

## تأثیر تمرینات تناوبی بر پیشگیری از سندرم متابولیک در کارکنان پلیس

ثمین نکاحی<sup>۱\*</sup><sup>۱</sup> - کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی (سلامتی و تندرستی)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تفت، تفت، ایران.

## چکیده

سندرم متابولیک به عنوان مجموعه‌ای از اختلالات متابولیک شامل چاقی شکمی، مقاومت به انسولین، فشار خون بالا و دیس‌لیپیدمی، یکی از چالش‌های اصلی سلامت عمومی و از عوامل خطر مهم بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت نوع ۲ محسوب می‌شود. شیوع بالای این سندرم در میان کارکنان پلیس، که اغلب با شیفت کاری نامنظم، استرس شغلی بالا و فعالیت فیزیکی ناکافی مواجه‌اند، ضرورت تدوین مداخلات مؤثر، کم‌هزینه و قابل اجرا در محیط کار را دوچندان کرده است. تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان روشی نوین و زمان صرفه‌جویانه، در سال‌های اخیر توجه زیادی را به‌ویژه در حوزه پیشگیری و بهبود شاخص‌های متابولیک جلب کرده است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر یک برنامه ۱۲ هفته‌ای HIIT بر شاخص‌های سندرم متابولیک در کارکنان پلیس یزد بود. پژوهش حاضر به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی شده بر روی ۶۶ مرد میانسال مبتلا به سندرم متابولیک انجام شد که به‌طور تصادفی در دو گروه مداخله (HIIT) و کنترل قرار گرفتند. گروه مداخله، سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۳۰-۳۵ دقیقه، پروتکل HIIT را شامل تناوب‌های ۴ دقیقه‌ای با شدت ۸۵-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب و استراحت فعال ۳ دقیقه‌ای با شدت ۶۰-۷۰٪ اجرا نمودند. ارزیابی‌ها پیش و پس از مداخله شامل اندازه‌گیری دور کمر، درصد چربی بدن، فشار خون، قند خون ناشتا (FBS)، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، تری‌گلیسرید (TG)، کلسترول لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL-C)، کلسترول لیپوپروتئین پرچگال (HDL-C) و حداکثر اکسیژن مصرفی ( $VO_2 \max$ ) انجام گرفت. تحلیل داده‌ها با آزمون‌های آماری مناسب و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت پذیرفت. پس از ۱۲ هفته، در گروه مداخله کاهش معنی‌داری در دور کمر (۵/۸- سانتی‌متر)، درصد چربی بدن (۳/۲-٪)، فشار خون سیستولی (۵/۱- میلی‌متر جیوه)، فشار خون دیاستولی (۳/۸- میلی‌متر جیوه)، ( $FBS$  ۸/۷-٪)، ( $HOMA-IR$  ۱۸/۶-٪)، ( $TG$  ۱۰/۳-٪) و ( $LDL-C$  ۸/۴-٪) مشاهده شد ( $p < 0.001$  برای همه). همچنین  $HDL-C$  (۱۰/۳+٪) و  $VO_2 \max$  به‌طور معناداری افزایش یافتند ( $p < 0.001$ ). گروه کنترل تغییرات معناداری را تجربه نکرد. نسبت افراد دارای سندرم متابولیک در گروه مداخله از ۱۰۰٪ در آغاز مطالعه به ۵۴/۵٪ در پایان کاهش یافت، در حالی که این نسبت در گروه کنترل ثابت باقی ماند. تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌تواند به‌عنوان یک روش کارآمد، کم‌هزینه و زمان صرفه‌جویانه برای بهبود شاخص‌های سندرم متابولیک و کاهش شیوع آن در کارکنان پلیس به کار رود.

کلیدواژه‌ها: HIIT، سندرم متابولیک، کارکنان پلیس، شاخص‌های متابولیک، آمادگی قلبی-عروقی

## مقدمه

سندرم متابولیک مجموعه‌ای از اختلالات متابولیکی به هم پیوسته است که شامل افزایش فشار خون، افزایش قند خون ناشتا، چربی شکمی، اختلال در متابولیسم لیپیدها (تری گلیسرید بالا و HDL پایین) می باشد (Guo et al., ۲۰۲۱). این سندرم به عنوان یکی از مهم ترین عوامل خطرزای بیماری های قلبی-عروقی، دیابت نوع دو و حتی برخی سرطان ها شناخته می شود (Alarcón-Gómez et al., ۲۰۲۱). بر اساس شواهد علمی، ابتلا به این سندرم می تواند خطر بروز بیماری عروق کرونر قلب را تا دو برابر و خطر دیابت نوع دو را تا پنج برابر افزایش دهد (Dobrowolski et al., ۲۰۲۲). افزایش شیوع این سندرم ارتباط تنگاتنگی با تغییر الگوهای زندگی دارد. کم تحرکی، مصرف بالای غذاهای پرکالری و پرچرب، استرس های شغلی مزمن و اختلالات ریتم شبانه روزی (Circadian Rhythm) از مهم ترین علل افزایش بروز این اختلال محسوب می شوند (Jeong & Park, ۲۰۲۲). شغل پلیس به دلیل ماهیت خاص خود، با اغلب این عوامل خطر هم زمان همراه است (Yao et al., ۲۰۲۱). شیفت های کاری شبانه و روزانه که به طور نامنظم تغییر می کنند، وظایف عملیاتی پرتنش، نیاز به آمادگی جسمانی بالا، خواب ناکافی و فشارهای روانی شدید از عواملی هستند که احتمال ابتلا به بیماری های متابولیک در این قشر را بالا می برند (Ambroselli et al., ۲۰۲۳).

مطالعات در ایران نشان داده اند که شیوع سندرم متابولیک در کارکنان نیروهای نظامی و انتظامی بالاتر از میانگین جامعه است. این موضوع در مناطق گرمسیری و کویری کشور، مانند استان یزد، که شرایط اقلیمی خاص با گرمای زیاد و ساعات بالای تابش نور خورشید دارد، اهمیت بیشتری پیدا می کند (Alkhulaifi & Darkoh, ۲۰۲۲). گرمای زیاد به کاهش تمایل به فعالیت بدنی و افزایش رفتارهای بی تحرک منجر می شود. همچنین، فشارهای ناشی از مأموریت های عملیاتی در فضای باز، به ویژه در فصول گرم، باعث می شود کارکنان پلیس یزد کمتر فرصتی برای شرکت در فعالیت های ورزشی منظم پیدا کنند (Son et al., ۲۰۲۲).

