



اندازه گیری توان هوازی و بی هوازی با استفاده از نقطه شکست ضربان قلب

امیرحسین حرمتی اوغول بیگ^۱، علی مرزپور^۲، امیرحسین هنرمند^۳

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

کارشناسی ارشد فیزیولوژی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد بناب.

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

مقدمه اندازه گیری توان هوازی و بی هوازی یکی از موضوعات مهم در فیزیولوژی ورزش و علوم تمرینی است. این ارزیابی ها می توانند اطلاعات دقیق و مفیدی درباره وضعیت عملکردی ورزشکاران و افراد فعال فراهم کنند. یکی از روش های مدرن و نوآورانه برای اندازه گیری توان هوازی و بی هوازی استفاده از نقطه شکست ضربان قلب است. نقطه شکست ضربان قلب، نقطه ای است که در آن ضربان قلب به طور ناگهانی افزایش می یابد و نشان دهنده تغییر از فعالیت هوازی به فعالیت بی هوازی است. این نقطه می تواند به عنوان یک شاخص مهم در تعیین سطح آمادگی جسمانی و ارزیابی عملکرد ورزشی مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از این روش، مربیان ورزشی و پژوهشگران می توانند برنامه های تمرینی بهینه تری را طراحی کرده و نتایج بهتری در بهبود عملکرد ورزشکاران به دست آورند. هدف این مقاله ارائه ی اطلاعاتی کاربردی و علمی برای مربیان، ورزشکاران و پژوهشگران است تا بتوانند بهترین روش های اندازه گیری و بهبود توان هوازی و بی هوازی را انتخاب کنند.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. برای جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان فارسی و انگلیسی در ۵ سال اخیر که در پایگاه های اطلاعاتی Scopus، Sid، Google Scholar، Science Direct و Isc استفاده شد. ۲۱ عنوان مقاله با استفاده از معیارهای ورودی و خروجی مطالعه انتخاب شدند. سپس ۱۲ مقاله که فاقد معیارها بودند حذف گردید و ۹ مقاله جهت آنالیز نهایی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه گیری

طی مطالعه حاضر به بررسی روش های اندازه گیری توان هوازی و بی هوازی با استفاده از نقطه شکست ضربان قلب پرداخته شد. نتایج حاصل از مطالعات نشان می دهد که این روش می تواند به عنوان یک شاخص دقیق و کاربردی برای ارزیابی عملکرد ورزشی و تعیین سطح آمادگی جسمانی ورزشکاران مورد استفاده قرار گیرد همچنین تحقیقات نشان می دهند که استفاده از نقطه شکست ضربان قلب می تواند اطلاعات مفیدی درباره تغییرات فیزیولوژیکی در طول



تمرینات ورزشی فراهم کند. این روش به ویژه برای تشخیص نقاط ضعف و قوت ورزشکاران، تنظیم برنامه‌های تمرینی مناسب و بهبود عملکرد ورزشی بسیار موثر است. علاوه بر این تمرینات ورزشی منظم و هدفمند می‌توانند تأثیر مثبتی بر نقطه شکست ضربان قلب داشته باشند. با انجام تمرینات هوازی و بی‌هوازی به‌طور منظم، می‌توان شاهد بهبود نقاط شکست ضربان قلب و در نتیجه بهبود توان هوازی و بی‌هوازی بود. یکی از مزایای اصلی این روش، امکان استفاده آسان و کم‌هزینه از آن در مقایسه با روش‌های دیگر اندازه‌گیری توان هوازی و بی‌هوازی است. با این حال، باید به محدودیت‌های این روش نیز توجه داشت، از جمله نیاز به تجهیزات دقیق و تخصص لازم برای تفسیر نتایج به دست آمده.

نتایج نشان‌دهنده این مطلب بودند که می‌توان گفت اندازه‌گیری توان هوازی و بی‌هوازی با استفاده از نقطه شکست ضربان قلب یک روش موثر و کاربردی برای ارزیابی عملکرد ورزشی و بهبود شاخص‌های مرتبط با آمادگی جسمانی است. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های بیشتری در زمینه تأثیرات مختلف نوع و شدت تمرینات ورزشی بر نقطه شکست ضربان قلب انجام شود تا بتوان بهترین راهکارهای تمرینی را برای ورزشکاران تعیین کرد.

کلمات کلیدی: نقطه شکست ضربان قلب، توان هوازی، توان بی‌هوازی



اهمیت آب در ورزش و کنترل وزن

- زهرآ کیانی^۱ - ساناز صادقی^۲ - سارا مهوش^۳ - فاطمه باقری^۴ - فاطمه امیری^۵ - فائزه ارسنجانی^۶
- ۱- استاد گروه تربیت بدنی آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی ، بجنورد ، ایران
 - ۲- دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران
 - ۳- دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران
 - ۴- دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران
 - ۵- دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران
 - ۶- دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

چکیده :

مقدمه و هدف : هدف پژوهش حاضر اهمیت آب در ورزش و کنترل وزن بدن در تمرینات سنگین و سبک و مقدار دفع آب بدن در تمرینات ورزشی .

