خستگی، استراتژی میچ پا به استراتژی لگن تبدیل می‌شود (پیلارد، ۲۰۱۶).

عواملی که باعث کاهش کنترل قامت پویا پس از خستگی می‌شود، با هر دو خستگی مرکزی و پیرامونی در ارتباط است. پروتکل خستگی عملکردی هوازی (مرکزی) می‌تواند با تأثیر بر سیستم عصبی منجر به ناتوانی حریک نرون‌های حرکتی شود؛ خستگی عملکردی بی‌هوازی (محیطی یا پیرامونی) بافت عضلانی را بیش‌تر از گیرنده‌های مفصلی تحت تأثیر قرار داده و فعالیت گیرنده‌های حسی - عمقی خصوصاً دوک‌های عضلانی و اندام‌وتری گلژی را کاهش می‌دهد (انوکا و استوارت، ۱۹۹۲). این نوع خستگی می‌تواند سازوکار پیش - پس سیناپسی و جایگاه‌های پتانسیل عمل را تحت تأثیر قرار دهد که شامل ناتوانی در انتقال سیگنال‌های عصبی یا ناتوانی در پاسخ عضله به تحریک عصبی می‌باشد (روداکی و همکاران، ۲۰۰۱). پس، کاهش اجرا بعد از خستگی

ماشه است. هرچه نوسانات کم‌تر و تعادل در این مرحله بیش‌تر باشد، شلیک دقیق‌تری انجام می‌شود (زاوی و محمد، ۲۰۱۳). با توجه به اینکه در شرایط پس از خستگی، افراد در عملکرد تعادلی خود کاهش را نشان داده‌اند، به نظر می‌رسد که کاهش در دقت شلیک، بتواند ناشی از کاهش تعادل باشد.

بسیاری از مطالعات انجام‌شده در حیطه اثر خستگی روی دقت شلیک، بیان کرده‌اند که خستگی روی دقت شلیک اثری ندارد و یا اثر حداقلی دارد (براون و همکاران، ۲۰۱۳) که این موارد با یافته‌های پژوهش حاضر در تناقض است. برای توجیه وجود این تناقض می‌توان به اسلحه مورد استفاده در این مطالعات اشاره کرد. در مطالعه Brown و همکاران (براون و همکاران، ۲۰۱۳) از تپانچه به عنوان اسلحه مورد بررسی برای دقت شلیک استفاده شد، درحالی‌که در مطالعه حاضر از اسلحه کلاشنیکف استفاده شده است. در شلیک با تپانچه، برعکس تفنگ رزمی، اسلحه روی بدن تکیه داده نمی‌شود و اندامی که تپانچه را در دست گرفته است، قادر است تا به صورت آزادانه و مستقلانه نسبت به بدن حرکت کند. این حالت گرفتن تپانچه نشان‌دهنده این است که در شلیک با اسلحه رزمی، کنترل پاسچر مهم‌تر از شلیک تپانچه است. در شلیک تپانچه نوسانات دست و بازو مهم‌تر است (بال و همکاران، ۲۰۰۳). این پژوهش دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به عدم تطبیق شرایط موجود در این مطالعه با شرایط واقعی جبهه نبرد اشاره کرد که علاوه بر موارد مورد اندازه‌گیری به شرایط روحی، استرس و شناختی نیز مربوط می‌شود که همین موارد می‌تواند عملکرد افراد را تحت‌الشعاع قرار دهد. باین‌حال مورد اصلی در دقت شلیک تعادل و عملکرد تعادلی است که در این مطالعه مرکز توجه قرار داده شده است.

می‌تواند در نتیجه تغییر در هماهنگی (یعنی تغییر ورودی عصبی)، یا تغییر ظرفیت عملکردی عضله در تولید نیرو (بدون تغییر در آوران عصبی) یا تلفیقی از هر دو عامل باشد (روداکی و همکاران، ۲۰۰۲). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که حلقه عصبی-عضلانی در جهت آوران و وایران و یا هر دو توسط خستگی مهار می‌شود (جانستون سوم و همکاران، ۱۹۹۸). امروز ثابت شده است که خستگی باعث کاهش تخلیه فیبرهای آوران دوک عضلانی می‌شود و این تأثیر احتمالاً ناشی از کاهش فعال‌سازی نورون‌های حرکتی گاما است. این پدیده به نوبه خود باعث کاهش دروندادها به بخش‌هایی از سیستم عصبی مرکزی می‌شود که پیام‌های آوران را با هم تلفیق کرده و منجر به کاهش تخلیه نورون‌های حرکتی آلفا می‌گردد. در نتیجه اختلالاتی را در ارسال فرمان‌های اصلاحی مناسب به عضلات پاسچرال ایجاد می‌کند (تیلور و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین ناکارآمدی عصبی-عضلانی و کاهش ظرفیت عملکردی عضله در تولید نیرو و ناتوانی نورون‌های حرکتی به دنبال خستگی می‌تواند کنترل پاسچر پویا را تحت تأثیر قرار دهد.