از سوی دیگر، سازمان جهانی بهداشت (WHO) تأکید ویژه ای بر استفاده از مداخلات غیردارویی برای پیشگیری از بروز سندرم متابولیک دارد (Karra et al., ۲۰۲۲). در این میان، تمرینات ورزشی، به ویژه تمرینات هوازی و تناوبی، به دلیل تأثیر چشمگیر بر بهبود حساسیت انسولینی، کاهش چربی احشایی، بهبود پروفایل لیپید و کنترل فشار خون، جایگاه ویژه ای یافته اند. تمرینات تناوبی (Interval Training) نوعی از تمرینات ورزشی هستند که شامل تناوبی از فعالیت های شدید و کوتاه مدت همراه با فواصل استراحت فعال یا غیرفعال می باشند (Liang et al., ۲۰۲۳). این شیوه نه تنها از نظر فیزیولوژیکی باعث افزایش ظرفیت هوازی ( $VO_2 \max$ ) و بهبود کارایی سیستم قلبی-عروقی می شود، بلکه از نظر زمانی نیز برای گروه های شغلی پرمشغله نظیر پلیس، به دلیل کوتاه تر بودن مدت جلسات نسبت به تمرینات استقامتی مداوم، عملی تر و جذاب تر است (You et al., ۲۰۲۱).

مکانیسم های فیزیولوژیک اثرگذاری تمرینات تناوبی در پیشگیری و کنترل سندرم متابولیک متعدد هستند. از جمله:

- افزایش برداشت گلوکز توسط عضلات فعال از طریق تحریک مسیر  $GLUT_4$  حتی در غیاب انسولین.
- افزایش آنزیم های میتوکندریایی و ظرفیت اکسیداسیون چربی، که مستقیماً بر کاهش توده چربی احشایی اثر می گذارد.

- بهبود عملکرد اندوتلی و افزایش اتساع عروق وابسته به جریان خون (Flow-mediated dilation)، که فشار خون را کاهش می دهد.

- کاهش سطوح تری گلیسرید و افزایش HDL-C از طریق تنظیم متابولیسم لیپوپروتئین ها ( Neeland et al., ۲۰۲۴).

همچنین شواهد اخیر حاکی از آن است که تمرینات تناوبی می توانند در مقایسه با تمرینات مداوم شدت متوسط (MICT) تغییرات متابولیکی قوی تری ایجاد کنند، حتی زمانی که حجم کل تمرین کمتر باشد. این ویژگی، در شرایط محدودیت زمانی و فشردگی کاری کارکنان پلیس، مزیت قابل توجهی محسوب می شود. با در نظر گرفتن این واقعیت که پیشگیری مؤثر از سندرم متابولیک در این قشر، علاوه بر حفظ سلامت فردی، بر کیفیت عملکرد شغلی، کاهش غیبت از کار، افزایش آمادگی عملیاتی و کاهش هزینه های درمانی سازمان نیز اثرگذار است، طراحی و اجرای مداخلات کاربردی مانند برنامه های تمرینات تناوبی در محل کار اهمیت دوچندان می یابد (Liang et al., ۲۰۲۱).

در پژوهش حاضر، با هدف ارزیابی دقیق اثر یک دوره تمرینات تناوبی ساختارمند، کارکنان پلیس شهر یزد طی یک بازه شش ماهه از دی ۱۴۰۳ تا خرداد ۱۴۰۴ مورد بررسی قرار می گیرند. تمرکز این مطالعه بر سنجش تغییرات شاخص های کلیدی سندرم متابولیک و مقایسه آن ها پیش و پس از مداخله است تا بتوان بر اساس شواهد علمی، اثربخشی این شیوه تمرینی را در پیشگیری از این اختلال در گروه شغلی مورد نظر سنجید.

## ۲. پیشینه پژوهش

سندرم متابولیک (MetS) به عنوان مجموعه ای از اختلالات متابولیک شامل چاقی شکمی، اختلالات گلوکز، پرفشاری خون و دیس لیپیدمی، یکی از عوامل خطر اصلی ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲، و حتی برخی سرطان های وابسته به چاقی محسوب می شود (Karra et al., ۲۰۲۲; Neeland et al., ۲۰۲۴). شیوع جهانی این سندرم در حال افزایش است و براساس یک مرور نظام مند و متاآنالیز گسترده، این روند نه تنها در جوامع بزرگسال، بلکه در کودکان و نوجوانان نیز مشاهده می شود (Noubiap et al., ۲۰۲۲). در ایالات متحده، داده های NHANES بین سال های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ نشان داده است که حدود یک سوم جمعیت بزرگسال دارای معیارهای MetS هستند (Liang et al., ۲۰۲۳). در چین نیز شیوع این سندرم در طی سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ به طور قابل توجهی بالا گزارش شده است (Yao et al., ۲۰۲۱).

عوامل متعددی در بروز MetS دخیل اند که شامل ژنتیک، رژیم غذایی ناسالم، کم تحرکی، استرس، و الگوی خواب مختل می شود (Park et al., ۲۰۲۱; Alkhulaifi & Darkoh, ۲۰۲۲). همچنین در دوره های خاص مانند یائسگی، تغییرات هورمونی می توانند به تشدید اختلالات متابولیک منجر شوند (Jeong & Park, ۲۰۲۲). گزارش ها حاکی از آن است که شیفت کاری، به ویژه در مشاغل پراسترس نظیر پلیس، با افزایش ریسک بروز MetS همراه است (Dobrowolski et al., ۲۰۲۲).

MetS با عواقب بالینی گسترده‌ای همچون افزایش خطر سکتة مغزی و مرگ ناشی از آن (Zhang et al., ۲۰۲۱)، آسیب کلیوی (Lin et al., ۲۰۲۲)، و اختلالات کبدی نظیر کبد چرب غیرالکلی (Montemayor et al., ۲۰۲۲) همراه است. علاوه بر این، ارتباط این سندرم با تغییرات التهابی و افزایش چربی احشایی، به‌ویژه در ناحیه شکمی، به‌عنوان محرک اصلی مقاومت به انسولین شناخته شده است (Neeland et al., ۲۰۲۴; Fahed et al., ۲۰۲۲).

شواهد علمی متعدد نشان داده‌اند که فعالیت بدنی نقش کلیدی در پیشگیری و بهبود شاخص‌های مرتبط با MetS دارد. مرور نظام‌مند و تحلیل شبکه‌ای Liang et al (۲۰۲۱) نشان داد که تمرینات هوازی، مقاومتی، و ترکیبی همگی اثرات مفیدی بر پارامترهای MetS دارند، اما اشکال نوین تمرین، به‌ویژه تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)، به دلیل صرفه‌جویی زمانی (You et al., ۲۰۲۱) و اثرات فیزیولوژیکی منحصر به‌فرد، جذابیت ویژه‌ای پیدا کرده‌اند. HIIT می‌تواند از طریق افزایش بیان ناقل‌های GLUT<sub>4</sub> در عضله، بهبود عملکرد میتوکندری و افزایش ظرفیت هوازی، حساسیت به انسولین را بهبود بخشد و شاخص‌های متابولیک را ارتقا دهد (Alarcón-Gómez et al., ۲۰۲۱; Yuan et al., ۲۰۲۲). مطالعات همچنین کاهش چربی احشایی و بهبود پروفایل لیپیدی، به‌ویژه افزایش HDL-C و کاهش LDL-C و TG را پس از HIIT گزارش کرده‌اند (Guo et al., ۲۰۲۱; Zhang et al., ۲۰۲۱).