روش پژوهشی : در تحقیق مروری حاضر که از نوع مروری سیستماتیک میباشد مطالعات چاپ شده برای اهمیت آب و کنترل وزن در افرادی که مشکل اضافه وزن دارن که یافته ها نشان گرای این موضوع هستند در بدن، آب در مایع خارج سلولی توزیع می شود. (در اطراف سلول ها، ۲۰-۲۵٪، خارج از سلول ها از جمله سیستم عروقی است). و مایع بین سلولی (داخل سلولها ۴۰-۴۵٪). هر ۱ پوند کاهش وزن بدن معادل ۴۵۰ میلی لیتر (۱۵ اونس) کم آبی بدن است. حداکثر جذب اکسیژن معیار معمول آمادگی هوازی است: ۳۰-۴۰ میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه در افراد کم تحرک، تا ۷۰-۸۵ میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه در ورزشکاران استقامتی بسیار تمرین کرده. .

نتیجه گیری : به طور کلی طبق نتایج بدست آمده در نظر گرفته شده است که کاهش در عملکرد زمانی آشکار می شود که هیپو هیدراتاسیون بیش از ۲٪ وزن بدن باشد. کاهش عملکرد زمانی که از دست دادن مایعات بیش از ۵٪ وزن بدن باشد، قابل توجه است. و هنگامی که از دست دادن مایعات به ۶ تا ۱۰ درصد وزن بدن نزدیک می شود، گرمزدگی و گرمزدگی تهدید کننده زندگی می شود. هیپوهیدراتاسیون بر عملکرد ذهنی نیز تأثیر می گذارد. بنابراین، تأثیر هیپوهیدراتاسیون بر ورزش واقعی ممکن است بیشتر از آن چیزی باشد که در مطالعات آزمایشگاهی عملکرد فیزیولوژیکی نشان داده شده است.

کلید واژه : تعادل بدن - آب - عملکرد قلبی و عروقی - هیپوهیدراتاسیون

مقدمه :

در هر ورزش یا فعالیتی با مدت حداقل ۳۰ دقیقه ورزش مداوم، خطر اختلال در عملکرد و حتی آسیب به سلامتی به دلیل هیدراتاسیون بدن وجود دارد که ممکن است از طریق ارائه مایعات به شرکت کنندگان در طول مسابقه حذف یا حداقل کاهش یابد.



با افزایش مدت زمان ورزش یا فعالیت و گرمتر شدن شرایط محیطی، مصرف مایعات در طول مسابقه اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. زنجیره رویدادهایی که منجر به حفظ تعادل مایعات بدن می‌شود با از دست دادن آب از طریق مدفوع، ادرار، تنفس و تعریق آغاز می‌شود. عرق کردن معمولاً شکلی است که بیشترین اتلاف آب را در طول این مدت تشکیل می‌دهد ورزش یا دمای بالای محیط مقدار گرمایی که می‌تواند باشد به ازای هر لیتر (کیلوگرم) عرق تبخیر شده تقریباً ۵۸۰ کیلوکالری از طریق تبخیر حذف می‌شود.

پیوارنیک (۱۹۹۴) ۲ اشاره می‌کند که برای انسان، جایگزینی مایعات در حین ورزش تا حد زیادی یک سازگاری رفتاری است تا فیزیولوژیکی، و تشنگی راهنمای قابل اعتمادی برای نیاز به مایعات نیست. چالش اصلی تغذیه در طول هر رویداد ورزشی، جلوگیری یا حداقل به حداقل رساندن هیپو هیدراتاسیون است. از آنجایی که چندین مرگ در سال در میان افراد ورزشکار، از جمله ورزشکاران سالم، به کم آبی بدن و/یا گرمزدگی نسبت داده می‌شود، توجه به هیدراتاسیون مناسب برای زندگی حیاتی است.

آب

اگر آب به عنوان یک ماده مغذی تعریف شود، مهم ترین ماده مغذی برای بدن است. کمبود آب باعث کم آبی سلول ها می‌شود. کمبود کامل آب می‌تواند در عرض چند روز باعث مرگ شود. پنجاه تا هفتاد درصد وزن بدن آب است. که ۶۵ تا ۷۵ درصد وزن عضله و تقریباً ۵۰ درصد وزن چربی بدن را تشکیل می‌دهد. در بدن، آب در مایع خارج سلولی توزیع می‌شود (در اطراف سلول ها، ۲۰-۲۵٪، خارج از سلول ها از جمله سیستم عروقی است). و مایع بین سلولی (داخل سلولها ۴۰-۴۵٪). آب بسیاری از وظایف مهم را انجام می‌دهد و به عنوان یک حلال عمل می‌کند. جزء تمام سلول های بدن است که به بدن ساختار و شکل می‌دهد. تنظیم کننده دمای بدن؛ روان کننده؛ وسیله ای برای هضم غذا؛ محیط انتقال مواد مغذی و مواد زائد؛ شرکت کننده در واکنش های بیولوژیکی؛ و تنظیم کننده تعادل اسید و باز. ۳

تعادل آب بدن

نیاز آب به عوامل زیادی بستگی دارد، از جمله میزان مواد جامد در رژیم غذایی، رطوبت هوا، دمای محیط، نوع لباس پوشیده، نوع ورزش انجام شده، تعداد تنفس و وضعیت سلامتی. بدن آب را از نوشیدنی ها، غذاها و مقدار کمی از تجزیه متابولیکی غذا برای استفاده بدن (اکسیداسیون مواد مغذی انرژی) به دست می‌آورد. به طور معمول، تقریباً ۲.۵ لیتر آب در هر روز برای یک بزرگسال نسبتاً کم تحرک در یک محیط معمولی مورد نیاز است. خروجی آب معمولاً با ورودی متعادل می‌شود. اگر آب اضافی بلعیده شود، برون ده ادرار افزایش می‌یابد. بدن با توجه به محتوای آب یک حالت ثابت را حفظ می‌کند. به طرق مختلف از بدن دفع می‌شود. از طریق کلیه به عنوان ادرار، از پوست به عنوان تعریق (تعریق)، از ریه ها در تنفس (بخار آب)، در مدفوع، و تلفات شدید آب تحت معین شرایط بیماری و آسیب مانند اسهال حاد، سوختگی، و از دست دادن خون منابع آب ورودی و خروجی در جدول نشان داده شده است.

