

افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هوایمای شکاری با تأکید بر تمرینات ورزشی متناسب

غلامرضا جدیدی^{۱*}، مهدی میردریکوندی^۲، مهرداد مصطفایی^۳

۱- دانشگاه فرماندهی و ستاد

۲- دانشگاه فرماندهی و ستاد

۳- دانشگاه علامه طباطبایی

(دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۴)

چکیده: فشار گرانشی زمین تأثیر مهمی در شرایط فیزیولوژیکی بدن خلبان دارد. جسمی ورزیده در کنار ذهن آماده برای موفقیت و مداومت در انجام مأموریت برای خلبان شکاری مهم است. این پژوهش درصدد تبیین چگونگی افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هوایمای شکاری با تأکید بر تمرینات ورزشی متناسب است. پژوهش کاربردی و با استفاده از روش نیمه‌تجربی و رویکرد کیفی انجام‌شده است. جامعه آماری، خلبانان شکاری نهاجا با سابقه خدمتی بیش از ۵ سال به تعداد ۱۴۰ نفر و جامعه خبرگی خلبانان هوایمای مذکور با پیشینه حداقل ۱۰ سال خدمت در گردان‌های پروازی این هوایما که تمرینات ورزشی را مستمر انجام داده‌اند، می‌باشد؛ پژوهشگران با استفاده از روش گلوله برفی با ۶ نفر مصاحبه کرده، سپس با ۶ نفر دیگر از خبرگان که توسط گروه اول معرفی شدند، مصاحبه کردند. ابزار تجزیه و تحلیل مکس کیو دی ای بود. نتایج نشان داد: مهم‌ترین واکنش‌های خلبانان هوایمای شکاری در حین تحمل فشارگرانشی مثبت، شامل تاری دید، گردن درد، کوفتگی عضلات و افت فشارخون بود. تمرینات مقاومتی متناسب؛ اسکات پا، ددلیفت، پرس سینه، پرس سرشانه، پلانک و دراز و نشست است و تمرینات استقامتی متناسب شامل: دویدن آهسته، پیاده روی، دوچرخه سواری، شنا، حرکات کششی و استقامتی گردن و تمرینات استقامتی موضعی هستند. همچنین از طریق گروه‌های آزمایش و گواه تمرینات احصاء شده به روش نیمه آزمایشی بررسی شد که نتیجه آن افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی مثبت در گروه آزمایش بعد از انجام تمرینات مقاومتی و استقامتی بود.

واژه‌های کلیدی: تحمل‌پذیری، تمرینات ورزشی استقامتی، تمرینات ورزشی مقاومتی، خلبانان شکاری، فشارگرانشی مثبت

مقدمه

هم‌زمان با پیشرفت‌های علمی بشر علوم پروازی هم در حال پیشرفت است. هواپیماهای جدیدتر، دستگاه‌های هوانوردی جدیدتر و به دنبال آن دانش هوانوردی به‌روزتر می‌شود. ماهیت پرواز همیشه در تضاد با طبیعت بدن آدمی بوده است. این حقیقت به دلیل جدا شدن جسم انسان از زمین و خاصیت فیزیولوژیکی بدن انسان است (گردویل^۱، ۲۰۱۸، ۳۵). همواره پرواز، یک چالش پیچیده و درعین‌حال جذاب و گاهی خطرناک برای انسان بوده است. این چالش مخصوصاً برای خلبانانی که با هواپیماهای شکاری پرواز می‌کنند به‌عنوان یک خلبان نظامی، جدی‌تر و خطرناک‌تر است. پرواز با هواپیمای شکاری به دلیل مانورهای سریع، تغییرات ممتد و متغیر در سمت، ارتفاع و سرعت نیازمند خلبانانی با آمادگی بدنی بالا است. از طرفی با به‌روز شدن علوم مختلف حوزه تربیت‌بدنی از جمله در حوزه طب هوایی، می‌توان راه‌کار مناسبی برای این چالش اندیشید. امروزه علم تربیت‌بدنی با استفاده از سایر دانش‌ها نظیر پزشکی، روانشناسی و جامعه‌شناسی خدمات ارزنده‌ای به اجتماع داشته و می‌تواند رسالت خود را در خصوص ارتقاء سطح سلامت و آمادگی جسمانی افراد جامعه در مشاغل کلیدی و حساس به نحو مطلوب انجام دهد. یکی از وظایف متخصصان تربیت‌بدنی و پزشکان طب هوایی در نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران، فراهم کردن شرایط ارتقاء آمادگی جسمانی و حفظ طولانی‌مدت کارکنان پروازی و افزایش بهره‌وری ایشان به‌خصوص در شغل حساس خلبان شکاری است.

اولین بار که در سال ۱۹۰۳ برادران رایت در ایالت اوهایو کشور آمریکا یک هواپیما را به پرواز درآوردند با تغییرات فیزیولوژیکی مختلفی در جسم خود مواجه شدند (گردویل، ۲۰۱۸، ۳۹). این تغییرات ناشی از افزایش یا کاهش فشار گرانشی بود که در حین پرواز بر بدن وارد می‌شد. در واقع از اولین پرواز بشر تاکنون همواره فشار گرانشی مثبت و منفی وارده بر خلبان و تاب‌آوری خلبان برای کارشناسان حوزه هوانوردی یک دغدغه بوده است.

فشار گرانشی مثبت سبب کاهش جریان خون مغز و چشم‌ها شده که این امر منجر به دید تونلی، کاهش بینایی و نقایص شناختی مختلف که ناشی از کاهش سطح هوشیاری نسبی است می‌شود؛ که همگی در پرواز، نامطلوب هستند (گردویل، ۲۰۱۸، ۵۶) در علم فیزیولوژی هوایی به این حالت در اصطلاح تاری دید یا خاموشی^۲ می‌گویند؛ همچنین دردهای عضلانی در نقاط مختلف بدن متأثر از تحمل فشار گرانش چه در حین انجام مانورها، چه بعد از اتمام پرواز، مشکلی است که همواره خلبانان با آن درگیر هستند. در فشار گرانشی منفی دقیقاً حالتی برخلاف فشار گرانشی مثبت رخ می‌دهد، جریان خون در مغز و چشم‌ها افزایش پیدا می‌کند که به این حالت در اصطلاح فیزیولوژی هوایی، قرمزی چشم^۳ می‌گویند، در ضمن سیستم گوارشی دچار اختلال می‌شود که این حالات هم برای خلبانان در پرواز ناخوشایند است (گردویل، ۲۰۱۸، ۳۹).

حالتی که خلبان بتواند بدون آنکه در انجام مأموریت تاکتیکی خود اختلالی ایجاد کند و هم‌زمان با انجام این مأموریت بدن وی دچار اختلال عملکردی نشود را تاب‌آوری در فشار گرانشی می‌گویند. گرچه مدرک معتبری دال بر اینکه می‌توان تاب‌آوری در فشار گرانشی منفی را از طریق تمرینات ورزشی افزایش داد تاکنون یافت نشده است. ولی برای فشار گرانشی مثبت می‌توان از طریق تمرینات ورزشی متناسب، تاب‌آوری خلبان را تغییر داد. در این خصوص شبیه‌سازهایی در کشورهای صاحب فناوری

^۱ Gradwell

^۲ Blackout

^۳ Redout

بالا ساخته شده است تا خلبانان بتوانند تاب‌آوری خود را در فشار گرانشی محک بزنند و این شرایط را به‌طور کامل احساس کنند. ولی در کشور ایران تاکنون چنین شبیه‌سازهایی ساخته نشده است.

تاب‌آوری در فشار گرانش مثبت و منفی در پرواز، یکی از مؤلفه‌های مهم آمادگی جسمانی در خلبانان شکاری است (بروان^۱)، ۲۰۱۶، ۵۶). تصمیم‌گیری در لحظه که مختص خلبانان هواپیمای شکاری است، خود تابعی از شرایط فیزیولوژیکی بدن انسان است و فشار گرانش مثبت و منفی تأثیر مهمی در شرایط فیزیولوژیکی بدن خلبان دارد. جسمی چابک و درعین‌حال مقاوم در کنار ذهن آماده و روحیه بالا، از مهم‌ترین شاخص‌ها برای موفقیت و همچنین مداومت در انجام مأموریت محوله برای یک خلبان در هواپیمای شکاری است. لذا برای افزایش تاب‌آوری در فشار گرانشی مثبت می‌توان از علم تربیت‌بدنی کمک گرفت، ولی برای فشار گرانشی منفی نمی‌توان برنامه متقن ورزشی ارائه کرد.

همان‌گونه که در کتاب تناسب بدنی برای پرواز^۲ چاپ‌شده در اداره هوانوردی ایالات متحده اشاره شده است، حرکات ورزشی به‌طور کلی شامل حرکات مقاومتی و استقامتی می‌شوند. همانند این مطلب هم در کتاب اصول فیزیولوژی ورزشی دکتر گایینی چاپ‌شده در انتشارات دانشگاه پیام نور نیز ذکر شده است. با توجه به منابع ذکر شده و همچنین مصاحبه اکتشافی محققین با متخصصین حوزه علوم ورزشی ابعاد این مسئله به دو دسته حرکات ورزشی استقامتی و مقاومتی تقسیم‌بندی شده که محققین در نظر دارند به نقش ورزش‌های مقاومتی و استقامتی در افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانش مثبت در خلبان بپردازند.