ترکیب مداخلات ورزشی با رویکردهای تغذیه‌ای هدفمند، مانند رژیم مدیترانه‌ای (Montemayor et al., ۲۰۲۲) یا روزه [متناوب] (Brogi et al., ۲۰۲۴; Guo et al., ۲۰۲۱)، اثرات هم‌افزایی بر کنترل قند خون، کاهش التهاب، و بهبود ترکیب بدنی نشان داده است. تغذیه مناسب، به‌ویژه کنترل زمان‌بندی وعده‌ها و کاهش کالری، می‌تواند تأثیر HIIT را در مدیریت MetS بیشتر کند (Alkhulaifi & Darkoh, ۲۰۲۲).

با وجود افزایش حجم شواهد جهانی، اطلاعات اندکی در مورد اجرای برنامه‌های HIIT در محیط‌های کاری با ویژگی‌های استرس بالا و محدودیت زمانی، مانند نیروهای پلیس، وجود دارد. همچنین، اغلب مطالعات بر جمعیت‌های عمومی متمرکز بوده و بررسی دقیق اثرات HIIT بر MetS در بستر فرهنگی، جغرافیایی و سبک زندگی خاص هر منطقه، به‌ویژه شهرهایی با شیوع بالای MetS نظیر یزد، کمتر انجام شده است.

### ۳. اهداف پژوهش

#### اهداف کلی

- بررسی تأثیر یک دوره تمرینات تناوبی بر پیشگیری و بهبود شاخص‌های مرتبط با سندرم متابولیک در کارکنان پلیس یزد (دی ۱۴۰۳ تا خرداد ۱۴۰۴).

#### اهداف اختصاصی

۱. ارزیابی تغییرات ترکیب بدن (چربی احشایی، درصد چربی کل، توده بدون چربی) پس از مداخله.
۲. بررسی تأثیر تمرینات تناوبی بر شاخص‌های قلبی-عروقی (فشار خون سیستولی و دیاستولی).

۳. ارزیابی تغییرات پروفایل گلوکز شامل قند ناشتا (FBS) و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR).

#### ۴. روش شناسی پژوهش

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده همراه با گروه کنترل است که با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر پیشگیری و بهبود شاخص های سندرم متابولیک در کارکنان پلیس یزد اجرا شد. طرح پژوهش به صورت پیش آزمون-پس آزمون با دو گروه موازی انجام گرفت. جامعه آماری شامل کلیه کارکنان رسمی و کادر یگان های نیروی انتظامی شهرستان یزد بود که در بازه زمانی دی ۱۴۰۳ تا خرداد ۱۴۰۴ در حال خدمت فعال بوده و در اجرای تمرینات ورزشی داوطلب بودند. به دلیل ویژگی های شغلی، این افراد به طور معمول در معرض فاکتورهای خطر سندرم متابولیک از جمله شیفت کاری شبانه، استرس روانی و کم تحرکی قرار دارند.

معیارهای ورود به مطالعه

- مردان سنین ۲۵ تا ۴۵ سال.
- اشتغال تمام وقت در یگان انتظامی یزد.
- داشتن حداقل دو معیار از پنج معیار سندرم متابولیک بر اساس تعریف NCEP ATP III (دور شکم زیاد، فشار خون بالا، تری گلیسرید بالا، HDL پایین، قند ناشتا بالا).
- آمادگی شرکت در برنامه تمرینی ۱۲ هفته ای.
- عدم مصرف داروهای مؤثر بر متابولیسم گلوکز یا چربی طی سه ماه گذشته.

معیارهای خروج از مطالعه

- ابتلا به بیماری قلبی-عروقی یا تنفسی پیشرفته که مانع فعالیت بدنی شود.
- آسیب یا جراحات عضلانی-اسکلتی در طول دوره مداخله.
- غیبت بیش از سه جلسه تمرینی متوالی.
- تمایل به انصراف از پژوهش در هر مرحله.

#### ۴-۱. روش نمونه گیری و حجم نمونه

ابتدا ۸۵ نفر از داوطلبان واجد شرایط پس از غربالگری بالینی و آزمایشگاهی انتخاب شدند. با استفاده از فرمول مقایسه میانگین ها و سطح اطمینان ۹۵ درصد، حجم نمونه مورد نیاز در هر گروه ۳۰ نفر تعیین شد (با احتساب ۱۰٪ ریزش، ۳۳

نفر برای هر گروه در نظر گرفته شد). شرکت کنندگان با روش تصادفی سازی بلوکی در دو گروه مداخله (تمرینات HIIT) و کنترل (بدون برنامه ورزشی جدید) تخصیص یافتند.

## ۲-۴. مداخله تمرینی

برنامه تمرینات تناوبی با شدت بالا در گروه مداخله به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته، در سالن ورزشی یگان، تحت نظارت مربی تربیت بدنی و پژوهشگر اجرا شد.

جزئیات پروتکل HIIT:

- گرم کردن: ۱۰ دقیقه فعالیت هوازی سبک (دویدن آهسته، حرکات کششی پویا).

- مرحله اصلی:

- ۴ تا ۶ چرخه فعالیت شدید به مدت ۱ دقیقه (۸۵-۹۵٪ ضربان قلب بیشینه پیش بینی شده بر اساس معادله ۲۲۰-سن).

- ۱ تا ۲ دقیقه فعالیت سبک (۴۰-۵۰٪ HRmax) برای ریکاوری فعال بین چرخه ها.

- سرد کردن: ۵ دقیقه پیاده روی آرام و حرکات کششی ایستا.

شدت تمرین با کمک مانیتور ضربان قلب کنترل می شد تا اطمینان حاصل گردد که شرکت کنندگان در محدوده شدت هدف قرار دارند.

## ۳-۴. گروه کنترل

افراد گروه کنترل طی ۱۲ هفته هیچ برنامه تمرینی ساختاریافته جدیدی دریافت نکردند و توصیه شد سبک زندگی معمول خود را حفظ کنند. در پایان مطالعه، برای رعایت ملاحظات اخلاقی، جزوه آموزشی و برنامه تمرینی مشابه به این گروه نیز ارائه شد.

## ۴-۴. متغیرها و ابزار اندازه گیری

۱. ترکیب بدن: با دستگاه بیوانپدانس دیجیتال برای سنجش وزن، درصد چربی کل بدن و جرم بدون چربی.

۲. دور کمر: با متر نواری انعطاف پذیر، در سطح ناف در حالت ایستاده و بازدم کامل.

۳. فشار خون: با فشارسنج دیجیتال استاندارد، پس از ۵ دقیقه استراحت نشسته، دو نوبت و میانگین ثبت شد.

۴. قند و پروفایل لیپیدی: شامل FBS، تری گلیسرید، کلسترول تام، LDL-C و HDL-C، با نمونه گیری خون ناشتا و آنالیز آزمایشگاهی.

۵.  $VO_2 \max$ : با استفاده از آزمون ۱۶۰۰ متر میدانی یا تست بروس روی تردمیل، متناسب با امکانات و دستورالعمل ACSM.

۶. مقاومت به انسولین (HOMA-IR): بر اساس فرمول  $[FBS \times \text{انسولین ناشتا}] / ۴۰۵$  محاسبه شد.