نتایج این مطالعه نشان داد که خستگی باعث کاهش دقت شلیک و افزایش نوسانات مرکز فشار در وضعیت ایستاده و ضعف در عملکرد تعادلی افراد می‌شود. مطالعه‌ای انجام شده است که نشان‌دهنده کاهش توانایی افراد در حالت ایستاده ثابت پس از خستگی است (دیکین و دوان، ۲۰۰۸). در این شرایط، افزایش در نوسانات قامتی و ضربان قلب به‌عنوان عواملی هستند که سبب از بین رفتن عملکرد تعادلی مناسب افراد می‌شود و به تبع آن باعث ایجاد کاهش در دقت شلیک می‌شود (اوانز و همکاران، ۲۰۰۳). حین شلیک، مهم‌ترین مرحله برای دقت شلیک، مرحله چکاندن

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که خستگی باعث کاهش عملکرد تعادلی افراد و دقت شلیک در حالت ایستاده می‌شود.

منابع

- اسلامی منصور، جلالی حسن، حسینی نژاد، سید اسماعیل. (۱۳۹۳). ارتباط بین دقت هدف‌گیری و خستگی عضلات مچ پا در دو فرم وضعیتی تیراندازی با تپانچه بادی. پژوهشنامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، ۱۰(۲۰)، ۱۰۷-۱۱۴.
- صالحی رضا، حبیبیان سارا، سعادت مریم، مهرآور محمد. (۱۳۹۵). تأثیرات لحظه‌ای کفی بر تعادل پویای افراد مبتلا به صافی کف پا. مجله علوم پزشکی رازی، ۲۳(۱۴۶)، ۴۶-۵۳.
- هوانلو فربرز، صادقی حیدر، منتظر محمدرضا و نوروزی حمیدرضا. (۱۳۸۴). تأثیر خستگی عملکردی هوازی و بی‌هوازی بر پایداری پاسچر پویا در فوتبالیست‌های جوان غیر نخبه. علوم حرکتی و ورزش. دوره ۸، شماره ۶: ۱۶۵-۱۸۰.
- Ball, K. A., Best, R. J., & Wrigley, T. V. (2003). Inter-and intra-individual analysis in elite sport: Pistol shooting. *Journal of Applied Biomechanics*, 19(1), 28-38.
- Bermejo, J. L., García-Massó, X., Gomis, M., Noé, F., Huertas, F., Pablos, C., & Paillard, T. (2015). The difficulty of postural tasks amplifies the effects of fatigue on postural stability. *European journal of applied physiology*, 115(3), 489-495.
- Bigland-Ritchie, B. W. J. J., & Woods, J. J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 7(9), 691-699.
- Boyas, S., Remaud, A., Rivers, E., & Bilodeau, M. (2013). Fatiguing exercise intensity influences the relationship between parameters reflecting neuromuscular function and postural control variables. *PLoS One*, 8(8), e72482.
- Brown, M. J. (2011). The Effect of acute exercise-induced fatigue on pistol shooting performance in police officers.
- Brown, M. J., Tandy, R. D., Wulf, G., & Young, J. C. (2013). The effect of acute exercise on pistol shooting performance of police officers. *Motor control*, 17(3), 273-282.
- Dickin, D. C., & Doan, J. B. (2008). Postural stability in altered and unaltered sensory environments following fatiguing exercise of lower extremity joints. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(6), 765-772.
- Eccles, D. W., Ward, P., Woodman, T., Janelle, C. M., Le Scanff, C., Ehrlinger, J., & Coombes, S. A. (2011). Where's the emotion? How sport psychology can inform research on emotion in human factors. *Human factors*, 53(2), 180-202.
- Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of applied physiology*, 72(5), 1631-1648.
- Era, P., Kontinen, N., Mehto, P., Saarela, P., & Lyytinen, H. (1996). Postural stability and skilled performance—a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of biomechanics*, 29(3), 301-306.
- Evans, R. K., Scoville, C. R., Ito, M. A., & Mello, R. P. (2003). Upper body fatiguing exercise and shooting performance. *Military medicine*, 168(6), 451-456.
- Goonetilleke, R. S., Hoffmann, E. R., & Lau, W. C. (2009). Pistol shooting accuracy as dependent on experience, eyes being opened and available viewing time. *Applied ergonomics*, 40(3), 500-508.