آنچه پژوهشگران در تحقیقات خود مشاهده نموده‌اند، مشکلات عدیده برخی خلبانان زده هواپیماهای شکاری در حوزه طب هوایی، به دلیل دردهای مزمن و یا تحمل فشارهای حاصله از مانورهای سنگین، یا در سطح اهمیت پایین‌تر، مشاهده حالات ناخوشایندی که خلبانان بعد از تحمل فشارهای گرانشی با آن مواجه می‌شوند بوده است. این آسیب‌ها گاهی باعث کناره‌گیری خلبانان از رده شکاری هم می‌شود. این مسئله، علاوه بر تحمیل هزینه‌های سنگین بر نیروی هوایی، توان عملیاتی آن را تحت تأثیر منفی قرار می‌دهد؛ در این راستا، "چگونگی افزایش تحمل فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری با تأکید بر تمرینات ورزشی متناسب" به‌عنوان هدف اصلی و "چگونه می‌توان با تمرینات ورزشی متناسب، تحمل فشار گرانشی مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری را افزایش داد؟" به‌عنوان سؤال اصلی پژوهش در نظر گرفته شده است.

پیشینه پژوهش:

پیشینه نظری:

اهمیت توانایی روحی و آمادگی جسمانی نیروهای نظامی به‌عنوان یک ضرورت پایدار برای افراد همچنان در رأس برنامه‌های نظامیان است. به‌رغم پیشرفت فناوری، اهمیت توانایی جسمی و روحی نیروهای رزمی همچنان در ارتش‌های دنیا مطرح است و برای این منظور برنامه‌ها و دانشکده‌هایی در نظر گرفته شده است. به‌عنوان مثال در ارتش آمریکا برای دانشجویان کادر افسری، دو ترم دوره‌های تربیت‌بدنی در چهار سال برنامه‌ریزی شده است که در طی این مدت می‌بایست با اصول آمادگی جسمانی، ورزش‌های تخصصی، دفاع شخصی و کسب مهارت‌های مربی‌گری آشنا شوند (آشنایی با نظام آموزشی ارتش‌های جهان، ۱۳۹۸، ۱۴۰). در برخی گروه‌های شغلی، نگهداری سطح بالایی از آمادگی جسمانی به‌طور رسمی جزء الزامات موردنیاز آن شغل

^۱ Brawn

^۲ Fit for flight

پایه‌گذاری شده است. این با ضرورت اجرای وظایف کاری در شرایط گوناگون محیطی که اغلب تحت فشار و کشش‌های روحی و روانی همراه است. خلبانان نیروی هوایی از این قبیل گروه مشاغل هستند و آن‌ها به‌منظور اجرای وظایف پروازی به داشتن سطح سلامتی خیلی خوب و سطح بالایی از آمادگی جسمانی و ظرفیت هوازی نیازمندند. چنین الزاماتی با حقیقت اجرای وظایف کاری بر روی زمین و در پرواز توجیه می‌گردد (تام زاک^۱، ۲۰۱۷). از این رو برای خلبانان تحمل سطح بالایی از نیروی فشارگرانشی زمین در حین اجرا مانورهای پروازی و ظرفیت بالای اجرای مانورهای پروازی ضروری است (سولیوس^۲، ۲۰۱۷). خلبان نظامی برای موفقیت در عملیات نیاز به دانش و مهارت دارد و از همه بیشتر نیاز به آمادگی جسمانی (سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی) برای تحمل بیشتر فشار گرانشی (جی) دارد. افزایش ظرفیت بی‌هوازی موجب افزایش توانایی خلبان هواپیمای جت مافوق صوت در انجام مانورهای با فشارگرانشی بالا می‌شود (درخشان، ۱۳۷۹). نگهداری شرایط فیزیکی خلبانان نیروی هوایی به‌منظور احیای توان فیزیکی، ترمیم سلامتی و تندرستی، تحمل تمرین‌های نجات و اضطراب زیر نظر متخصصان طب هوایی، تربیت بدنی و فیزیولوژی ورزش، متخصصان تغذیه و روانشناسان به‌وسیله آنچه زندگی ورزشی قلمداد می‌گردد انجام می‌شود (تام زاک، ۲۰۱۷).

تحمل‌پذیری فشار گرانشی مثبت را در بدن خلبانان را می‌توان با توجه به ساختار بدنی و فیزیولوژیکی انسان تغییر داد، ولی در مورد فشار گرانشی منفی تا بحال متخصصین حوزه طب هوافضا موفقیت‌چندانی برای افزایش تحمل‌پذیری در حین انجام مانورها نداشته‌اند (سولیوس، ۲۰۱۷)؛ گرچه مکانیسم نوسانات فشار جاذبه زمین در پرواز بر ساختار نخاعی خلبانان نظامی به‌خوبی درک شده است، اما روابط بین شدت فعالیت بدنی، تناسب‌اندام، علائم آسیب‌های اسکلتی عضلانی شغلی و درجه ناتوانی ناشی از آن و در نتیجه تحمل‌پذیری یک خلبان نسبت به فشار ایجاد شده کمتر شناخته‌شده است. طی یک آزمایش در طب هوایی، خلبانان نظامی فنلاند به یک پرسشنامه در مورد تجربه پرواز خود، وقوع درد ناشی از انجام پرواز، درجه ناتوانی ناشی از آن و فعالیت بدنی که انجام می‌دهند پاسخ دادند. در این آزمایش ۱۹۵ مرد برای تجزیه و تحلیل انتخاب شدند. آن‌ها با توجه به شرایط پروازی خود، به سه گروه تقسیم شدند: خلبانانی که در حین پرواز در معرض نوسانات فشار گرانشی مثبت بالابودند، خلبانانی که در معرض نوسانات فشار گرانشی مثبت پایین بودند و خلبانانی که در ستاد فرماندهی کار می‌کردند. گروهی که در معرض نوسانات فشار گرانشی بالابودند دارای بالاترین ظرفیت هوازی و نمره آمادگی عضلانی بالاتری نسبت به دو گروه دیگر بودند. با این حال، به نظر می‌رسید که آن‌ها نسبت به سایر خلبانان گروه‌های دیگر دارای ناتوانی و مشکلات کمتری بودند که این اهمیت آموزش فیزیکی را در حفظ آمادگی عملیاتی برجسته می‌کند. جمع ساعت پرواز نیز در خلبانانی که در معرض نوسانات فشارگرانشی بالابودند با وقوع اختلالات ناشی از وظیفه پرواز رابطه مستقیم داشت (رینتالا^۳، ۲۰۱۵، ۱۲۳). علائم آسیب‌های ستون فقرات ناشی از قرار گرفتن در معرض شتاب گرانشی مثبت در هواپیمایی نظامی رایج هستند (بورنت^۴، ۲۰۰۴، ۶۱). برای حفظ آگاهی موقعیتی در درگیری‌های هوایی، یک خلبان جنگنده نیاز دارد به‌طور دائمی فضای هوایی اطراف خود را جستجو کند. ظهور سلاح‌ها و سامانه‌های هدف‌یابی پیشرفته، ضرورت استفاده از مانورهای پرفشار و در معرض فشار گرانشی (جی) بالا قرار گرفتن را غیرضروری نمی‌کند. برای خلبان شکاری پرواز با نیروی فشارگرانشی بالا و هم‌زمان بررسی