کم آبی بدن



کمبود یا بیش از حد آب می تواند اثرات مضر برای بدن ایجاد کند. پیامد اصلی کمبود آب کم آبی است. کمبود مایع از هر دو بخش درون سلولی و خارج سلولی رخ می دهد و می تواند به سرعت به سطوحی برسد که مانع از اتلاف گرما شود، تحمل گرما را کاهش دهد و به شدت عملکرد قلبی عروقی و ظرفیت ورزش را به خطر بیندازد. برای مردان و زنان، کم آبی قبل از ورزش معادل ۵ درصد از توده بدن به طور قابل توجهی دمای رکتوم و ضربان قلب را افزایش می دهد و میزان تعریق، حداکثر $\dot{V}O_2$ و ظرفیت ورزش را در مقایسه با شرایط هیدراتاسیون طبیعی کاهش می دهد. کم آبی طولانی مدت منجر به مرگ سلولی می شود و از دست دادن چند سلولی ارگانیک را از بین می برد. در طی اختلالات کلیوی یا سایر اختلالات که در آن بدن دچار عدم تعادل مایعات می شود، ممکن است ادم، آسیت و نارسایی احتقانی قلب ایجاد شود. یک روش مناسب برای ارزیابی از دست دادن مایعات از طریق تغییر در وزن بدن در طول ورزش و/یا استرس گرمایی است. هر ۱ پوند کاهش وزن بدن معادل ۴۵۰ میلی لیتر (۱۵ اونس) کم آبی بدن است. حداکثر جذب اکسیژن معیار معمول آمادگی هوازی است: ۳۰-۴۰ میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه در افراد کم تحرک، تا ۸۵-۷۰ میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه در ورزشکاران استقامتی بسیار تمرین کرده.

جدی ترین پیامد تعریق زیاد از دست دادن بدن است کاهش جریان خون در کلیه ها در نتیجه غلیظ شدن و غلیظ شدن خون در اثر کم آبی بدن. دمای مرکزی بالاتر از دمایی است که در گرمزدگی مشاهده می شود، به طور کلی در محدوده ۴۱-۴۲ درجه سانتی گراد و دمای بیشتر از ۳۹.۵ درجه سانتی گراد عملکرد مراکز حرکتی در مغز و متعاقباً توانایی به کارگیری واحدهای حرکتی مورد نیاز برای فعالیت عضلانی را کاهش می دهد. گرمزدگی ناشی از فعالیت با توقف تعریق، پوست گرم و خشک، زوال فیزیکی، گیجی، فروپاشی و تشنج مشخص می شود. پیامدهای فیزیولوژیکی دیگری از کم آبی بدن وجود دارد که به اندازه بیماری گرما جدی نیستند اما به کاهش ظرفیت عملکرد کمک می کنند.

آبرسانی مجدد

مدیریت کم آبی شامل پیش‌بینی و پیشگیری از کم‌آبی بدن است و در صورت عدم موفقیت، شناسایی نوع خاصی از کم‌آبی موجود و درمان آن با تجویز مایعاتی مانند آب یا آب حاوی الکترولیت‌ها. مصرف مایعات باید در اوایل رویداد یا ورزش برای کاهش ایجاد هیپو هیدراتاسیون به جای معکوس کردن یک وضعیت از قبل ایجاد شده شروع شود. در حین ورزش شدید، مکانیسم تشنگی ممکن است پوشانده شود و تامین نیازهای مایعات دشوار می شود.

ورزشکاران نخبه استقامتی، در تمرین و همچنین در مسابقات، ممکن است بیش از ۱.۵ لیتر در ساعت عرق کنند. ۱۰ از آنجایی که نرخ تخلیه آب معده به طور کلی حدود ۱ لیتر در ساعت تصور می شود، نیاز آب را در شرایط محیطی برآورده می کند که باعث افزایش حجم آب می شود. از دست دادن مایعات امکان پذیر نیست. بنابراین، ورزشکاران باید تشویق شوند که قبل، در طول و بعد از هر جلسه تمرین به اندازه کافی هیدراته شوند.

در موارد ۳۰ تا ۶۰ دقیقه ورزش مداوم، آب احتمالاً اقتصادی ترین و کاربردی ترین مایع است، زیرا جایگزینی مایعات نیاز اولیه است. در حالت ایده آل، مصرف مایعات باید در فواصل منظم در طول مسابقه اتفاق بیفتد، به طوری که ورزشکار بیشترین مقدار راحت را در هر موقعیت بنوشد (احتمالاً ۱۵۰-۲۵۰ میلی لیتر). نوشیدنی های سرد با طراوت



تر و خوش طعم تر هستند. با چنین الگوی، بعید است که کم آبی قابل توجهی در طول زمان مسابقه ایجاد شود و ورزشکار ممکن است پس از آن به دنبال جایگزینی از دست دادن کامل عرق بعد از مسابقه باشد.