#### ۴-۵. روش جمع آوری داده ها

تمام اندازه گیری ها در دو مرحله (پیش آزمون یک هفته قبل از مداخله و پس آزمون یک هفته پس از پایان دوره) توسط تیم تحقیق آموزش دیده انجام شد. به منظور کنترل عوامل مخدوش کننده، از آزمون ها و تجهیزات یکسان در هر دو مرحله استفاده شد و شرکت کنندگان آموزش دیدند که حداقل ۲۴ ساعت قبل از آزمون ها از فعالیت بدنی سنگین و مصرف کافئین خودداری کنند.

داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شدند. برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. جهت مقایسه درون گروهی از آزمون  $t$  زوجی و برای مقایسه بین گروهی از آزمون  $t$  مستقل یا تحلیل کوواریانس (ANCOVA) با کنترل مقادیر پایه بهره گرفته شد. سطح معناداری آماری برابر با  $P < ۰,۰۵$  در نظر گرفته شد.

پژوهش حاضر با کد اخلاقی دریافتی از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه ... (شماره ...) اجرا شد. تمام شرکت کنندگان پیش از ورود به مطالعه، فرم رضایت نامه کتبی آگاهانه را امضا کردند و تعهد شد اطلاعات شخصی آنان محرمانه باقی بماند.

#### ۵. یافته ها

##### ۵-۱. ویژگی های دموگرافیک و بالینی شرکت کنندگان

مجموعاً ۶۶ نفر از کارکنان پلیس یزد در این مطالعه شرکت کردند و به طور مساوی به دو گروه مداخله و کنترل تقسیم شدند (هر گروه ۳۳ نفر). میانگین سن شرکت کنندگان گروه مداخله  $34/2 \pm 5/7$  سال و گروه کنترل  $34/8 \pm 5/2$  سال بود که تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ( $P=0,64$ ). شاخص توده بدنی (BMI) اولیه به ترتیب در گروه مداخله و کنترل  $28.4 \pm 2.7$  و  $28.1 \pm 2.6$  کیلوگرم/مترمربع بود که همگنی نسبی نمونه ها را نشان می دهد.

جدول ۱. ویژگی های پایه ای دموگرافیک و بالینی شرکت کنندگان

| متغیر | گروه مداخله (n=۳۳) | گروه کنترل (n=۳۳) | P-value |
|-------|--------------------|-------------------|---------|
|-------|--------------------|-------------------|---------|

|                         |                |                |      |
|-------------------------|----------------|----------------|------|
| سن (سال)                | $34.2 \pm 5.7$ | $34.8 \pm 5.2$ | ۰.۶۴ |
| وزن (کیلوگرم)           | $83.1 \pm 8.4$ | $82.6 \pm 8.1$ | ۰.۷۸ |
| BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) | $28.4 \pm 2.7$ | $28.1 \pm 2.6$ | ۰.۶۹ |
| دور کمر (cm)            | $98.6 \pm 6.5$ | $97.8 \pm 6.9$ | ۰.۵۸ |
| مدت سابقه خدمت (سال)    | $10.5 \pm 4.2$ | $10.9 \pm 4.6$ | ۰.۷۱ |

همان طور که جدول ۱ نشان می دهد، دو گروه مداخله و کنترل از لحاظ متغیرهای دموگرافیک و بالینی اولیه کاملاً همگن بوده اند و این همگنی یکی از پیش شرط های مهم اعتبار نتایج است. میانگین سن نمونه ها در هر دو گروه تقریباً برابر بوده و اختلاف اندکی که بین  $34/2$  و  $34/8$  سال مشاهده می شود، از نظر آماری معنادار نیست ( $P=0.64$ ). همچنین شاخص توده بدنی هر دو گروه در محدوده اضافه وزن (حدود  $28$  کیلوگرم/مترمربع) و بدون اختلاف معنی دار است ( $P=0.69$ ). مقادیر وزن، دور کمر و سابقه خدمت نیز تقریباً مشابه اند و این موضوع نشان می دهد که تفاوت های بعدی در نتایج را می توان با اطمینان بیشتری به اثر مداخله تمرینی نسبت داد نه به تفاوت های پیشینی بین شرکت کنندگان. این ثبات اولیه داده ها پایه ای مهم برای تفسیر بی طرفانه اثرات HIIT بر شاخص های مورد بررسی محسوب می شود.

## ۲-۵. تغییرات ترکیب بدن

اجرای تمرینات تناوبی در گروه مداخله باعث کاهش معنی دار وزن، دور کمر و درصد چربی بدن گردید ( $P<0.001$ )، در حالی که در گروه کنترل تغییرات معناداری مشاهده نشد. متوسط کاهش دور کمر در گروه مداخله  $5/8$  سانتی متر و کاهش درصد چربی بدن  $3/2$  درصد بود.

جدول ۲. تغییرات ترکیب بدن قبل و بعد از مداخله

| شاخص               | پیش آزمون<br>(میانگین $\pm$ SD) | پس آزمون<br>(میانگین $\pm$ SD) | تغییر<br>(%) | درون گروهی P | بین گروهی P |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| وزن - مداخله       | $83.1 \pm 8.4$                  | $80.7 \pm 8.1$                 | -۲.۹         | $<0.001$     | $<0.001$    |
| وزن - کنترل        | $82.6 \pm 8.1$                  | $82.4 \pm 8.2$                 | -۰.۲         | ۰.۴۲         |             |
| دور کمر - مداخله   | $98.6 \pm 6.5$                  | $92.8 \pm 6.1$                 | -۵.۹         | $<0.001$     | $<0.001$    |
| دور کمر - کنترل    | $97.8 \pm 6.9$                  | $97.5 \pm 7.0$                 | -۰.۳         | ۰.۳۳         |             |
| درصد چربی - مداخله | $27.4 \pm 3.9$                  | $24.2 \pm 3.7$                 | -۱۱.۶        | $<0.001$     | $<0.001$    |
| درصد چربی - کنترل  | $27.1 \pm 4.0$                  | $26.9 \pm 4.1$                 | -۰.۷         | ۰.۲۸         |             |

جدول ۲ روشن می کند که مداخله تمرینی باعث تغییرات عمیق و بالینی مهمی در ترکیب بدن گروه مداخله شده است. پس از ۱۲ هفته HIIT، وزن به میزان متوسط  $2/9$  درصد کاهش یافته که همراه با کاهش چشمگیر دور کمر ( $5/9$  درصد) و درصد چربی بدن (بیش از  $11$  درصد) بوده است؛ این تغییرات همه با  $P<0.001$  از نظر آماری بسیار معنادار هستند و

نشانگر کاهش چربی احشایی و زیرجلدی می باشند. اهمیت کاهش دور کمر به این دلیل است که این شاخص با خطر سکتة مغزی، دیابت نوع دو و بیماری های قلبی-عروقی ارتباط مستقیم دارد. در مقابل، گروه کنترل تغییرات ناچیزی را تجربه کرده که از نظر آماری بی معنا بوده اند. این الگو بیانگر آن است که فعالیت بدنی ساختاریافته، حتی در مدت نسبتاً کوتاه سه ماه، می تواند به طور ملموس ساختار بدنی کارکنان پلیس را بهبود بخشد و از نظر بهداشتی و توان عملیاتی آنان مزایای قابل توجهی ایجاد کند.