^۱ Tomczack

^۲ Sovelius

^۳ Rintala

^۴ Burnet

کردن موقعیت ساعت ۶ هواپیمای خود منجر به نشانه‌های آسیب عضلانی اسکلتی در ستون فقرات گردنی می‌گردد (گرین^۱، ۲۰۱۴). این اجرای مانور پرفشار و بررسی موقعیت ساعت ۶ هواپیما، همراه با یک کابین تنگ، حالت نشسته ساکن و کلاه هلمت سنگین بر روی سر ممکن است باعث مشکلات حاد یا حتی مزمن ستون فقرات شود (رینتالا، ۲۰۱۵، ۱۲۳). اختلالات اسکلتی عضلانی یکی از شایع‌ترین مشکلات خلبانان هواپیماهای شکاری است (کیکوکاو^۲، ۲۰۱۴، ۷۲). یافته‌ها نشان می‌دهد که با افزایش ساعت پرواز خلبانان به بیش از ۱۰۰ ساعت، ۹/۶٪ تا ۲۰٪ از خلبانانی که با هواپیمای با قابلیت اجرای بالا پرواز می‌کنند خطر بروز درد ناگهانی ستون فقرات را دارند و از معلولیت‌هایی که بر توانایی آن‌ها در انجام وظیفه پروازی تأثیر می‌گذارد، رنج خواهند برد (درو^۳، ۲۰۱۸، ۲۲). مأموریت‌های پرفشار و در معرض فشارگرانشی بالا قرار گرفتن می‌تواند منجر به اختلالات مهره‌های گردنی ستون فقرات خلبانان شکاری مشابه آنچه در میان سالمندان دیده می‌شود گردد (پترن^۴، ۲۰۱۸). یک خلبان جوان ممکن است مشکلات بیشتری از درد مهره‌های گردنی و ستون فقرات ناحیه کمری را در مقایسه با یک گروه کنترل غیرخلبان در همان محدوده سنی تجربه کند، اما سن عامل پیش‌بینی خوبی نیست؛ اما آنچه قابل استناد است ارتباط کامل بین ساعت پرواز خلبان شکاری و مقدار زمانی که در معرض پروازهای پرفشار است با آسیب مهره‌های گردنی و ستون فقرات ناحیه پشتی دارد (هامالینن^۵، ۲۰۱۶، ۸). اسناد زیادی دلالت بر این موضوع دارد که قرار گرفتن در معرض فشارگرانشی بالا باعث تخریب ساختار ستون فقرات می‌شود و کار را برای خلبان شکاری سخت می‌کند. پژوهشی سوئدی نشان می‌دهد که خلبانان شکاری که دردی در عضلات گردن ندارند دارای قدرت بیشتری در عضلات گردنی نسبت به سایر همکاران خود دارند (آنگ^۶، ۲۰۱۵، ۳۷۵). یکی از یافته‌های مهم این است که خلبانان شکاری خوش اندام‌تر و دارای آمادگی جسمانی بهتر از تحمل‌پذیری فشار گرانشی مثبت بیشتری نسبت به هم‌تایان خود که آمادگی جسمانی آن‌ها هنوز متوسط بود برخوردار بودند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که تمرینات جسمانی و فعالیت‌های ورزشی برای خلبانان شکاری که قصد حفظ شایستگی حرفه‌ای و سلامت خود را دارند، بسیار مفید خواهد بود (رینتالا، ۲۰۱۵، ۲۳). قابل توجه است که بیش از یک‌سوم از خلبانان دارای علائم اختلالات ستون فقرات (مانند کمرختی و سوزش) ناشی از پرواز در اندام فوقانی هستند؛ بنابراین ممکن است که نشانه‌های آسیب‌های عضلانی اسکلتی در خلبانان جوان که روزانه در معرض فشارگرانشی زمین زیاد هستند، عمدتاً ناشی از خستگی موضعی در بافت‌های نرم اطراف ستون فقرات، یعنی عضلات تثبیت‌کننده ستون فقرات، تاندون‌ها و رباط‌ها است (هامالینن، ۲۰۱۶، ۱۸). علائم تجربه‌شده توسط خلبانانی که مسن‌ترند ممکن است بیشتر به اختلالات ستون فقرات مربوط باشد چراکه مدت‌زمان بیشتری در معرض نوسانات فشار جاذبه زمین قرار گرفته‌اند. در هر صورت در اکثر خلبانان شکاری علائم آسیب‌های اسکلتی استخوانی با افزایش سن و در زمان غیر کاری بیشتر نمود می‌کند؛ بنابراین در برنامه‌های پروازی خلبانان شکاری، اجرای برنامه‌های ورزشی باهدف تقویت عضلات گردنی و ستون فقرات ممکن است مفید واقع گردد. به دلیل آنکه خلبانان با تناسب‌اندام بهتر با ناتوانی کمتری مواجه می‌شوند، تمرینات ورزشی متناسب با شغل و سلامتی، احتمالاً منافع زیادی را به همراه خواهد داشت. لذا تمرینات ورزشی ویژه شغلی در طول دوره آموزشی پایه باید به‌صورت مرتب اجرا شود تا بتواند به کاهش

^۱ Green

^۲ Kikukaw

^۳ Drew

^۴ Patren

^۵ Hamalainen

^۶ Ang

ناتوانی ناشی از پرواز کمک کند. علاوه بر این، تغییرات و اصلاح در برنامه‌های آموزش پیشرفته پرواز باید برای کنترل بهتر کارهای خلبانان موردتوجه قرار گیرد. هر دو مسئله باید بین بخش‌های تربیت‌بدنی، طب هوایی، آموزش پرواز و ایمنی پرواز موردنظر قرار گیرد و برنامه‌ریزی لازم برای افزایش آمادگی جسمانی خلبانان برای افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی و در نتیجه کاهش علائم اسکلتی عضلانی صورت گیرد. در نهایت توصیه می‌شود که حجم کار فیزیکی، مجموع نیروهای فشارگرانشی زمین که به خلبان وارد می‌شود و سطح تمرینات ورزشی متناسب در برنامه‌های آموزش پرواز موردتوجه قرار گیرد. این امر کنترل مناسب از حجم کار و بازیابی را تضمین می‌کند و موجب جلوگیری از بروز اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از پرواز می‌شود (هاری^۱، رینتالا، ۲۰۱۵، ۸۶). قدرت عضلات گردن و استقامت در خلبانان نیروی هوایی ممکن است به‌عنوان یک اقدام پیشگیرانه برای ناراحتی گردن عمل کند (هامالاین، ۲۱۶، ۱۸). برخلاف شاخص‌های آمادگی جسمانی که دارای اثر بسیار زیادی بر توانایی عملکرد خلبان دارد. از این‌رو، به‌منظور کاهش میزان وا خوردن دانشجویان خلبانی از ادامه آموزش خلبان جنگنده نظامی یا خلبان هواپیمایی کشوری باید در ابتدا توجه دقیق به سنجش وضعیت فیزیکی شود و سپس به اجرای تمرینات عملی مربوط به چابکی، تعادل، قدرت گرفتن، کشش و غیره پرداخته شود. همچنین لازم است یک سیستم مشاوره توانایی فیزیکی دانشجویان خلبانانی را به‌صورت انفرادی ارزیابی کند و برنامه‌های تمرینی که توانایی عملکرد خلبان را ارتقاء می‌دهد برنامه‌ریزی و توصیه نماید (سینگو^۲، ۲۰۲۰، ۴۵).

بدن انسان برای محیطی که نیروی فشار گرانشی مثبت ثابت اعمال‌شده بر روی آن برابر با یک برابر فشارگرانشی زمین باشد سازگار شده است. افزایش نیروهای فشارگرانشی زمین موجب کاهش فشارخون و جریان خون به مغز و چشم می‌شود. نیروهای جاذبه زمین با بیش از یک برابر خون را به سمت پایین می‌آورند. این امر سبب کاهش میزان بازگشت خون به قلب (بازگشت وریدی) می‌شود و در نتیجه جریان خون و فشارخون در سر کاهش می‌دهد. این کاهش جریان خون باعث می‌شود اکسیژن کافی به مغز و چشم نمی‌رسد که در نتیجه می‌تواند منجر به تاری دید و ناتوانی گروه پروازی شود. به‌محض این‌که انتقال خون و اکسیژن به مغز کم می‌شود، عملکرد شناختی کاهش می‌یابد. توانایی پردازش اطلاعات کاهش می‌یابد، زمان واکنش کند می‌شود، قوه تشخیص و قضاوت می‌تواند فراموش شود و توانایی پاسخ دادن به ارتباطات یا هشدارها می‌تواند از بین برود. هنگامی که مقدار خون و اکسیژن موردنیاز برای مغز از سطح موردنیاز برای نگهداری هوشیاری کمتر شود، بی‌هوشی ناشی از فشارگرانشی مثبت رخ می‌دهد (جیووانی^۳، ۲۰۱۸، ۵). از زمانی که خلبان آموزش پروازهای پرفشار را شروع کرد و در معرض فشار گرانشی مثبت بالا قرار گرفت شرایط فیزیکی برای خلبان هواپیمای جنگنده به‌عنوان یک عامل مهم در حفاظت از او در برابر تنش نیروهای فشار گرانشی در هواپیما شناخته‌شده است. شرایط فیزیکی یکی از عوامل فیزیولوژیکی در افزایش تحمل تغییرات فشار گرانشی زمین است و به‌عنوان پایه و اصل عملکرد مطلوب انسان در داخل و خارج از هواپیما است. مشابه با یک رویداد ورزشی، گروه پروازی که در معرض فشارگرانشی زمین بالا قرار می‌گیرند سطوح بالایی از عوامل استرس‌زا داخلی و خارجی را تجربه می‌کنند و توانایی فرد برای مدیریت این عوامل استرس‌زا و اطمینان از عملکرد حداکثری به شرایط فیزیکی بستگی دارد. کسانی که شرایط فیزیکی بهتری دارند قادر به کنترل فشار بیشتری هستند. یک برنامه مؤثر و متناسب با شرایط جسمانی، عملکرد گروه پروازی را تحت فشار فیزیکی بهبود می‌بخشد. برای گروه پروازی در معرض فشار گرانشی بالا به معنی

^۱ Harri

^۲ Seinghoe

^۳ Giovanni

ارتقاء تحمل‌پذیری فشار گرانشی است. عواملی که بر تحمل فشار گرانشی تأثیر می‌گذارند عبارت‌اند از: حداکثر فشار گرانشی (شدت)، زمان در معرض فشار گرانشی بالا (مدت‌زمان) و نرخ شروع نیروهای فشار گرانشی. یک گزارش ویژه تهیه‌شده توسط دانشکده طب هوافضا نیروی هوایی آمریکا، تحت عنوان برنامه آمادگی جسمانی برای بهبود تحمل فشار جاذبه زمین در نگاه اولیه نشان داد که تمرکز بیشتر بر یک برنامه ورزشی قدرتی و آماده‌سازی ظرفیت بی‌هوازی و تمرکز نسبی بر روی ظرفیت هوازی حیاتی است (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

برنامه‌های تمرینی متناسب برای خلبانان شکاری

برنامه‌های آمادگی جسمانی فقط باید توسط کارکنان واجد شرایط برنامه‌ریزی و اجرا شوند؛ تغییرات اخیر در اجرای برنامه آماده‌سازی خلبانان هواپیما جنگنده^۱ این نیاز حیاتی را رسمیت داده است. فرماندهی تربیت و آموزش هوایی^۲ یک دوره آموزشی برای برنامه آماده‌سازی خلبانان هواپیما جنگنده ایجاد کرده است. علاوه بر این، دو سازمان حرفه‌ای معتبر وجود دارد که گواهینامه معتبر برای چنین آموزش شخصی را ارائه می‌دهند؛ انجمن ملی تقویت و آماده‌سازی^۳ و دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا^۴ (جیووانی، ۲۰۱۸، ۲۵).