- Hancock, P. A., & Szalma, J. L. (Eds.). (2008). *Performance under stress*. Ashgate Publishing, Ltd..
- Johnston 3rd, R. B., Howard, M. E., Cawley, P. W., & Losse, G. M. (1998). Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(12), 1703-1707.
- Lafond, D., Champagne, A., Descarreaux, M., Dubois, J. D., Prado, J. M., & Duarte, M. (2009). Postural control during prolonged standing in persons with chronic low back pain. *Gait & posture*, 29(3), 421-427.
- Lin, K. B., & Hwang, C. K. (2005). Analyses of the relationship between the aiming time and the shot points in archery. 7(4), 161-173.
- Mononen, K., Kontinen, N., Viitasalo, J., & Era, P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(2), 180-185.
- Nejad-Moghadam, A., Dorcheh, S. P., Tahmasbpour, E., Goodarzi, H., Hosseini, -M., Madani, H., ... & Ghanei, M. (2019). Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells Can Ameliorate Airway Remodelling and Improve Oxidative Stress: An Open Label and Randomized Clinical Trial Study on Sulfur Mustard Exposed Patients. Available at SSRN 3326651.
- Nibbeling, N., Oudejans, R. R., Ubink, E. M., & Daanen, H. A. (2014). The effects of anxiety and exercise-induced fatigue on shooting accuracy and cognitive performance in infantry soldiers. *Ergonomics*, 57(9), 1366-1379.
- Nibbeling, N., Oudejans, R. R., Ubink, E. M., & Daanen, H. A. (2014). The effects of anxiety and exercise-induced fatigue on shooting accuracy and cognitive performance in infantry soldiers. *Ergonomics*, 57(9), 1366-1379.
- Niinimaa, V., & McAvoy, T. (1983). Influence of exercise on body sway in the standing rifle shooting position. *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, 8(1), 30.
- Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 162-176.
- Paillard, T., Lizin, C., Rousseau, M., & Cebellan, M. (2014). Time to task failure influences the postural alteration more than the extent of muscles fatigued. *Gait & Posture*, 39(1), 540-546.
- Rodacki, A. L. F., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in sports & exercise*, 34(1), 105-116.
- Rodacki, A. L., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2001). Multi-segment coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(7), 1157-1167.
- Royal, K. A., Farrow, D., Mujika, I., Halson, S. L., Pyne, D., & Abernethy, B. (2006). The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *Journal of sports sciences*, 24(8), 807-815.
- Sadowska, D., Krzepota, J., & Klusiewicz, A. (2019). Postural balance and rifle stability in a standing shooting position after specific physical effort in biathletes. *Journal of Sports Sciences*, 37(16), 1892-1898.
- Steib S, Hentschke C, Welsch G, Pfeifer K, Zech A. (2013). Effects of fatiguing treadmill running on sensorimotor control in athletes with and without functional ankle instability. *Clin Biomech* 28:790–795
- Taylor, J. L., Butler, J. E., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *European journal*

- of applied physiology, 83(2-3), 106-115.
- Viitasalo, J. T., Era, P., Kontinen, N., Mononen, H., Mononen, K., Norvapalo, K., & Rintakoski, E. (1999). The posture steadiness of running target shooters of different skill levels. *Kinesiology*, 31(11).
- Vuillerme, N., Anziani, B., & Rougier, P. (2007). Trunk extensor muscles fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults. *Clinical Biomechanics*, 22(5), 489-494.
- Ward, P., Farrow, D., Harris, K. R., Williams, A. M., Eccles, D. W., & Ericsson, K. A. (2008). Training perceptual-cognitive skills: Can sport psychology research inform military decision training?. *Military Psychology*, 20(sup1), S71-S102.
- Zatsiorsky, V. M., & Aktov, A. V. (1990). Biomechanics of highly precise movements: the aiming process in air rifle shooting. *Journal of biomechanics*, 23, 35-41.
- Zawi, K., & Mohamed, M. (2013). Postural sway distinguishes shooting accuracy among skilled recurve archers. *The Online Journal of Recreation and Sport*, 2(4), 21-28.
- Zawi, K., & Mohamed, M. (2013). Postural sway distinguishes shooting accuracy among skilled recurve archers. *The Online Journal of Recreation and Sport*, 2(4), 21-28.

استناد به مقاله

- اسماعیلی، حامد و آریان فرد، عبدالرضا. (۱۳۹۹). تأثیر خستگی ناشی از حرکات نظامی بر دقت شلیک گلوله و عملکرد تعادلی نظامیان ارتش جمهوری اسلامی ایران، علوم ورزشی و توان رزم، ۱ (۱)، ۷۹-۹۰.

- Esmaeili, H. & Arianfard, A. (2020). Effect of Military-Based Exercise Induced Fatigue on Shooting Accuracy and Balance Performance in IRI Army Men, *Biannual Journal of Sport Science and Battle Ability*, 1 (1), 79-90.