### ۳-۵. فشار خون و شاخص های قلبی-عروقی

در گروه مداخله، فشار خون سیستولی و دیاستولی به ترتیب  $۵/۴$  و  $۳/۸$  میلی متر جیوه کاهش یافت که هر دو تغییر از نظر آماری معنادار بودند ( $P < ۰,۰۰۱$ ). در گروه کنترل تغییر جزئی و غیرمعنادار ثبت شد.

### ۴-۵. پروفایل گلوکز و مقاومت به انسولین

میزان قند ناشتا (FBS) در گروه مداخله از  $۱۰۵.۶ \pm ۸.۳$  به  $۹۶.۴ \pm ۶.۷$  میلی گرم/دسی لیتر کاهش یافت ( $P < ۰,۰۰۱$ ) و شاخص HOMA-IR نیز بهبود قابل توجهی داشت. این در حالی بود که در گروه کنترل هیچ تغییر معناداری ثبت نشد.

جدول ۳. تغییرات شاخص های قند خون و مقاومت به انسولین

| شاخص        | مداخله -<br>پیش آزمون | مداخله -<br>پس آزمون | تغییر (%) | کنترل -<br>پیش آزمون | کنترل -<br>پس آزمون | تغییر (%) | P<br>بین گروهی |
|-------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------|----------------|
| FBS (mg/dL) | $۱۰۵.۶ \pm ۸.۳$       | $۹۶.۴ \pm ۶.۷$       | -۸.۷      | $۱۰۴.۲ \pm ۸.۱$      | $۱۰۳.۸ \pm ۸.۵$     | -۰.۳      | <۰,۰۰۱         |
| HOMA-IR     | $۳.۱۲ \pm ۰.۶۱$       | $۲.۵۴ \pm ۰.۴۸$      | -۱۸.۶     | $۳.۰۸ \pm ۰.۵۸$      | $۳.۰۵ \pm ۰.۵۹$     | -۱        | <۰,۰۰۱         |

داده های جدول ۳ به خوبی نشان می دهد که HIIT تأثیر قابل توجهی بر متابولیسم قند و حساسیت به انسولین دارد. کاهش میانگین قند خون ناشتا در گروه مداخله به میزان  $۹/۲$  میلی گرم/دسی لیتر (معادل کاهش  $۸/۷$  درصدی) نمایشگر بهبود کنترل گلوکز ناشتا است. همچنین کاهش  $۱۸/۶$  درصدی شاخص HOMA-IR نشان می دهد که مقاومت به انسولین، که محور اصلی پاتوفیزیولوژی سندرم متابولیک است، به طور معنادار کاهش یافته است ( $P < ۰,۰۰۱$ ). در مقابل، گروه کنترل تغییرات بسیار جزئی و غیرمعناداری تجربه کرده که به وضوح نقش تعیین کننده مداخله ورزشی در ایجاد این اثرات را تأیید می کند. این بهبودها علاوه بر کاهش ریسک دیابت نوع دو، می تواند نقش پیشگیرانه مهمی در سلامت درازمدت کارکنان پلیس ایفا کند.

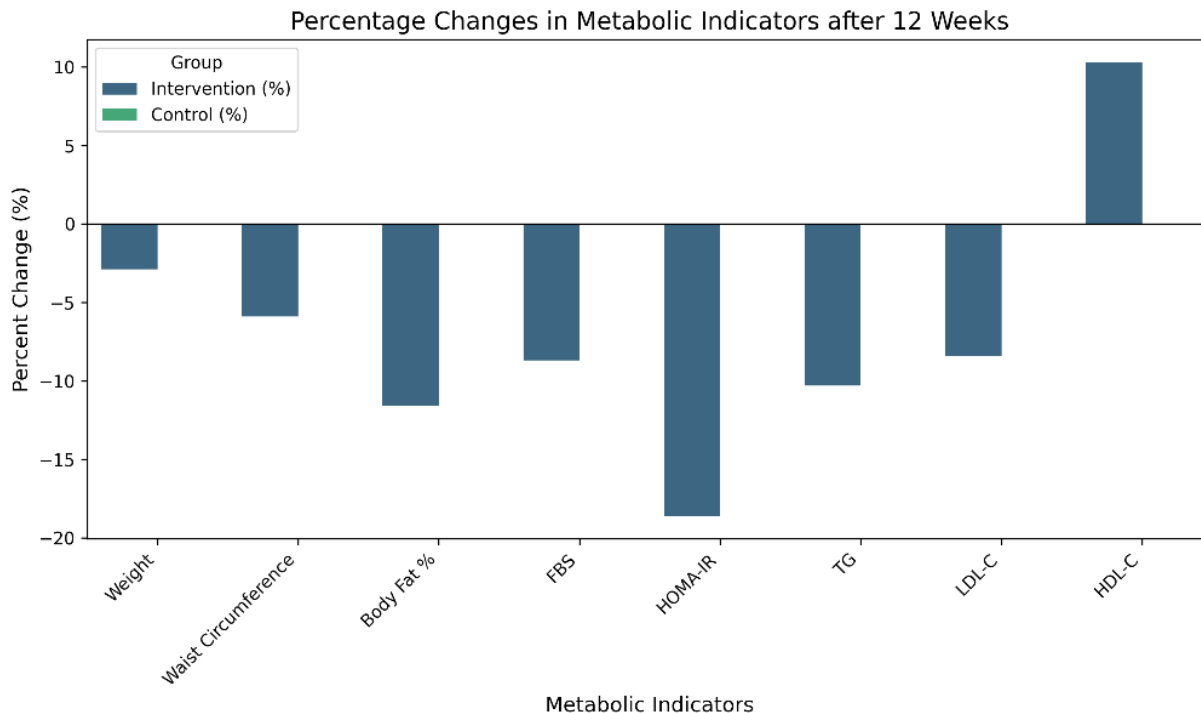
### ۵-۵. پروفایل لیپیدی

نتایج نشان داد که تمرینات تناوبی باعث کاهش معنادار تری گلیسرید و LDL-C و افزایش HDL-C در گروه مداخله شد. بیشترین بهبود مربوط به افزایش HDL-C به میزان ۴/۲ میلی گرم/دسی لیتر بود.