آمادگی مأموریت

خصوصیات فیزیکی لزوماً سطح تحمل فشارگرانشی زمین را پیش‌بینی نمی‌کنند. عوامل فیزیولوژیکی مانند کم‌آبی، افت قند خون، فقدان آمادگی جسمی خاص تحمل فشار جاذبه زمین یا بیماری می‌توانند بر اثربخشی سطح تحمل فشار جاذبه زمین و فن مقابله با فشارگرانش زمین در کابین^۵ تأثیر منفی داشته باشند. هر دو مطالعات در نیروی هوایی و نیروی دریایی نشان داده‌اند که تمرین بی‌هوازی، سطح تحمل فشارگرانشی زمین را بهبود می‌بخشد. در این مطالعات نشان داده‌شده است که تمرینات مقاومتی و استقامتی عضلانی قدرت، استقامت و تحرک خلبان در کابین را در پروازهای پرفشار افزایش می‌دهد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۲۵).

خصوصیات فیزیکی

عملیات ایمن در محیط با فشارگرانشی زمین بالا می‌تواند با بهینه‌سازی عادات و فعالیت‌های روزانه ما بهبود یابد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی ذاتی با عملکرد خوب در مقابله با فشارگرانشی زمین همراه هستند، اما هیچ‌یک از آن‌ها تضمین مطلق از اجتناب از بی‌هوشی ناشی از فشارگرانشی نیست. به‌عنوان مثال، فردی با فشارخون بالاتر ممکن است عملکرد بهتر در مقابله با فشارگرانشی زمین را نسبت به افرادی که فشارخون پایین دارند داشته باشد. باین‌حال، بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی را می‌توان بهبود داد که منجر به افزایش تحمل فشارگرانشی زمین می‌شود. به‌طور کلی قدرت، به‌ویژه در عضلات مورد استفاده‌شده در فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین، با عملکرد بهتر در مقابله با فشار جاذبه زمین مرتبط است. به همین دلیل، گروه پروازی

^۱ Fighter Aircrew Conditioning Program (FACP)

^۲ Air Education and Training Command (AETC)

^۳ National Strength and Conditioning Association (NSCA)

^۴ American College of Sports Medicine (ACSM)

^۵ Anti-G Straining Maneuver (AGSM)

با قابلیت اجرای بالا باید یک برنامه تناسب‌اندام جامع داشته باشند که شامل تمرینات قدرتی و استقامت باشد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۲۵). این برنامه ورزشی باید عضلاتی که در طول فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین مورد استفاده قرار می‌گیرند را هدف قرار دهد که شامل عضلات ساق پا (ماهیچه دوقلو، ماهیچه نعلی)، همسترینگ، عضلات چهارگانه، عضلات شکمی و عضلات سرینی است. درحالی‌که راه‌های زیادی برای بهبود شرایط جسمی وجود دارد، باید تأکید بر بهبود فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین در هنگام قرار گرفتن در معرض جاذبه زمین باشد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۳۵).

آمادگی جسمانی

برنامه جامع باید شامل شاخص‌های آمادگی جسمانی از قبیل آمادگی قلبی-عروقی، قدرت / استقامت عضلانی، تعادل / ثبات و انعطاف‌پذیری باشد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

آمادگی قلبی-عروقی

خون‌رسانی به عضلات درگیر کار را افزایش می‌دهد، زمان بازیابی درگیری عضلات در کار را کاهش می‌دهد. این نیز ممکن است سطح تحمل فشارگرانشی زمین را افزایش دهد، به این معنا که خلبان توانایی چند پرواز پرفشار را داشته باشد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

قدرت عضلانی

فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین عمدتاً از طریق قدرت عضلانی توانمند می‌شود. افزایش حداکثر مقدار نیرویی که می‌توانید تولید کنید می‌تواند به یک فن مقابله با فشارگرانشی زمین کارآمدتر منجر شود (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

استقامت عضلانی

استقامت عضلانی افزایش‌یافته توانایی اجرای مکرر تحت فشار قرار دادن عضلات را در حالات ایستا افزایش می‌دهد و بنابراین خستگی عضلانی را کاهش می‌دهد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

تعادل / ثبات

ورزش عضلات شکمی و پشتی لگن خاصره یا ستون فقرات پایداری در کابین را بهبود می‌بخشد، درنهایت منجر به فن مقابله با فشارگرانشی زمین بهتر خواهد شد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

انعطاف‌پذیری

اشاره به درجه‌ای دارد که یک مفصل در یک محدوده حرکتی نرمال بدون درد حرکت می‌کند. انعطاف‌پذیری خوب ممکن است به فن مقابله با فشارگرانشی زمین موفق کمک کند و خطر آسیب را کاهش دهد. هنگام تمرین برای مقابله با فشارگرانشی زمین، مهم است که آن دسته از عضلات مورد استفاده در فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین را هدف قرار دهید. در این

حالت عضلات مرکزی و پایین‌تنه از همه مهم‌ترند، گرچه قدرت بدنی بالاتنه و استقامت قلبی- عروقی نیز از اجزای مهم آمادگی برای مقابله با فشارگرانشی زمین هستند. برای بهبود عملکرد مقابله با فشارگرانشی زمین، یک برنامه آمادگی جسمانی قلبی - عروقی برای حداقل ۳۰ دقیقه، سه بار در هفته اجرا کنید. یک برنامه آمادگی جسمانی کامل باید برای ایجاد قدرت و استقامت در گروه‌های عضلانی زیر باشد: چهارسر ران، باسن، شکم، عضلات ساق پا و بازوها. پذیرفته‌شده است که توان بی‌هوازی تنها جزء آمادگی جسمانی برای گروه‌های پروازی در معرض فشارگرانشی زمین بالا نیست (جیووانی، ۲۰۱۸، ۱۵).

انطباق‌پذیری با تمرینات بی‌هوازی

برنامه‌های تمرینی بی‌هوازی، بر تمرینات مقابله با فشارگرانشی زمین تأکید دارند. برنامه‌های تمرین بی‌هوازی عبارت‌اند از تمرینات کوتاه‌مدت و شدید که برای به چالش کشیدن سیستم‌های کوتاه‌مدت انرژی در بافت عضله است. انطباق‌پذیری با برنامه‌های تمرینی بی‌هوازی خاص باعث افزایش توانایی در تمرینات حداکثری تا سه دقیقه و بهبود عملکرد مهارت‌های حرکتی می‌شود. به‌منظور فشار بر سیستم گلیکولیتیک در انجام جلسات تمرین کوتاه‌مدت و شدید، نسبت کار / استراحت می‌تواند کوتاه شود. ورزشکار با برنامه‌های تمرینی بی‌هوازی بسیار سازمان‌یافته و دقیق می‌تواند انتظار داشته باشد که سازگاری‌های فیزیولوژیکی مانند بهبود عصبی عضلانی و تقویت رفلکس، تغییرات عضلانی در تعداد فیبر (هیپرپلازی) و اندازه فیبر (هیپرتروفی)، افزایش سوخت‌وساز در توزیع فیبری و تغییرات ساختاری و مکانیکی در بافت همبند (به‌عنوان مثال، استخوان، تاندون، رباط‌ها، لایه پوششی فیبری و غیره) را ببیند. یک عامل مهم در طراحی برنامه تمرینی با تمرکز اولیه بر ظرفیت بی‌هوازی، کاهش شدت، حجم و تکرار تمرین هوازی است (جیووانی، ۲۰۱۸، ۳۲).

گرم کردن، کشش و انعطاف‌پذیری

صرف‌نظر از اهداف اولیه و ثانویه برنامه‌های تمرینی، گرم کردن و انعطاف‌پذیری بسیار مهم هستند. این مؤلفه‌ها برای جلوگیری از آسیب‌دیدگی و بهبود ضعف تحریک‌پذیری عضله و تعادل مهم است. گرم کردن، انقباض و آرام‌سازی سریع‌تر عضلات موافق و مخالف را بهبود می‌بخشد، سرعت تولید نیرو زمان واکنش را افزایش می‌دهد، قدرت و توان عضلات را بهبود می‌بخشد، جریان خون را افزایش می‌دهد و اکسیژن بیشتری را به‌منظور بهبود واکنش‌های سوخت‌وساز بدن ایجاد می‌کند. گرم کردن کلی شامل ۵ تا ۱۰ دقیقه فعالیت آهسته باهدف افزایش ضربان قلب، جریان خون، دمای عضلات، میزان تنفس، میزان تعرق و چسبندگی مایع مفصلی است. انعطاف‌پذیری به‌عنوان بخشی از گرم کردن یا سرد کردن عملکرد را بهبود می‌بخشد و خطر آسیب را کاهش می‌دهد. ضروری است که ورزشکار بی‌هوازی (به‌عنوان مثال، گروه پروازی در معرض فشارگرانشی زمین بالا) پتانسیل از دست دادن زمان را در هواپیما با استفاده از اقدامات پیشگیرانه به حداقل برساند و انعطاف‌پذیری را از طریق حرکات کششی حفظ کند، اگرچه بهبود نیافته است. حرکات کششی می‌تواند پس از تمرین ورزشی یا پرواز و یا به‌عنوان یک جلسه جداگانه به‌تنهایی به کار رود (جیووانی، ۲۰۱۸، ۳۲).