با این حال، مواردی وجود دارد که آب حاوی سدیم و پتاسیم عامل آبرسانی مناسب است. تجویز خوراکی مایعات و الکترولیت‌ها همیشه در کم آبی خفیف (۳-۵٪) تا متوسط (۶-۹٪) ترجیح داده می‌شود. با این حال، در موارد کم آبی شدید (بیش از ۹٪) و استفراغ یا اگر بیمار در حالت کما باشد، ممکن است مایعات داخل وریدی مورد نیاز باشد. زمانی که I.V. مایعات تجویز می‌شود، ۰.۴۵٪ سالین معمولاً با دکستروز ۵ درصد یک عامل آبرسان موثر است. در بیشتر موارد شامل تعریق شدید به عنوان حالت اولیه مایعات است از دست دادن، آب ساده حاوی ۱.۲۵ گرم نمک طعام در هر لیتر یک آبرسانی خوب است راه حل افزایش غلظت NaCl به ۵-۶ گرم در لیتر ممکن است باعث شود سرعت آبرسانی مجدد سریعتر است، اما ممکن است برای برخی دلپذیر نباشد نوشیدن آب هنگام ورزش و مصرف نوشیدنی ورزشی باعث هیدراته ماندن بدن شما می‌شود. هیدراته ماندن بخش مهمی از سلامتی بدن شماست؛ به خصوص زمانی که ورزش می‌کنید و مقدار زیادی از آب بدن‌تان با تعریق از دست می‌رود. سعی کنید همیشه یک نوشیدنی ورزشی حین تمرین با خود داشته باشید و با نوشیدن مکرر آن، ورزش خود را سپری کنید. با این راهکار هم بدن‌تان را از کم آبی نجات داده‌اید و هم به سلامت خود کمک بزرگی کرده‌اید.

چرا نباید بدن شما کم آب شود؟

کم آبی، توانایی ورزشی شما را کاهش می‌دهد و حتی شما را بیمار کند. از آنجایی که آب ۷۵ درصد از کل بافت عضلانی و ۱۰ درصد از بافت چربی بدن انسان را تشکیل می‌دهد، حتی کمترین مقدار کم آبی می‌تواند تأثیر زیادی بر عملکرد شما داشته باشد. همیشه با یک نوشیدنی ورزش خود را شروع کنید. بهتر است که همیشه آب و مایعات بنوشید و اجازه ندهید احساس تشنگی به شما دست دهد. در واقع، احساس تشنگی می‌تواند به این معنی باشد که شما در حال حاضر کم آب شده‌اید.

دلایل نوشیدن مایعات در حین ورزش

آیا باید در حین تمرین آب بنوشید؟

بله! در حین تمرین باید آب بنوشید. اگر ورزش می‌کنید یعنی در حال مصرف انرژی هستید، ضربان قلب شما افزایش می‌یابد و عرق می‌کنید. این عرق کردن می‌تواند بدن شما را کم آب کند. اما نوشیدنی ورزشی حین تمرین از کم آبی بدن جلوگیری می‌کند. توصیه محققان سلامتی و ورزش این است که در طول تمرین خود هر ۳۰ دقیقه یک بار حدود ۲ فنجان (یا کمی بیشتر) آب بنوشید. اگر تمرین شما بیش از دو ساعت طول می‌کشد یا در محیط گرم و مرطوبی ورزش می‌کنید، احتمالاً لازم باشد بیشتر هم آب بنوشید. ورزش‌های شدید و طولانی می‌تواند ذخایر گلیکوژنی شما را کاهش دهد. اگر نمی‌توانید برای استراحت، نوشیدن آب و دریافت وعده غذایی کوچک توقف کنید، مثلاً در حال دویدن در یک ماراتن هستید، باید برای دریافت کربوهیدرات و سدیم مورد نیازتان، به نوشیدنی‌های ورزشی مختلفی روی بیاورید. (در ادامه این نوشیدنی‌ها را به شما معرفی خواهیم کرد).

در طول تمرین چقدر آب بنوشیم؟

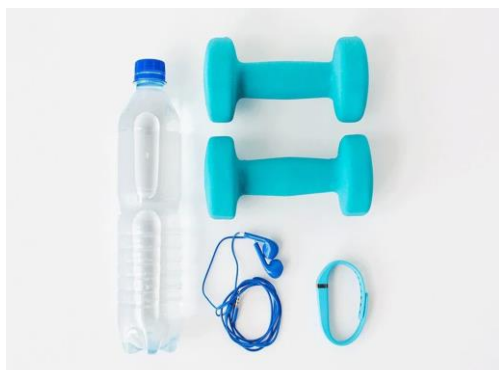


هدف اصلی مصرف آب در حین ورزش، جلوگیری از کم آبی بدن و جبران مایعاتی است که با عرق از دست می‌رود. برای اینکه بفهمید به اندازه کافی نوشیدنی دریافت می‌کنید، قبل و بعد از یک تمرین معمولی خود را بدون لباس وزن کنید. اگر وزن شما بیش از دو درصد از وزن اولیه شما کم شده باشد، یعنی آب زیادی از دست رفته و باید در آینده برای نوشیدن آب بیشتر قبل، حین و بعد از تمرین خود برنامه‌ریزی کنید. برای جلوگیری از این اتفاق در وهله اول، توصیه علمی این است که دو یا سه ساعت قبل از تمرین، ۵۰۰ میلی لیتر آب بنوشید (حدود ۲.۵ فنجان). سپس، حدود ۲۰ تا ۳۰ دقیقه قبل از تمرین، ۱ فنجان دیگر بنوشید. در هر ۳۰ دقیقه تمرین حدود ۱ فنجان آب بنوشید. پس از اتمام تمرین تا جایی که احساس تشنگی شما برطرف شود، باید آب بنوشید؛ و اگر زیاد عرق کرده باشید باید میزان نوشیدنی ورزشی تان را بیشتر کنید!