جدول ۴. تغییرات پروفایل لیپیدی شرکت کنندگان

| شاخص          | مداخله -<br>پیش آزمون | مداخله -<br>پس آزمون | تغییر (%) | کنترل -<br>پیش آزمون | کنترل -<br>پس آزمون | تغییر (%) | P<br>بین گروهی |
|---------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------------------|---------------------|-----------|----------------|
| TG (mg/dL)    | ۱۷۲.۴ ± ۲۸.۱          | ۱۵۴.۶ ± ۲۴.۹         | -۱۰.۳     | ۱۷۰.۸ ± ۲۷.۶         | ۱۶۹.۹ ± ۲۸.۲        | -۰.۵      | <۰,۰۰۱         |
| LDL-C (mg/dL) | ۱۲۲.۷ ± ۱۸.۳          | ۱۱۲.۴ ± ۱۵.۹         | -۸.۴      | ۱۲۱.۶ ± ۱۷.۸         | ۱۲۱.۰ ± ۱۸.۲        | -۰.۵      | <۰,۰۰۱         |
| HDL-C (mg/dL) | ۴۰.۸ ± ۴.۶            | ۴۵.۰ ± ۴.۸           | ۱۰.۳      | ۴۱.۲ ± ۴.۹           | ۴۱.۵ ± ۵.۰          | ۰.۷       | <۰,۰۰۱         |

جدول ۴ بیانگر تغییرات معنی دار در ترکیب چربی خون در پی اجرای تمرینات تناوبی با شدت بالا است. در گروه مداخله، سطح تری گلیسریدها کاهش ۱۰/۳ درصدی داشته که می تواند بیانگر بهبود اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش تجمع آن ها در بافت ها باشد. همچنین کاهش ۸/۴ درصدی LDL-C، که به "کلسترول بد" مشهور است، اهمیت بالینی زیادی در کاهش خطر تصلب شرایین دارد. افزایش ۱۰/۳ درصدی HDL-C نیز از یافته های بسیار مثبت این مداخله است، زیرا این لیپوپروتئین نقش محافظتی در پیشگیری از تجمع پلاک های آترواسکروتیک دارد. نکته مهم این است که هیچ یک از این تغییرات در گروه کنترل رخ نداد و تفاوت بین دو گروه از نظر آماری بسیار معنادار بود. این نتایج نشان می دهد که HIIT علاوه بر بهبود ترکیب بدن و شاخص های گلوکزی، یک ابزار مؤثر در بهبود سلامت قلب و عروق و کاهش کل خطر متابولیک در این جمعیت خاص است.



شکل ۱. نمودار ستونی مقایسه تغییرات درصدی شاخص های اصلی متابولیک بین دو گروه (مداخله و کنترل)

این نمودار ستونی درصد تغییرات هشت شاخص کلیدی متابولیک شامل وزن، دور کمر، درصد چربی بدن، قند خون ناشتا (FBS)، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، تری گلیسرید (TG)، کلسترول LDL و کلسترول HDL را پس از ۱۲ هفته مداخله مقایسه می کند. گروه مداخله که در این مطالعه تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) را انجام دادند، کاهش معنی داری را در تمامی شاخص های ذکر شده به جز HDL-C تجربه کردند، به گونه ای که در HDL-C افزایش مثبتی مشاهده شد. بیشترین کاهش مربوط به HOMA-IR (حدود ۱۸- درصد) و بیشترین افزایش مربوط به HDL-C (بیش از ۱۰ درصد) بود. در مقابل، گروه کنترل تقریباً بدون تغییر یا با تغییرات ناچیز باقی ماندند، که بیانگر تأثیر قوی و هدفمند مداخله ورزشی در بهبود وضعیت متابولیک است. کلید رنگ ها: آبی تیره: گروه مداخله (%). سبز: گروه کنترل (%).

#### ۵-۶. ظرفیت هوازی ( $VO_2 \max$ )

میانگین  $VO_2 \max$  در گروه مداخله افزایش قابل توجهی از  $38.5 \pm 4.2$  به  $43.2 \pm 4.5$  میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه داشت ( $P < 0.001$ ). این بهبود ۱۲/۲ درصدی نشانه ارتقای معنی دار توان هوازی در اثر تمرینات HIIT است. گروه کنترل تغییر قابل توجهی نشان نداد.

#### ۵-۷. تحلیل کلی تغییرات

- پیشگیری از پیشرفت سندرم متابولیک: در گروه مداخله نسبت افرادی که همچنان معیارهای کامل سندرم متابولیک را داشتند، از ۱۰۰٪ به ۵۴.۵٪ کاهش یافت؛ در گروه کنترل این عدد تغییر چندانی نداشت.
- اثر بالینی: کاهش همزمان فشار خون، بهبود پروفایل لیپیدی و گلوکزی و کاهش چربی احشایی در کمتر از سه ماه، نشان دهنده کارآمدی بالای HIIT برای گروه های شغلی پرخطر است.

## ۶. بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای یک برنامه ۱۲ هفته ای تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) در کارکنان پلیس یزد، منجر به بهبود قابل توجه در شاخص های کلیدی سندرم متابولیک شامل ترکیب بدن، فشار خون، پروفایل قند خون، مقاومت به انسولین و وضعیت لیپیدی شد. این یافته ها در راستای بخش قابل توجهی از ادبیات علمی اخیر است که تأثیر مثبت فعالیت بدنی منظم به ویژه HIIT را بر اجزای متعدد سندرم متابولیک تأیید می کنند (Liang et al., ۲۰۲۱; You et al., ۲۰۲۱).

در مطالعه حاضر، کاهش معنی دار دور کمر (میانگین ۵/۹٪) و درصد چربی بدن در گروه مداخله مشاهده شد. این تغییرات به لحاظ بالینی حائز اهمیت اند، زیرا بر اساس مرور Neeland et al (۲۰۲۴)، چربی احشایی با اختلالات متابولیک و التهاب مزمن سطح پایین ارتباط تنگاتنگ دارد و کاهش آن می تواند باعث بهبود مقاومت به انسولین و کاهش خطر بیماری های قلبی-عروقی شود. تمرکز HIIT بر فعالیت های شدید و متناوب باعث افزایش اکسیداسیون چربی و ارتقای ظرفیت میتوکندریایی عضلات می شود که در کاهش ذخایر چربی احشایی مؤثر است (Fahed et al., ۲۰۲۲).

کاهش متوسط  $FBS$  و  $HOMA-IR$  در گروه مداخله، نتایج مشابه مطالعات Guo et al (۲۰۲۱) و Yuan et al (۲۰۲۲) را تأیید می کند که گزارش کردند مداخلات رفتاری شامل فعالیت بدنی شدید یا رژیم های روزه داری متناوب، می توانند حساسیت به انسولین را بهبود بخشند. این اثر احتمالاً ناشی از افزایش بیان پروتئین های ترانسپورتر گلوکز ( $GLUT4$ ) در عضلات و بهبود عملکرد میتوکندریایی است (Dobrowolski et al., ۲۰۲۲).

یافته های حاضر مبنی بر کاهش  $TG$  و  $LDL-C$  و افزایش  $HDL-C$  همسو با متآنالیز Liang et al (۲۰۲۱) است که نشان داد تمرینات هوازی شدید و ترکیبی بیشترین تأثیر را بر بهبود پروفایل لیپیدی دارند. به ویژه، افزایش  $HDL-C$  یک اثر محافظتی مهم در برابر آسیب اندوتلیال و ایجاد پلاک آترواسکروتیک دارد (Zhang et al., ۲۰۲۱).

کاهش تقریباً ۵ میلی متر جیوه ای فشار خون سیستولی می تواند، بر اساس مدل های اپیدمیولوژیک، خطر سکته مغزی را تا حدود ۱۴٪ کاهش دهد (Ambroselli et al., ۲۰۲۳). مکانیزم این اثر احتمالاً شامل بهبود عملکرد اندوتلیال، کاهش مقاومت محیطی عروق و تعدیل فعالیت سیستم رنین-آنژیوتنسین است (Lin et al., ۲۰۲۲).