هدف از یک برنامه آمادگی جسمانی

موفقیت خلبانان هواپیماهای جنگنده مدرن امروزی به توانایی شما برای غلبه بر نیروهای فشارگرانشی زمین که توسط هواپیما به طور فزاینده‌ای ایجاد می‌شود، بستگی دارد. این پیوست شامل توصیه‌های کلی برای ایجاد یک برنامه شخصی برای ارتقاء سطح تحمل فشارگرانشی زمین و افزایش عملکرد عمومی بدن تحت فشارگرانشی زمین است. یک برنامه کامل برای همه گروه پروازی در معرض فشارگرانشی زمین بالا وجود ندارد. با این حال، برخی از اصول کلی که توسط متخصصان آمادگی جسمانی و قدرت جسمانی شناخته شده است که می‌توانند عملکرد بدن را در برابر فشارگرانشی زمین افزایش دهد. توانایی‌های بنیادی در قدرت، توان، استقامت و چابکی، به خوبی به گروه پروازی کمک خواهد کرد. علاوه بر این، ویژگی‌های خاص مربوط به فن مقابله با فشارگرانشی زمین وجود دارد که می‌تواند آموزش داده شود. به عنوان مثال، فعالیت‌های بدنی / عضلات مرکزی و عضلات پایین تنه با شدت انجام شده در یک الگوی تمرینی از این موارد است (جیووانی، ۲۰۱۸، ۳۲).

آمادگی جسمانی برای بهبود سطح تحمل فشارگرانشی زمین

داشتن شرایط جسمانی خوب، مزایای قطعی برای عملکرد در کابین خلبان، به ویژه تحمل فشارگرانشی زمین دارد. افزایش نیروی عضلانی و استقامت اجازه می‌دهد تا گروه پروازی به طور مؤثر فن مقابله با فشارگرانشی زمین در کابین را با تلاش نسبی عضلانی کمتر و در نتیجه تلاش ذهنی کمتر انجام دهند. برخی تحقیقات نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی پر شدت، توانایی مقاومت در برابر نیروهای فشارگرانشی زمین بالا را برای یک دوره طولانی با خستگی کمتر افزایش می‌دهد. یک برنامه جامع تمرینی برای مقابله با فشارگرانشی زمین عناصر قدرت، توان، استقامت، ظرفیت کاری، تحرک دربر می‌گیرد (جیووانی، ۲۰۱۸، ۴۵).

دستورالعمل کلی برای یک برنامه آمادگی جسمانی خلبانان شکاری

هرگونه تمرین بدنی باید با گرم کردن آغاز گردد. اهداف گرما کردن عبارت‌اند از افزایش دمای ماهیچه‌ها و بافت‌های همبند عضلات و مفاصل، برای فعالیت در طیف وسیعی از حرکات پیشرو آماده‌سازی مسیرهای عصبی برای فعالیت‌هایی که به زودی انجام می‌شود. تناسب‌اندام نیز می‌تواند در این مرحله تقویت شود. فعالیت‌های سبکی مانند نشست و برخاست، شنای سوئدی، حرکت سرشانه با دمبل سبک، نرم دوی و غیره توصیه می‌شود. تمرکز باید بر روی شانه‌ها، کمر، زانو گروه‌های عضلانی که از این مفاصل عبور می‌کنند باشد، به دلیل این که بیشترین آسیب به این قسمت‌ها بر اثر گرم نکردن به وجود می‌آید. حداقل زمان برای گرم کردن مناسب حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه است. حداقل ۲-۳ دقیقه گرم کردن برای تقویت قدرت و توان توصیه می‌شود (جیووانی، ۲۰۱۸، ۴۵).

تمرین قدرت

تمرینات چند مفصله بزرگ از قبیل اسکات، ددلیفت، حرکت قدرتی بلند کردن هالتر و پرس سینه کار با یک تکرار حداکثر تمایل به انطباق عصبی ایجاد می‌کند که ممکن است فن مقابله با فشارگرانشی زمین مؤثرتر را ایجاد کند. این همچنین منجر به بهبود کلی فیزیکی بسیاری از افراد می‌شود. برای بیشتر تمرینات قدرتی، بارهای از ۷۰٪-۱۰۰٪ از یک تکرار بیشینه مناسب

هستند. دوره‌های استراحت بین مجموعه‌ها، به ترتیب ۱ تا ۵ دقیقه، برای فعالیت‌های تمرین قدرتی مناسب است. حداقل بین ۴۸ تا ۷۲ ساعت برای اجرای دوباره حرکات قدرتی مشابه هم برای بازیابی وضعیت بدنی نیاز است (جیووانی، ۲۰۱۸، ۴۵).

تمرین توان

تمرین‌هایی که برای توسعه توان اجرا می‌شوند، به‌طور معمول تلاش می‌کنند که وزنه‌های متوسط تا سنگین را در قالب الگوهای حرکت انفجاری ایجاد نمایند. نمونه‌هایی از این تمرینات شامل حرکات وزنه‌برداری المپیک مانند حرکت یک‌ضرب وزنه‌برداری، حرکت دوضرب وزنه‌برداری، حرکت قدرتی بلند کردن هالتر، حرکات پلیومتریک و غیره هستند. آن‌ها عناصر ارزشمندی برای تمرینات گروه پروازی با فشارگرانشی زمین بالا هستند، اما باید تحت نظارت دقیق مربیان حرفه‌ای آمادگی جسمانی اجرا شود (جیووانی، ۲۰۱۸، ۲۳).

تمرین‌های خاص

چندین گروه گسترده از تمرینات وجود دارد که در یک برنامه تمرینی برای مقابله و غلبه بر فشارگرانشی زمین بالا وجود دارد. علاوه بر این، بسیاری از تغییرات و همچنین بسیاری از حرکات خلاقانه برای اضافه کردن تنوع و کاهش خستگی در طول تمرینات وجود دارد. برای اجرای بهتر این نوع از تمرینات بهتر است از وزنه‌های آزاد وزن بدن بیش از دستگاه‌های ورزشی تکیه کنید (جیووانی، ۲۰۱۸، ۲۳). در زیر نمونه‌هایی از فعالیت‌های بنیادین است که شامل یک برنامه ورزشی می‌شوند، اما نمی‌توان گفت این فهرست جامع نیست. بلکه برای فعالیت‌های جدید و پیچیده، به دنبال راهنمایی از متخصصان بدن‌سازی و آمادگی جسمانی باشید.

پاها/ عضلات مرکزی / کمر: اسکات از پشت، اسکات از جلو، اسکات بالای سر، ددلیفت، پله، حرکت قیچی، فیله کمر دراز کش. شکم: دراز و نشست، کرانچ شکم، پلانک شکم، فیله کمر با دستگاه
بخش فوقانی بدن: سرشانه از جلو، شنای روی زمین (شنای سوئدی)، پرس سینه، پارالل با حلقه، شنای سوئدی با حلقه (جیووانی، ۲۰۱۸، ۳۸).

۲- پیشینه تجربی

۱. موضوع تحقیق: بررسی سطح آمادگی جسمانی کارکنان پروازی نظامی
نوع و روش تحقیق: کاربردی توصیفی
محقق: سرهنگ دکتر محمد کریم هروی در سال ۱۳۹۸ در دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران انجام شده است.
سؤال اصلی تحقیق: آیا سطح آمادگی جسمانی کارکنان پروازی پاسخگوی اجرای مأموریت‌های رزمی نه‌جا است؟

۲. موضوع تحقیق: ارتقاء آمادگی جسمانی خلبانان نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در رده شکاری با اتکا بر فعالیت‌های ورزشی منظم علمی
--

نوع و روش تحقیق: کاربردی توصیفی
محقق: غلامرضا جدیدی در دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، سال ۱۳۹۸
سؤال اصلی تحقیق: چگونه می‌توان آمادگی جسمانی خلبانان نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در رده شکاری را با اتکا بر فعالیت‌های ورزشی منظم علمی ارتقاء داد؟

۳. موضوع تحقیق: بهبود برنامه درسی جسمی (بدنی) آکادمی نیروی هوایی با پیش‌بینی تحمل فشار جی در خلبانان آینده
نوع و روش تحقیق: کاربردی تجربی
محققین: چانجو لیو و ژامو لیانگ (آکادمی نیروی هوایی کره جنوبی) ۲۰۲۱
سؤال اصلی تحقیق: افزایش مقاومت خلبانان آینده در برابر فشار جی چگونه ممکن است

۴. موضوع تحقیق: اثرات گرانشی هوافضا
نوع و روش تحقیق: کاربردی نیمه تجربی
محققین: جکی اندرسون و اریک چامبلی وایساکا اکپریبو
سؤال اصلی تحقیق: تأثیر گرانش هوافضا بر فیزیولوژی بدن انسان و راه‌کارهای جلوگیری از آن چگونه است؟