دلایل عرق کردن حین تمرین

عرق کردن یک فرآیند طبیعی است که بدن شما از آن برای خنک کردن خود استفاده می‌کند. عرق از طریق غدد روی پوست آزاد می‌شود و سپس به هوا تبخیر می‌شود. همین موضوع باعث خنک شدن پوست و در نتیجه بدن شما خواهد شد. تقریباً همه افراد با فعالیت بدنی عرق می‌ریزند. اینکه چقدر و با چه سرعتی عرق کنید، به عوامل مختلفی بستگی دارد، مانند:

- شدت تمرین
- شرایط آب و هوایی محیط ورزش
- ژنتیک
- سطح تناسب اندام شما
- شرایط و سطح سلامتی تان



علائم کم آبی بدن

خوشبختانه شما در اغلب موارد می‌توانید کم آبی خفیف تا متوسط بدن تان را با نوشیدن مایعات بیشتر جبران کنید، اما کم آبی شدید نیاز به درمان فوری پزشکی دارد. موارد زیر نشانه‌ای از کم آبی بدن است. اگر این نشانه‌ها را دیدید، فوراً برای رفع آن اقدام کنید.



- تشنگی شدید
- ادرار تیره و مقدار کم
- خستگی و سرگیجه
- خشکی دهان
- قطع شدن تعریق
- ضربان قلب تند



در صورتی که هوا گرم باشد، کم آبی می‌تواند حتی منجر به گرم‌زدگی هم بشود و تبعات خطرناکی داشته باشد.

روش کار

کالری مصرفی فعالیت‌های فیزیکی

میزان کالری مصرفی هنگام ورزش با میزان کاهش وزن فرد ارتباط مستقیم دارد در تجویز یک نسخه ورزشی و ارائه برنامه ورزشی محاسبه و تعیین این میزان کالری مصرفی اهمیت بسیاری دارد برای محاسبه میزان کالری مصرفی میتوان از فرمول زیر استفاده کرد

$$\text{Kcal/min} = \text{METs} \times \text{BW (kg)} \times 3/5/200$$

به عنوان مثال برای یک فرد می‌خواهید یک برنامه ورزشی با مصرف کالری ۱۰۰۰ Kcal در هفته و با ۶ METs آماده نمایید در این صورت اولاً net: کالری مصرفی ناشی از ورزش برابر ۵ METs خواهد بود میزان METs در حالت استراحت ۱ میباشد که از

METS فعالیت کم میشود ثانياً با توجه به معادله

$$۶.۱ = ۲۰۰ / (۷۰ \times ۳.۵ \times ۵) \text{ میزان کالری Kcal/min}$$

۱/۶ محاسبه میشود ثالثاً برای رسیدن به ۱۰۰۰ کیلوکالری در هفته شخص باید ۱۶۴ دقیقه در هفته یا ۴۱ هفته شخص دقیقه در روز با فرکانس ۴ جلسه در هفته یا ۳۳ دقیقه در روز با فرکانس ۵ جلسه در هفته ورزش نماید. اگر به جای ۱۰۰۰ کیلوکالری، ۲۰۰۰ کیلوکالری در هفته می‌خواستیم انرژی مصرفی با همین شدت ۱ Kcal/min. در این صورت شخص باید ۳۲۸ دقیقه در هفته یا ۴۷ دقیقه در روز با فرکانس همه روزهای هفته ورزش نماید. اثرات ورزش بر کاهش وزن ورزش علاوه بر افزایش میزان کالری مصرفی میتواند با کاهش اشتها در فرد نقش موثری را در کاهش وزن وی ایفا کند. در همین راستا عوامل بسیاری از جمله شدت طول زمان و نوع ورزش به نوبه خود حائز اهمیت هستند.

در مطالعه ای نشان داده شد که کاهش اشتها کوتاه مدت (۲-۱ روز) و انرژی دریافتی فقط در جلسات تمرینی با طول زمانی بیشتر (۶۰) دقیقه در برابر ۳۰ دقیقه و دارای شدت بالاتر (۷۰ VO2max) (در برابر ۳۰ VO2max) رخ می‌دهد

در مطالعه دیگری بر این نکته تأکید شده که دویدن روی تردمیل با شدتهای متفاوت سبب کاهش احساس گرسنگی می‌شود اما روی انرژی Absolute دریافتی تأثیری ندارد

در تحقیقی دیگر اثر رژیم غذایی به تنهایی، ورزش به تنهایی و اثرات این دو را در ترکیب با هم بر روی کاهش وزن را بررسی نموده اند و اثر آنها روی افزایش دوباره وزن را نیز بررسی کرده اند. در این تحقیق که روی بیش از ۱۰۰ مرد و زن در عرض ۲ سال انجام گردید، گزارش شد، اگر چه گروهی که رژیم غذایی به تنهایی و گروهی که رژیم غذایی در ترکیب با ورزش را انجام دادند. بیشترین کاهش وزن را در عرض یکسال داشتند، اما گروهی که ورزش به تنهایی را انجام دادند توانستند در عرض ۲ سال کاهش وزن خود را بهتر حفظ کنند. در گروهی که رژیم غذایی به تنهایی داشتند



وزنشان را بیش به دست آوردند Baseline از در جدیدترین مقالات باز هم بر این نکته تأکید شده است که رژیم غذایی و برنامه ورزشی در همراهی با هم سبب کاهش وزن قابل توجه و حفظ این کاهش وزن می گردد .