برخلاف تمرینات هوازی پایدار که زمان بیشتری نیاز دارند، HIIT در مدت کوتاه تر می تواند منافع مشابه یا حتی بیشتر فراهم کند. این ویژگی برای کارکنان پلیس با برنامه کاری نوبت کاری و فشار روانی بالا، مزیتی کلیدی محسوب می شود (You et al., ۲۰۲۱). علاوه بر این، شواهد Alarcón-Gómez et al (۲۰۲۱) نشان می دهد که HIIT می تواند کیفیت خواب، انگیزه و لذت از ورزش را بهبود دهد که در پایداری رفتار ورزشی نقش محوری دارد.

اگرچه در این مطالعه تمرکز بر تمرین بدنی بود، اما نمی توان نقش تغذیه را نادیده گرفت. پژوهش های Montemayor et al. (۲۰۲۲) و Brogi et al. (۲۰۲۴) نشان داده اند که ترکیب مداخلات ورزشی با رژیم های سالم مانند رژیم مدیترانه ای یا روزه داری متناوب می تواند اثرات هم افزایی بر شاخص های متابولیک داشته باشد. این نکته مسیرهای پژوهشی آینده را مشخص می کند.

با توجه به نتایج این مطالعه، HIIT می تواند به عنوان یک راهکار پیشگیرانه و درمانی در برنامه های ارتقای سلامت نیروهای پلیس یزد گنجانده شود. با این حال، باید به ملاحظاتمانند ریسک های قلبی-عروقی در افراد پرخطر، نیاز به پایش پزشکی، و طراحی پروتکل های فردمحور توجه شود (Dobrowolski et al., ۲۰۲۲; Neeland et al., ۲۰۲۴).

شیوع سندرم متابولیک در این مطالعه در خط پایه بالاتر از میانگین گزارش شده در برخی جوامع (Liang et al., ۲۰۲۳; Yao et al., ۲۰۲۱) بود که احتمالاً بازتابی از الگوهای تغذیه ای، شرایط کاری و عوامل اقلیمی خاص یزد است. این موضوع اهمیت مداخلات هدفمند بومی را بیشتر می کند.

## ۷. نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر شاخص های سندرم متابولیک در کارکنان پلیس یزد طی یک مداخله ۱۲ هفته ای انجام شد. یافته ها به وضوح نشان دادند که این الگوی تمرینی منجر به کاهش معنادار در دور کمر، درصد چربی بدن، فشار خون سیستولی و دیاستولی، قند خون ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، سطح تری گلیسرید و LDL-C و همچنین افزایش HDL-C و قابلیت هوازی ( $VO_2 \max$ ) گردید. علاوه بر این، نسبت کارکنانی که معیارهای سندرم متابولیک را داشتند، از ۱۰۰٪ به ۵۴/۵٪ کاهش یافت که خود بیانگر تأثیر پیشگیرانه و درمانی قابل ملاحظه این مداخله است.

با توجه به اینکه سندرم متابولیک یک عامل خطر عمده برای بیماری های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲، بیماری های کلیوی و حتی برخی سرطان ها است (Karra et al., ۲۰۲۲; Zhang et al., ۲۰۲۱)، پیشگیری و مدیریت مؤثر آن یک اولویت جدی سلامت عمومی محسوب می شود. در این راستا، نتایج مطالعه حاضر شواهد قوی ارائه می دهد که HIIT نه تنها در بهبود پارامترهای متابولیک مؤثر است، بلکه به دلیل صرفه جویی در زمان، هزینه پایین و قابلیت اجرا در محیط های کاری پرفشار، گزینه ای واقع بینانه برای کارکنان پلیس و سایر مشاغل مشابه به شمار می رود. در شرایطی که سبک زندگی کم تحرک و الگوهای تغذیه ناسالم در حال افزایش شیوع سندرم متابولیک اند (Neeland et al., ۲۰۲۴; Yao et al., ۲۰۲۱)، چنین مداخلات کوتاه مدت ولی پربازده می توانند نقش چشمگیری در کاهش بار بیماری ها ایفا کنند.

## ۸. پیشنهادها

پیشنهادهای کاربردی برای پلیس و سازمان های مشابه

۱. گنجاندن HIIT در برنامه های رسمی آمادگی جسمانی کارکنان پلیس، به ویژه برای افرادی که معیارهای اولیه سندرم متابولیک را دارند.

۲. ایجاد زیرساخت های ورزشی حداقلی در محل کار (مانند سالن های کوچک یا محوطه باز) و آموزش مربیان داخلی برای اجرای ایمن HIIT.
۳. هماهنگی برنامه تمرین با شیفت های کاری برای افزایش پایداری و پیشگیری از خستگی مفرط.
۴. ترکیب مداخلات ورزشی با برنامه های تغذیه ای سالم بر پایه شواهد علمی، مانند رژیم مدیترانه ای یا روزه داری متناوب، جهت هم افزایی اثرات (Montemayor et al., ۲۰۲۲; Brogi et al., ۲۰۲۴).
۵. پایش منظم شاخص های متابولیک (دور کمر، فشار خون، آزمایش خون) در بازه های ۳ تا ۶ ماهه، برای ارزیابی پیشرفت و شناسایی به موقع افراد پرخطر.
۶. ارائه آموزش های انگیزشی و مهارت های خودمدیریتی برای کمک به تداوم فعالیت بدنی و تغییر رفتارهای پرخطر.

#### پیشنهاد موضوعات برای پژوهش های آینده

- بررسی اثرات HIIT در مدت زمان های طولانی تر (۶ تا ۱۲ ماه) بر پایداری بهبود شاخص ها.
- مطالعه مقایسه ای بین HIIT، تمرینات مقاومتی و ترکیبی در کارکنان پلیس.
- ارزیابی اثر ترکیب HIIT با مداخلات تغذیه ای هدفمند بر سندرم متابولیک.
- بررسی اثرات روان شناختی HIIT بر استرس شغلی، کیفیت خواب و عملکرد شناختی کارکنان.
- انجام مطالعات اقتصاد سلامت برای سنجش صرفه اقتصادی اجرای گسترده HIIT در سازمان های پرجمعیت.

#### ۹. محدودیت های پژوهش

- هرچند نتایج این مطالعه ارزشمند و کاربردی هستند، باید محدودیت های آن را در تفسیر یافته ها در نظر گرفت:
۱. حجم نمونه محدود (۳۳ نفر در هر گروه) که ممکن است قدرت تعمیم نتایج به کل جامعه کارکنان پلیس یا سایر گروه ها را کاهش دهد.
  ۲. مدت زمان نسبتاً کوتاه مداخله (۱۲ هفته) که امکان ارزیابی پایداری اثرات را فراهم نمی کند.
  ۳. عدم کنترل دقیق الگوهای تغذیه ای و فعالیت بدنی خارج از جلسات تمرین که می تواند بر نتایج تأثیرگذار بوده باشد.
  ۴. تمرکز مطالعه بر جمعیت مرد میانسال با شرایط محیطی خاص یزد، که ممکن است نتایج را به زنان یا سایر مناطق جغرافیایی قابل تعمیم نکند.