روش شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع کاربردی است، زیرا افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان شکاری یکی از مسائل مهمی است که در تمامی گردان‌های پروازی همواره مورد توجه است، لذا هدف سودمندی عملی است و محققین در فکر آن هستند که با ارتقاء تحمل خلبانان شکاری در فشار جی مثبت با اتکا بر حرکات ورزشی متناسب، نیروی هوایی ارتش جمهوری اسلامی ایران را در نگهداری این نیروی انسانی یاری نمایند و با ارائه نتایج این تحقیق به مسئولین باعث صرفه‌جویی در هزینه‌ها، زمان، منابع و امکانات می‌شود و برای ارتش و نه‌اجا سودمند است؛ بنابراین نوع تحقیق کاربردی است. همان‌طور که هدف و سؤال این تحقیق وضعیت مطلوبی است که در قالب تحمل فشارگرانشی مثبت می‌بایست در یک شرایط آزمایشی با تغییر متغیرهای مستقل به بالاترین سطح آن دست‌یابیم، این تحقیق از نوع آزمایشی است. با توجه به اینکه در این تحقیق تحمل در فشار گرانشی (جی) یک مفهوم روان‌شناختی است و پرسشنامه توزیع نمی‌شود در نتیجه از تحلیل کیفی استفاده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق خلبانان شکاری نه‌اجا که سابقه خدمتی بیش از ۵ سال دارند، هستند که با احتساب ضربی ۱۴۰ نفر شدند. جامعه خبرگان کلیه خلبانان هواپیمای شکاری اف-۴ نه‌اجا که سابقه پرواز با هواپیماهای شکاری نه‌اجا را دارند و سابقه خدمت در گردان‌های پروازی هواپیماهای شکاری حداقل ۱۰ سال را داشته باشند؛ و در طول مدت خدمت در یگان‌های پروازی تمرینات ورزشی انجام داده باشند؛ که محققین با استفاده از روش گلوله برفی با ۶ نفر از آن‌ها در قسمت تجارب و روایت‌ها به روش گلوله برفی مصاحبه کرده است. در ادامه برای پایداری بیشتر مصاحبه

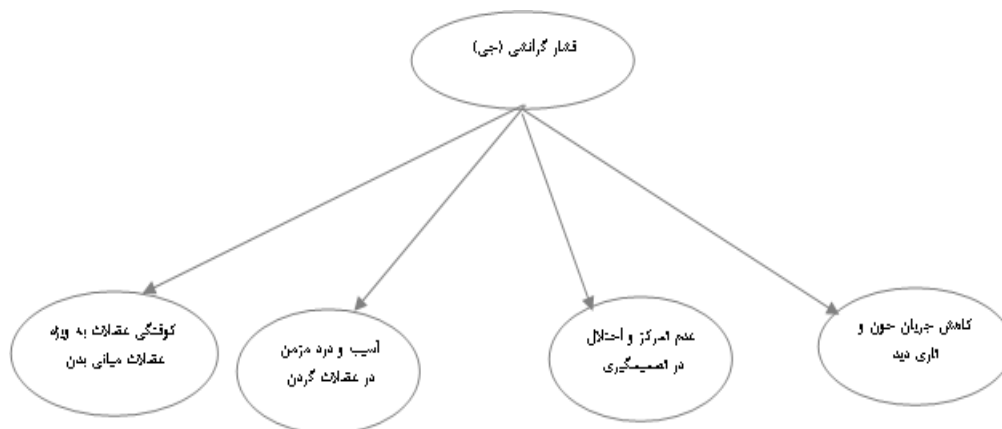
ها و نتیجه‌گیری بهتر با ۶ نفر دیگر از مجربین واجد شرایط که توسط مصاحبه‌شوندگان قبلی معرفی شدند، مصاحبه کرد. چون نوع تحقیق تجربی و نیمه آزمایشی است؛ بنابراین گروه‌های آزمایش و گواه به‌صورت غیر احتمالی و هدفمند که دارای شرایط و ویژگی‌های جسمی یکسان باشند، انتخاب شدند که در این راستا از بین خلبانان که در پایگاه هوایی شهید نوژه شرایط پژوهش را دارند انتخاب و به دو گروه آزمایش ۱۰ نفر (۵ نفر تمرینات ورزشی استقامتی، ۵ نفر تمرینات ورزشی قدرتی) و گواه برای هر گروه تمرینات استقامتی و مقاومتی ۵ نفر تقسیم شدند.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، محققین پس از انجام مصاحبه با خبرگان و بررسی منابع علمی مرتبط با موضوع اطلاعات و نتایج بدست آمده را از طریق نرم‌افزار مکس کیودی ای دسته‌بندی کرده که نتایج این دسته‌بندی به شرح زیر است.

علائم و نشانه‌های تحمل‌پذیری فشار گرانشی مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری

به نظر می‌رسد مهم‌ترین نشانه‌هایی که در بدن خلبانان هواپیمای شکاری در هنگام تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت رخ می‌دهد، بر اساس مطالعه منابع و مقالات و همچنین استفاده از تجربیات و روایات خلبانان واجد شرایط، با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودی ای به شرح زیر است:



نمودار ۱. علائم و نشانه‌های تحمل فشار گرانشی (جی)

۱. کاهش جریان خون و تاری دید

علائم تحمل فشارگرانشی (جی) مثبت کاهش جریان خون و تاری دید	در این نوع پروازها با توجه به گسیل جریان خون از قسمت بالای بدن به پایین‌تنه در نتیجه کاهش جریان خون در بالاتنه باعث تاری دید می‌شود.	مصاحبه‌ها و تجربیات
---	--	---------------------

۲. عدم تمرکز و اختلال در تصمیم‌گیری

منابع و مقالات	به محض این که انتقال خون و اکسیژن به مغز کم می‌شود، عملکرد شناختی کاهش می‌یابد. توانایی پردازش اطلاعات کاهش می‌یابد، زمان واکنش کند می‌شود، قوه تشخیص کاهش می‌یابد که می‌تواند منجر به تاری دید و ناتوانی گروه پروازی شود.	علائم تحمل فشارگرانشی (جی) مثبت: کاهش جریان خون وتاری دید
----------------	--	---

۳. آسیب و درد مزمن در عضلات گردن

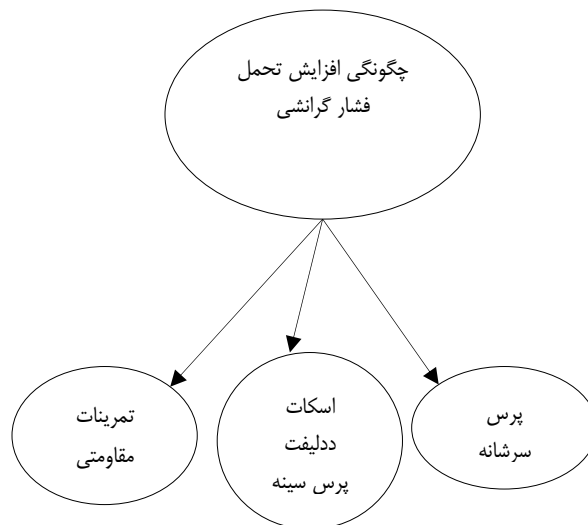
مصاحبه‌ها و تجربیات	من درد شدیدی در قسمت مهره‌های گردنی داشتم که تاکنون هم این درد به صورت مزمن وجود دارد.	علائم تحمل فشارگرانشی (جی) مثبت: درد شدید گردن
---------------------	--	--

۴. کوفتگی عضلات، به ویژه عضلات میانی بدن

مصاحبه‌ها و تجربیات	همچنین ایجاد درد و احساس کوفتگی در عضلات بدن از جمله عضلات شکمی گردنی	علائم تحمل فشارگرانشی (جی) مثبت: درد شدید گردن
---------------------	---	--

چگونگی افزایش تحمل فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری با تأکید بر تمرینات ورزشی مقاومتی

بر اساس داده‌هایی که از مصاحبه با صاحب‌نظران و منابع و مقالات علمی مورداستفاده در پژوهش و تجزیه تحلیل این داده‌ها به وسیله نرم‌افزار مکس کیو دی‌ای، به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی متناسب برای افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری به شرح زیر می‌باشد.



نمودار ۲. چگونگی افزایش تحمل فشار گرانشی

۱. اسکات، ددلیفت، پرس سینه

تمرینات مقاومتی برای افزایش تحمل‌پذیری پرس سینه	تمرین قدرت. تمرینات چند مفصله بزرگ از قبیل اسکات، لیفت مرده، حرکت قدرتی بلند کردن هالتر و پرس سینه کار با یک تکرار حداکثر تمایل به انطباق عصبی ایجاد می‌کند که ممکن است فن مقابله با فشار گرانشی (جی) زمین مؤثرتر را ایجاد کند.	منابع و مقالات
---	---	----------------

۲. پرس سرشانه

تمرینات مقاومتی برای افزایش تحمل‌پذیری پرس سینه	حرکات مادر در بدن‌سازی از قبیل اسکوات پا و پرس سینه با هالتر پرس سرشانه و ددلیفت برای بالا بردن توان کلی عضلات بدن بسیار مفید هستند.	مصاحبه‌ها و تجربیات
---	--	---------------------

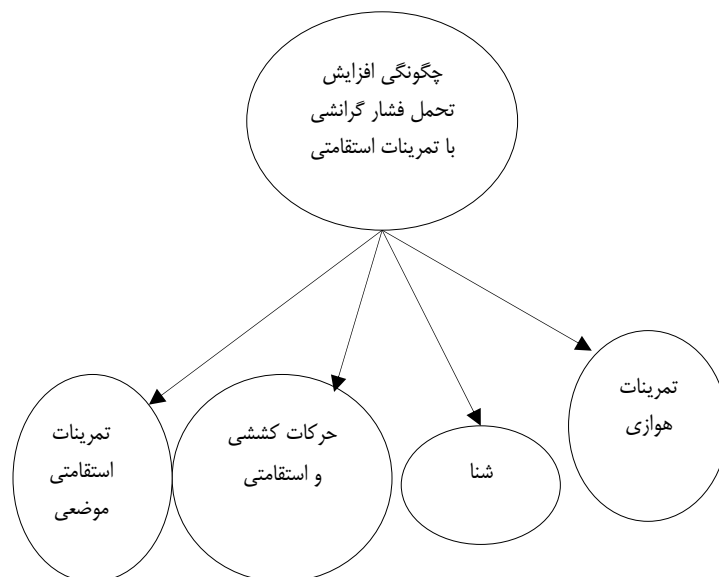
۳. تمرینات مقاومتی برای عضلات میان تنه شامل پلانک و حرکات شکمی و دراز و نشست