Physical Activity	MET
Light Intensity Activities	< 3
sleeping	0.9
watching television	1.0
writing, desk work, typing	1.8
walking, 1.7 mph (2.7 km/h), level ground, strolling, very slow	2.3
walking, 2.5 mph (4 km/h)	2.9
Moderate Intensity Activities	3 to 6
bicycling, stationary, 50 watts, very light effort	3.0
walking 3.0 mph (4.8 km/h)	3.3
calisthenics, home exercise, light or moderate effort, general	3.5
walking 3.4 mph (5.5 km/h)	3.6
bicycling, <10 mph (16 km/h), leisure, to work or for pleasure	4.0
bicycling, stationary, 100 watts, light effort	5.5
Vigorous Intensity Activities	> 6
jogging, general	7.0
calisthenics (e.g. pushups, situps, pullups, jumping jacks), heavy, vigorous effort	8.0
running jogging, in place	8.0
rope jumping	10.0

$$1 \text{ MET} \equiv 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} * h} \equiv 4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * h}$$

Donnelly و همکاران گزارش کردند بعد از ۱۶ ماه انجام ورزش به تنهایی از Weight gain مجدد در زنان پیشگیری شد و در مردان به طور میانگین سبب کاهش وزن قابل توجه به میزان ۲/۵ کیلوگرم در مقایسه با گروه کنترل گردید در تحقیق دیگری اثرات تمرینات Weight Training بررسی شده است و Fat-Free Mass روی میزان مشخص گردید افرادی که این تمرینات را انجام دادند. میزان Fat-Free Mass آنها بهتر حفظ گردید.

در مطالعه ای اخیرا تأثیر شدت ورزش بر کاهش وزن در مردان و زنان با BMI حدود Kg/m2 را بررسی کرده اند، اگرچه کاهش وزن بین دو گروه ورزشی با شدت بالا و شدت پایین برابر بود ولی محققین نتیجه گرفتند ورزش با شدت بالا سبب بهبودی بیشتری در عملکرد عضلات و آمادگی جسمانی افراد می شود و محرک قوی تری برای فعالیت فیزیکی خودبه خودی در مقایسه با ورزش با شدت پایین نشان داد [۱۲] در مطالعه دیگری اثرات ورزش متناوب با شدت بالا را روی ترکیب بدنی نشان داد که این نوع ورزش سبب کاهش قابل ملاحظه توده چربی بدن به ویژه در



نواحی شکم پهلوها و ویسرال (visceral) و افزایش میزان و توان هوازی گردید ورزش در جلسات کوتاه در طول روز برای افرادی که برنامه نامنظم دارند ممکن است انگیزه مناسبی را برای کاهش وزن فراهم نماید. اگر مصرف انرژی و زمان بیشتر از ۱۵۰ min در هفته باشد کاهش وزن بسیار بیشتر است.

اگرچه ورزش تنها در طول زمان بیشترین کاهش وزن را ایجاد نمی کند اما نشان داده شده است که ورزش از برگشت مجدد و افزایش وزن پیشگیری می کند و در نتیجه یک کاهش وزن متوسط را ایجاد می کند

اهمیت میزان کاهش وزن

به طور کلی میزان کاهش وزن در یک هفته بنا به دلایل زیر نباید بیش از ۲ پوند یا یک کیلوگرم در هفته باشد: (۱) بافت عضلانی (LBM) فرد بهتر حفظ میشود. (۲) توانایی فرد برای حفظ کاهش وزن به علت تغییرات تدریجی در سبک زندگی مناسب تر است. تغییرات کم در میزان وزن به معنی آن است که آب کمتر از دست می رود و ما کاهش وزن False نداریم. Positive برای از دست رفتن یک پوند (۱۱) معادل ۵/۰ کیلوگرم ۵۰۰ در روز انرژی Kcal در هفته فرد باید Body Fat کمتر دریافت کند یا بیشتر مصرف کند تا مجموع آن در هفته برابر Kcal شود که معادل تقریبی سوخت یک پوند چربی است .

در افراد غیر ورزشکار این کاهش میزان کالری می تواند به صورت زیر دریافت گردد:

انجام ورزش برای سوزاندن Kcal ۲۵۰ کاهش انرژی دریافتی به میزان Kcal دو میزان فوق در صورتی که هدف کاهش وزن به میزان ۲ پوند (۱) کیلوگرم در هفته باشد ۲ برابر خواهد شد.

جدول ۱- تعادل آب در بدن

دمای معمولی (کم یا بدون ورزش)			
میلی لیتر	خروجی آب روزانه	ملی لیتر	ورودی آب روزانه
۱۲۵۰	ادرار	۱۰۰۰	غذا
۱۰۰	مدفوع	۱۲۰۰	مایعات
۸۵۰	ریه ها	۳۵۰	متابولیسم
۲۵۵۰	مجموع	۲۵۵۰	مجموع

جدول ۲- تعادل آب در بدن

هوای گرم (ورزش سنگین)			
میلی لیتر	خروجی آب روزانه	میلی لیتر	ورودی روزانه آب
۵۰۰	ادرار	۱۰۰۰	غذا
۱۰۰	مدفوع	۱۲۰۰	مایعات
۵۰۰۰	ریه ها	۳۵۰	متابولیسم



۶۳۰۰	مجموع	۲۵۵۰	مجموع
------	-------	------	-------

در جداول رسم شده مقایسه تعادل آب بدن در یک ورزش سنگین و یک ورزش سبک را داریم ، که به این نتیجه میرسیم که آب بدن در ورزش سنگین خیلی بیشتر از بین میرود تا در ورزش سبک و ممکنه است به بدن ما آسیب برساند .