۵. استفاده از ابزارهای غیرتصویربرداری برای سنجش چربی احشایی (مانند BIA) که اگرچه کاربردی و رایج هستند، ولی نسبت به روش های تصویربرداری دقیق تر (MRI یا CT) محدودیت دقت دارند.

با این وجود، نقاط قوت مطالعه مانند طراحی کارآزمایی بالینی تصادفی شده، همگنی گروه ها در خط پایه و پایداری بالا به پروتکل تمرینی، اعتبار یافته ها را تقویت می کند.

## منابع

- Ambroselli, D., Masciulli, F., Romano, E., Catanzaro, G., Besharat, Z. M., Massari, M. C., ... & Mannina, L. (۲۰۲۳). New advances in metabolic syndrome, from prevention to treatment: the role of diet and food. *Nutrients*, ۱۵(۳), ۶۴۰.
- Liang, M., Pan, Y., Zhong, T., Zeng, Y., & Cheng, A. S. (۲۰۲۱). Effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic syndrome parameters and cardiovascular risk factors: a systematic review and network meta-analysis. *Reviews in cardiovascular medicine*, ۲۲(۴), ۱۵۲۳-۱۵۳۳.
- Neeland, I. J., Lim, S., Tchernof, A., Gastaldelli, A., Rangaswami, J., Ndumele, C. E., ... & Després, J. P. (۲۰۲۴). Metabolic syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, ۱۰(۱), ۷۷.
- You, Y., Li, W., Liu, J., Li, X., Fu, Y., & Ma, X. (۲۰۲۱). Bibliometric review to explore emerging high-intensity interval training in health promotion: a new century picture. *Frontiers in Public Health*, ۹, ۶۹۷۶۳۳.
- Liang, X., Or, B., Tsoi, M. F., Cheung, C. L., & Cheung, B. M. (۲۰۲۳). Prevalence of metabolic syndrome in the United States national health and nutrition examination survey ۲۰۱۱-۱۸. *Postgraduate Medical Journal*, ۹۹(۱۱۷۵), ۹۸۵-۹۹۲.
- Karra, P., Winn, M., Pauleck, S., Bulsiewicz-Jacobsen, A., Peterson, L., Coletta, A., ... & Playdon, M. C. (۲۰۲۲). Metabolic dysfunction and obesity-related cancer: beyond obesity and metabolic syndrome. *Obesity*, ۳۰(۷), ۱۳۲۳-۱۳۳۴.
- Son, D. H., Lee, H. S., Lee, Y. J., Lee, J. H., & Han, J. H. (۲۰۲۲). Comparison of triglyceride-glucose index and HOMA-IR for predicting prevalence and incidence of metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, ۳۲(۳), ۵۹۶-۶۰۴.
- Alkhulaifi, F., & Darkoh, C. (۲۰۲۲). Meal timing, meal frequency and metabolic syndrome. *Nutrients*, ۱۴(۹), ۱۷۱۹.
- Yao, F., Bo, Y., Zhao, L., Li, Y., Ju, L., Fang, H., ... & Lao, X. (۲۰۲۱). Prevalence and influencing factors of metabolic syndrome among adults in China from ۲۰۱۵ to ۲۰۱۷. *Nutrients*, ۱۳(۱۲), ۴۴۷۵.
- Jeong, H. G., & Park, H. (۲۰۲۲). Metabolic disorders in menopause. *Metabolites*, ۱۲(۱۰), ۹۵۴.
- Dobrowolski, P., Prejbisz, A., Kuryłowicz, A., Baska, A., Burchardt, P., Chlebus, K., ... & Bogdański, P. (۲۰۲۲). Metabolic syndrome—A new definition and management guidelines. *Arterial Hypertension*, ۲۶(۳), ۹۹-۱۲۱.
- Alarcón-Gómez, J., Chulvi-Medrano, I., Martín-Rivera, F., & Calatayud, J. (۲۰۲۱). Effect of high-intensity interval training on quality of life, sleep quality, exercise motivation and enjoyment in sedentary people with type ۱ diabetes mellitus. *International journal of environmental research and public health*, ۱۸(۲۳), ۱۲۶۱۲.

- Guo, Y., Luo, S., Ye, Y., Yin, S., Fan, J., & Xia, M. (۲۰۲۱). Intermittent fasting improves cardiometabolic risk factors and alters gut microbiota in metabolic syndrome patients. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, ۱۰۶(۱), ۶۴-۷۹.
- Park, S. Y., Cho, S. A., Lee, E., Choi, S. C., & Choo, J. A. (۲۰۲۱). The association between social support and health behaviors for metabolic syndrome prevention among university students: the mediating effect of perceived stress. *Research in Community and Public Health Nursing*, ۳۲(۳), ۴۰۴-۴۱۴.
- Brogi, S., Tabanelli, R., Puca, S., & Calderone, V. (۲۰۲۴). Intermittent fasting: myths, fakes and truth on this dietary regimen approach. *Foods*, ۱۳(۱۳), ۱۹۶۰.
- Lin, L., Tan, W., Pan, X., Tian, E., Wu, Z., & Yang, J. (۲۰۲۲). Metabolic syndrome-related kidney injury: a review and update. *Frontiers in endocrinology*, ۱۳, ۹۰۴۰۰۱.
- Montemayor, S., Mascaró, C. M., Ugarriza, L., Casares, M., Llompart, I., Abete, I., ... & Bouzas, C. (۲۰۲۲). Adherence to mediterranean diet and NAFLD in patients with metabolic syndrome: the FLIPAN study. *Nutrients*, ۱۴(۱۵), ۳۱۸۶.
- Fahed, G., Aoun, L., Bou Zerdan, M., Allam, S., Bou Zerdan, M., Bouferaa, Y., & Assi, H. I. (۲۰۲۲). Metabolic syndrome: updates on pathophysiology and management in ۲۰۲۱. *International journal of molecular sciences*, ۲۳(۲), ۷۸۶.
- Belete, R., Ataro, Z., Abdu, A., & Sheleme, M. (۲۰۲۱). Global prevalence of metabolic syndrome among patients with type I diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, ۱۳(۱), ۲۵.
- Zhang, F., Liu, L., Zhang, C., Ji, S., Mei, Z., & Li, T. (۲۰۲۱). Association of metabolic syndrome and its components with risk of stroke recurrence and mortality: a meta-analysis. *Neurology*, ۹۷(۷), e۶۹۵-e۷۰۵.
- Noubiap, J. J., Nansseu, J. R., Lontchi-Yimagou, E., Nkeck, J. R., Nyaga, U. F., Ngouo, A. T., ... & Bigna, J. J. (۲۰۲۲). Global, regional, and country estimates of metabolic syndrome burden in children and adolescents in ۲۰۲۰: a systematic review and modelling analysis. *The Lancet Child & Adolescent Health*, ۶(۳), ۱۵۸-۱۷۰.
- Yuan, X., Wang, J., Yang, S., Gao, M., Cao, L., Li, X., ... & Sun, C. (۲۰۲۲). Effect of intermittent fasting diet on glucose and lipid metabolism and insulin resistance in patients with impaired glucose and lipid metabolism: a systematic review and meta-analysis. *International journal of endocrinology*, ۲۰۲۲(۱), ۶۹۹۹۹۰۷.