تمرینات مقاومتی برای افزایش تحمل‌پذیری تمرینات عضلات میانی	تعادل / ثبات: ورزش عضلات شکمی و پشتی لگن خاصره یا ستون فقرات پایداری در کابین را بهبود می‌بخشد، در نهایت منجر به فن مقابله با فشار گرانشی (جی) زمین بهتر خواهد شد	منابع و مقالات
تمرینات مقاومتی برای افزایش تحمل‌پذیری تمرینات عضلات میانی	نگه‌دارنده ستون فقرات می‌تواند از حرکت فیله کمر یا پلانک که هم برای تقویت فیله کمر و هم برای تقویت عضلات شکمی است استفاده کرد.	مصاحبه‌ها و تجربیات

چگونگی افزایش تحمل فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری با تأکید بر تمرینات ورزشی

استقامتی

بر اساس داده‌هایی که از مصاحبه با صاحب‌نظران و منابع و مقالات علمی مورداستفاده در پژوهش و تجزیه تحلیل این داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار مکس کیو دی‌ای، به نظر می‌رسد تمرینات استقامتی متناسب برای افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری به شرح زیر می‌باشد.



نمودار ۳. چگونگی افزایش تحمل فشار گرانشی با تمرینات استقامتی

۱. تمرینات هوازی مانند دویدن آهسته، پیاده‌روی تند، دوچرخه‌سواری

منابع و مقالات	مقادیر متوسط فعالیت هوازی مانند پیاده‌روی تند، دوچرخه‌سواری شنا و دو آهسته هیچ‌گونه تخریبی در کاهش سطح تحمل هوازی را نشان ندادند. توسعه آمادگی قلبی و عروقی به وسیله ورزش	تمرینات استقامتی برای افزایش تحمل پذیری\شنا
مصاحبه‌ها و تجربیات	تمرینات هوازی همچون پیاده‌روی تند، دویدن روی تردمیل و شنا	تمرینات استقامتی برای افزایش تحمل پذیری\دویدن

۲. شنا

مصاحبه‌ها و تجربیات	تمرینات هوازی همچون پیاده‌روی تند دویدن روی تردمیل و شنا	تمرینات استقامتی برای افزایش تحمل پذیری\دویدن
---------------------	--	---

۳. حرکات کششی و استقامتی گردن

منابع و مقالات	تقویت عضلات گردنی و ستون فقرات ممکن است مفید واقع گردد. به دلیل آنکه خلبانان با تناسب‌اندام بهتر با ناتوانی کمتری مواجه می‌شوند.	تمرینات استقامتی برای افزایش تحمل پذیری\تقویت عضلات گردن
----------------	--	--

۴. تمرینات استقامتی موضعی

مصاحبه‌ها و تجربیات	همچنین تمریناتی که به تمرینات استقامتی موضعی شهرت دارند با افزایش استقامت و قدرت عضلات مرکزی بدن و عضلات درگیر در حفظ قامت و نیز عضلات راست کننده گردن و کمر در شرایط خاص	تمرینات استقامتی برای افزایش تحمل پذیری\تقویت عضلات گردن
---------------------	---	--

تجزیه و تحلیل کیفی نتایج گروه‌های آزمایش و گواه

تشکیل گروه آزمایش و گواه برای تمرینات مقاومتی و استقامتی منتخب گروه اول جهت ارائه برنامه تمرینات مقاومتی شامل ۵ نفر خلبان واجد شرایط آزمایش و گروه دوم ۵ نفر خلبان به‌عنوان گروه گواه.

گروه دوم جهت ارائه برنامه تمرینات استقامتی شامل ۵ نفر خلبان واجد شرایط آزمایش و گروه دوم ۵ نفر خلبان به‌عنوان گروه گواه.

جدول تمرینات مقاومتی در هرروز تمرینی

اسکات پا، ددلیفت، پرس سینه، پرس سرشانه و تمرینات مقاومتی عضلات میانی بدن که شامل پلانک دراز و نشست

جدول ۱. برنامه‌ی کوتاه‌مدت ۸ هفته‌ای مقاومتی. در این نوع تمرین در جدول که به‌صورت ۳×۵ نشان داده شده است؛ منظور این است که به‌عنوان مثال در حرکت پرس سینه ۳ بار پرس سینه باید انجام داد و در هر بار ۵ تکرار بافاصله‌ی استراحتی ۱۰-۲۰ ثانیه.

جمعه	پنج‌شنبه	چهارشنبه	سه‌شنبه	دوشنبه	یکشنبه	شنبه	هفته
استراحت	۳×۵ استراحت ۲×۵	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۵	تمرین روزمره	۳×۵ استراحت ۲×۵	اول
استراحت	۳×۱۰ استراحت ۲×۱۰	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۱۰	تمرین روزمره	۳×۱۰ استراحت ۲×۱۰	دوم
استراحت	۳×۱۵ استراحت ۲×۱۵	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۱۵	تمرین روزمره	۳×۱۵ استراحت ۲×۱۵	سوم
استراحت	۳×۲۰ استراحت ۲×۲۰	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۲۰	تمرین روزمره	۳×۲۰ استراحت ۲×۲۰	چهارم
استراحت	۳×۲۵ استراحت ۲×۲۵	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۲۵	تمرین روزمره	۳×۲۵ استراحت ۲×۲۵	پنجم
استراحت	۳×۳۰ استراحت ۲×۳۰	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۳۰	تمرین روزمره	۳×۳۰ استراحت ۲×۳۰	ششم
استراحت	۳×۳۵ استراحت ۲×۳۵	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۳۵	تمرین روزمره	۳×۳۵ استراحت ۲×۳۵	هفتم
استراحت	۳×۴۰ استراحت ۲×۴۰	حداکثر تکرار ۳×	تمرین روزمره	۵×۴۰	تمرین روزمره	۳×۴۰ استراحت ۲×۴۰	هشتم

جدول ۲. تمرینات استقامتی شامل؛ دویدن آهسته پیاده روی تند، دوچرخه سواری، شنا

جمعه	پنجشنبه	چهارشنبه	سهشنبه	دوشنبه	یکشنبه	شنبه	هفته
استراحت	۱.۵ مایل پیاده روی	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۱.۵ مایل دویدن آهسته	تمرین روزمره	۱.۵ مایل دویدن آهسته	اول
استراحت	۱.۵ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۱.۵ مایل دویدن	تمرین روزمره	۱.۵ مایل دویدن	دوم
استراحت	۲ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۲ مایل دویدن	تمرین روزمره	۲ مایل دویدن	سوم
استراحت	۲.۵ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۲.۵ مایل دویدن	تمرین روزمره	۲.۵ مایل دویدن	چهارم
استراحت	۲.۵ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۲.۵ مایل دویدن	تمرین روزمره	۲.۵ مایل دویدن	پنجم
استراحت	۳ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۳ مایل دویدن	تمرین روزمره	۳ مایل دویدن	ششم
استراحت	۲ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۳ مایل دویدن	تمرین روزمره	۳ مایل دویدن	هفتم
استراحت	۲ مایل دویدن	۱.۵ مایل دویدن زمانی	تمرین روزمره	۳ مایل دویدن	تمرین روزمره	۱.۵ مایل دویدن	هشتم

تجزیه و تحلیل کیفی گروه آزمایش و گواه

از خلبانان گروه‌های آزمایش تمرینات مقاومتی و استقامتی خواسته شده تا در پرواز بمباران هوا به زمین ارتفاع پست (Ground attack) که طبق استاندارد ۴ برابر فشار گرانشی زمین را در حین پرواز تحمل می‌کنند، احساس خود را قبل از انجام برنامه ورزشی و بعد از طی دوره کامل برنامه ورزشی ثبت کنند. وسیله اندازه‌گیری فشار گرانشی در هواپیمای شکاری، فشارسنج گرانشی (G meter) است.

پس از ۸ هفته انجام تمرینات ورزشی مقاومتی منتخب توسط خلبانان واجد شرایط تمامی خلبانان گروه آزمایش تحمل پذیری بیشتری در فشارگرانشی ۴ برابر فشار گرانشی زمین (جی) نسبت به قبل از دوره برنامه تمرینی مقاومتی داشتند. با توجه به اظهارات خلبانان دو گروه آزمایش و گواه تمرینات مقاومتی که در فشار گرانشی ثابت ۴ (جی) ثبت شده است. نتایج حاصل از این آزمایش در جدول زیر ثبت شده است.