نتیجه گیری :

ورزشکارانی که استراتژی های کاهش وزن بی احتیاطی را انجام می دهند، ممکن است دچار مشکلات متعددی شوند، یعنی ورزشکارانی که سعی می کنند با محدود کردن مزمن مصرف غذا و مایعات، سایز معمول بدن خود را تغییر دهند. ورزشکاران دارای اضافه وزن و مربیان آنها به اندازه سایر افراد جامعه در معرض افکار نادرست در مورد کاهش وزن و رژیم غذایی هستند. کاهش وزن نامناسب باعث از بین رفتن بافت لاغر می شود و می تواند به جای افزایش عملکرد ورزشی، عملکرد ورزشی را کاهش دهد. بنابراین مهم است که ورزشکاران، مربیان ورزشی و سایر افراد درگیر در آموزش و مراقبت از ورزشکاران اصول کاهش وزن موثر و مناسب را درک کنند. به طور کلی توصیه می شود از تکنیک های کم آبی برای کاهش وزن بدن برای رسیدن به یک تقسیم وزن استفاده نکنید. هیچ مدرکی مبنی بر اینکه هیپوهیدراتاسیون برای عملکرد مفید است وجود ندارد و یک ورزشکار نمی تواند خود را با کم آبی مزمن سازگار کند. به طور کلی، هر ورزشکاری که یک مسابقه با مدت زمان ۳۰ تا ۶۰ دقیقه یا بیشتر از تمرینات با شدت بالا را انجام می دهد، به ویژه در هوای گرم، باید مزایای مصرف مایعات در طول مسابقه را برای کاهش درجه هیپوهیدراتاسیون در نظر بگیرد. این ممکن است در مواردی که ورزشکار قبلاً از جلسات تمرین قبلی یا از روش هایی که برای «افزایش وزن» برای محدودیت وزن در رقابت انجام شده است، هیپوهیدراته شده است، حتی مهم تر باشد.

مراجع

- ۱- اچ وود ریچارد (۱۳۸۸) برنامه های ایمنی هواپیمایی راهنمای مدیریت ترجمه جاوید بهرام زاد تهران دفتر تحقیقات
- ۲- کاربردی هواپیمایی فراجا اریکسون ،کلیفتون (۱۳۹۲) روشهای واکاوی خطر در ایمنی سیستم ترجمه ارقامی شیرازه، خسروی یحیی
- ۳- حسن بیگی محمدرضا و میرداد ،سیدی ،تهران قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا.
- ۴- حبیبی احسان ... و عزیزاده مجید (۱۳۹۰) ایمنی کاربردی و شاخصهای عملکرد در صنعت چاپ سوم ، تهران، فن آوران
- ۵- حنیفه نژاد طاقی عباس (۱۳۶۴)، وزن و بالانس کردن هواپیما پایان نامه کارشناسی در رشته مهندسی هواپیما، دانشکده هواپیمایی کشوری تهران
- ۶- رودباری علیرضا و سبزی مهرداد (۱۳۹۴) مقدمه ای بر اصول پرواز تهران دانشگاه هوایی شهید ستاری مروی نام محمدرضا (۱۳۹۵) اصول ایمنی و عوامل انسانی در پرواز تهران دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری



7. . Brooks G.A., Ed. (1984). Exercise physiology. John Wiley & Sons, New York, 451.
8. . Pivarnik, J.M. and Palmer, R.A. (1994). Water and electrolyte balance during rest and exercise. In: Wolinsky I. and Hickson J.F., Eds., Nutrition in Exercise and Sport, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, 245-263.
9. . Stanfield, P.S. and Hui, Y.H. (1997). Minerals, water and body processes. In: Nutrition and
10. Diet Therapy, 3rd ed., Jones & Bartlett Publishers, Massachusetts, 97-116. 4. McArdle, W.D., Katch, F.I. and Katch, V.L. (1996). Vitamins, minerals, and water. In: Exercise Physiology, 4th ed., Williams & Wilkins, Baltimore, 35-59.
11. . Sawka, M.N. et al. (1983). Hypohydration and exercise: effects of heat acclimatization, gender, and environment. J. Appl. Physiol., 55, 1147.
12. . Armstrong, L.E. and Epstein, Y. So. (1999). Fluid-electrolyte balance during labor and exercise: Concepts and Misconceptions. Int. J. Sport Nutr., 9(1), 1-12.
13. . Steen, S.N. and Brownell, K.D. (1990). Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has
14. the tradition changed? Med. Sci. Sports Exerc., 22(6), 762-768. 8. Bazzarre, T.L. (1994). Nutrition and strength. In: Wolinsky I. and Hickson J.F., Eds., Nutrition in Exercise and Sport, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, 418-442.
15. . Askew, E.W. and Luetkemeier, M.J. (1999). Dehydration: Physiological effects and management. In: Sadler, M.J., Strain, J.J. and Caballero, B., Eds., Encyclopedia of Human Nutrition, Vol. 1, Academic Press, 493-502.
16. . Deakin, V. and Brotherhood, J.R. (1992), Nutrition and energy sources. In: Bloomfield, J., Fricker, P.A. and Fitch, K.D., Eds., Science and medicine in sport. Blackwell Scientific Publications, London.