جدول ۳. نتایج به دست آمده میزان تحمل فشار گرانشی در تمرینات مقاومتی

ردیف	گروه گواه		ردیف	گروه آزمایش	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون		پیش‌آزمون	پس‌آزمون
۱	۱	۱	۱	۱	۴
۲	۲	۲	۲	۲	۴

۵	۲	۳	۱	۱	۳
۳	۱	۴	۲	۲	۴
۴	۲	۵	۱	۱	۵

جدول ۴. نتایج به دست آمده میزان تحمل فشار گرانشی در تمرینات استقامتی

گروه آزمایش		ردیف	گروه گواه		ردیف
پس‌آزمون	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	پیش‌آزمون	
۵	۲	۱	۲	۲	۱
۳	۱	۲	۱	۱	۲
۴	۲	۳	۱	۲	۳
۴	۲	۴	۲	۱	۴
۴	۲	۵	۱	۲	۵

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از مصاحبه با صاحب‌نظران و مطالعه منابع و مقالات مرتبط با موضوع افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری با تأکید بر تمرینات مقاومتی منتخب توسط نرم‌افزار مکس کیو دی‌ای بیانگر این واقعیت است که تمرینات مقاومتی ذیل برای افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی مثبت مناسب هستند:

اسکات پا، ددلیفت، پرس سینه، پرس سرشانه و تمرینات مقاومتی عضلات میانی بدن شامل پلانک و دراز و نشست نتایج به‌دست‌آمده از گروه‌های آزمایش و گواه پس از تمرینات ورزشی منتخب مطابق برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای حاکی از آن است که تمرینات ورزشی مقاومتی ذکرشده سبب افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری اف-۴ می‌شود.

نتایج به‌دست‌آمده از مصاحبه با صاحب‌نظران و مطالعه منابع و مقالات مرتبط با موضوع افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری با تأکید بر تمرینات استقامتی منتخب توسط نرم‌افزار مکس کیو دی‌ای بیانگر این واقعیت است که تمرینات استقامتی ذیل برای افزایش تحمل‌پذیری فشارگرانشی مثبت مناسب هستند:

تمرینات استقامتی شامل؛ دویدن آهسته، پیاده‌روی تند، دوچرخه‌سواری و شنا نتایج به‌دست‌آمده از گروه‌های آزمایش و گواه تمرینات ورزشی منتخب مطابق برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای حاکی از آن است که تمرینات ورزشی استقامتی ذکرشده سبب افزایش تحمل‌پذیری فشار گرانشی (جی) مثبت در خلبانان هواپیمای شکاری می‌شود.

پیشنهادها

- ۱- خلبانان هواپیمای شکاری نه‌اجا قبل از ورود به دوره کابین عقبی این هواپیما و هم‌زمان با برگزاری کلاس‌های زمینی نسبت به انجام تمرینات ورزش منتخب ذکرشده اقدام نمایند.
- ۲- در برنامه کلاسی خلبانان شکاری نه‌اجا با استفاده از کارشناسان اداره بهداشت و درمان نه‌اجا و مدیریت تربیت‌بدنی نه‌اجا کلاس اهمیت فعالیت‌های ورزشی، آشنایی با شرایط بدن در پرواز، کلاس آسیب‌های احتمالی به بدن در

- پروازهای پرفشار و علائم نشانه‌ها ی تحمل فشار گرانشی و راه‌های کاهش این آسیب‌ها با استفاده از تمرینات استقامتی و مقاومتی برگزار گردد.
- ۳- تجهیز گردان‌های پروازی و آلت خلبانان شکاری نه‌اجا با وسایل ورزشی به‌روز و استاندارد جهت استفاده خلبانان برای اجرای فعالیت‌های ورزشی منتخب.
- ۴- اختصاص واحد درسی تربیت‌بدنی کاربردی هوانوردی با محوریت تمرینات و فعالیت‌های ورزشی متناسب هوانوردی برای دانشجویان خلبانی در دانشگاه هوایی شهید ستاری.
- ۵- تجهیز و آماده‌سازی آزمایشگاه فشارسنج گرانشی (جی لب)
- ۶- آموزش کارکنان پزشکی هوایی شاغل در پایگاه‌های شکاری در مورد آسیب‌ها، علائم و نشانه‌های تحمل فشارگرانشی مثبت وارده بر خلبانان شکاری

منابع فارسی

۱. درخشان، محمد، مقالات اولین همایش علمی ورزش و تربیت بدنی نظامی، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه امام حسین، ۱۳۷۹

References

1. Äng B, Linder J, Harms-Ringdahl K (2005), *Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. Aviat Space Environ Med*; 76(4): 375-80.
2. J R BROWN, (2018), *Fit for flight, federal aviation administration, civil aerospace medical institute.*
3. Brig Gen Giovanni K. Tuck (2018), *U.S.A, Air Force Pamphlet 11-419.*
4. Burnett AF, Naumann FL, Burton EJ (2004), *Flight-training effect on the cervical muscle isometric strength of trainee pilots. Aviat Space Environ Med*; 75(7): 611.
5. Seunghoe CHOI (2020), *The Effect of Student Pilot's Physical Fitness on Flight Performance Abilities, Department of General Studies, Hankuk Aviation University, Koyang 411, Korea, Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci.*
6. Green NDC, Brown L Head (2014), *positioning and neck muscle activation during air combat. Aviat Space Environ Med*; 75(8).
7. Harri Rintala, PhD Arja Häkkinen, PhD Simo Siitonen, PhD Heikki Kyröläinen, PhD (2017), *Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots*, *Military Medicine*, Volume 180, Issue 12, Pages 1233-1238.
8. Hamalainen O, Vanharanta H, Heinijoki H. (2018), *Neck training and Gz-related neck pain: A preliminary study. Mil Med*; 163:707-8.
9. Kikukaw A, Tachibana S, Yagura S (1994), *G-related musculoskeletal spine symptoms in Japan Air Self Defence Force F-15 pilots. Aviat Space Environ Med*; 66(3): 269-72.
10. Drew WE Sr (2018), *Spinal symptoms on aviators and their relationship to G-exposure and aircraft seating angle. Aviat Space Environ Med*; 71(1): 22-30.
11. Derkhsan, Mohamad (2000), *The First Military Physical and sport congress, Tehran, Emam Hosein University Press (In Persian).*
12. Oksa J, Hämmäläinen O, Rissanen S, Myllyniemi J, Kuronen P (1996), *Muscle strain during aerial combat manoeuvring exercise. Aviat Space Environ Med*; 67(12): 1138-43.

۱۳. Tomczak A. R.M. Kalina (۲۰۱۷) *Appraisal of soldiers` acquired skills for surviving in conditions of isolation. In: M. Sokolowski (eds.) Morphofunctional aspects of selection of soldiers for realization of tasks in the army formations. Polish Scientific Physical Education Association, Warsaw, vol. ۱۱, ۸۴-۱۰۰.*
۱۴. Sovelius R, J. Oksa, H. Rintala, S. Siitonen (۲۰۱۷) *Neck and back muscle loading in pilots flying high G(z) sorties with and without lumbar support. Aviat. Space Environ.Med. ۷۹: ۶۱۶-۶۱۹.*
۱۵. Petren-Mallmin M, Linder J (۲۰۱۸), *Cervical spine degeneration in fighter pilots and controls: a 5 year follow-up. Aviat Space Environ Med; ۷۲(۵): ۴۴۳-۶*
۱۶. Professor daividePgradwell and air commodore Davide J (۲۰۱۸), *rainford royal airforce staff college Ernstings aviation and space medicine fifth edition.*

Increasing the Tolerance of Positive Gravitational Pressure (G) in F-4 Fighter Aircraft pilots with Emphasis on Appropriate Training.

Abstract:

Objective: Earth's gravitational pressure has an important effect on the physiological conditions of the pilot's body. A well-trained body along with a well prepare mind and motivated for success and persistence in the mission is important for a fighter pilot. This research tries to explain how to increase the tolerance of positive gravitational pressure (G) in F-4 fighter pilots with emphasis on appropriate training.

In this research, the researchers are looking for an answer to the question: "How to increase positive gravity (G) tolerance in Islamic Republic of Iran Air Force F-4 fighter pilots with an emphasis on Appropriate training

Method: This is Applied type research and was done using semi-experimental method. Qualitative approach used for analysis by appropriate software. The statistical population is 15 F-4 fighter pilots with a service experience of more than 5 years, and the expert population is the F-4 pilots with at least 10 years of service, who have continuously performed training and doing exercises; The researchers interviewed by 3 people using the snowball method, then interviewed 3 other experts who were introduced by the first group. By using MAXQDA software, the researcher measured and judged the obtained qualitative data, as a result of which the credibility and validity of the research became reliable.

Results: The results obtained from interviews with experts and the study of sources and articles related to the issue of increasing positive gravity tolerance in F-4 fighter pilots with an emphasis on resistance training selected by MAXQDA software indicate the fact that the following resistance suitable training are for increasing positive gravity tolerance are as follows:

Leg squats, deadlifts, bench press, shoulder press and resistance training for the core muscles of the body including plank and sit-ups.

The results obtained from the experimental and control groups after the selected training according to the 4-week training program indicate that the aforementioned resistance training increases the tolerance of positive gravitational pressure (G) in F-4 fighter pilots. The results obtained from interviews with experts and the study of sources and articles related to the issue of increasing positive gravity tolerance in F-4 fighter pilots with an emphasis on endurance training selected by MAXQDA software indicate the fact that the following endurance TRAININGS are suitable for increasing positive gravity tolerance are:

Endurance training include; Slow running, brisk walking, cycling and swimming

The results obtained from the experimental and control groups of selected training according to the 4-week training program indicate that the mentioned endurance training increase the tolerance of positive gravitational pressure (G) in F-4 fighter pilots.

Key words: *tolerance, endurance training, resistance training, fighter pilots, positive gravity*