اثرات مصرف بتا آلانین بر فعال سازی همزمان عضلات زانو و پاسخ های فیزیولوژیکی مرتبط در تکواندوکاران باشگاهی: یک مطالعه مروری

رضا فرضی زاده^۱، نبراس رحیم جهاد الربیعی^۲

۱. دانشیار، رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. دانشجو، کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، رایانامه (nebrasrahim@gmail.com)، (نویسنده مسئول)

چکیده

مقدمه: تکواندو به عنوان یکی از ورزش های رزمی پرتحرک، نیازمند ترکیبی از قدرت، سرعت و استقامت است. عضلات زانو در این ورزش نقش حیاتی در اجرای حرکات انفجاری و حفظ تعادل بدن ایفا می کنند. با این حال، فشارهای مکرر و شدید بر این عضلات، به ویژه در تمرینات فشرده، منجر به خستگی و کاهش عملکرد ورزشی می شود. خستگی عضلانی نه تنها عملکرد ورزشکاران را محدود می کند، بلکه آن ها را در معرض خطر آسیب های ورزشی قرار می دهد. از این رو، یافتن راهکارهایی برای بهبود استقامت عضلانی و کاهش خستگی از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از راه های پیشنهادی، استفاده از مکمل های غذایی مانند بتا آلانین است. این مکمل با افزایش سطح کارنوزین در عضلات، به کاهش تجمع اسید لاکتیک و افزایش ظرفیت بافری بدن کمک می کند. با این حال، اثرات بتا آلانین بر هم انقباضی عضلات زانو، به ویژه در ورزشکاران تکواندو، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه مروری سیستماتیک با هدف بررسی اثرات مصرف بتا آلانین بر فعال سازی همزمان عضلات زانو و پاسخ های فیزیولوژیکی مرتبط در تکواندوکاران باشگاهی انجام شد.

روش کار: این مرور سیستماتیک بر اساس مطالعات منتشر شده در پایگاه های داده ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar انجام شد. جستجو با استفاده از کلیدواژه های "بتا آلانین"، "تکواندو"، "عضلات زانو"، "هم انقباضی عضلانی" و "پاسخ های فیزیولوژیکی" انجام شد. معیارهای ورود شامل مطالعاتی بود که به بررسی اثرات بتا آلانین بر عملکرد عضلات زانو و پاسخ های فیزیولوژیکی در ورزشکاران تکواندو پرداخته بودند. معیارهای خروج شامل مطالعاتی بود که به زبان غیرانگلیسی منتشر شده بودند یا داده های ناقص داشتند. در نهایت، ۱۵ مطالعه واجد شرایط برای تحلیل انتخاب شدند. داده ها به صورت کیفی و کمی تحلیل شدند و یافته ها در قالب جداول و نمودارها ارائه گردیدند. بحث و نتیجه گیری:

نتایج این مرور سیستماتیک نشان داد که مصرف بتا آلانین به مدت ۸ هفته موجب تغییرات معناداری در هم انقباض عمومی و هم انقباض جهت دار عضلات زانو در تکواندوکاران می شود. در مطالعاتی که به بررسی فعالیت الکتریکی عضلات پرداخته بودند، کاهش معناداری در هم انقباض عمومی عضلات در گروه های مصرف کننده بتا آلانین مشاهده شد. این



بهبودها به ویژه در حرکات فلکشن و اکستنشن زانو محسوس بود. همچنین، کاهش معناداری در هم‌انقباض جهت‌دار در حرکات پیچیده زانو در گروه‌های مداخله گزارش شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که مصرف بت‌آل‌آنین می‌تواند به بهبود کارایی عضلات و کاهش استرس عضلانی در فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا کمک کند. یافته‌های این مرور سیستماتیک با تحقیقات پیشین که نشان داده‌اند بت‌آل‌آنین می‌تواند به کاهش خستگی عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی کمک کند، هم‌خوانی دارد. بهبود در هم‌انقباض عمومی و جهت‌دار عضلات زانو ممکن است به دلیل افزایش کارایی عضلات و بهبود تولید انرژی در عضلات باشد که از طریق بت‌آل‌آنین تحریک می‌شود. این نتایج اهمیت استفاده از مکمل‌هایی مانند بت‌آل‌آنین را در ورزش‌های رزمی مانند تکواندو که نیاز به قدرت و استقامت عضلانی بالا دارند، برجسته می‌کند. کاهش هم‌انقباض در عضلات زانو می‌تواند به‌طور مؤثری موجب کاهش خطر آسیب‌دیدگی‌های ورزشی و بهبود عملکرد در تمرینات و مسابقات شود. با این حال، برخی مطالعات محدودیت‌هایی مانند حجم نمونه کم و مدت زمان کوتاه مداخله را گزارش کرده‌اند که نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را نشان می‌دهد. این مرور سیستماتیک نشان داد که مصرف بت‌آل‌آنین به مدت ۸ هفته تأثیرات مثبت قابل‌توجهی بر عملکرد عضلات زانو در تکواندوکاران باشگاهی دارد. بهبود در هم‌انقباض عمومی و جهت‌دار عضلات زانو نشان‌دهنده افزایش کارایی عضلات و کاهش استرس عضلانی در فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که بت‌آل‌آنین می‌تواند به ورزشکاران کمک کند تا عملکرد بهتری در تمرینات و مسابقات داشته باشند و از آسیب‌دیدگی‌های عضلانی پیشگیری کنند. با توجه به اثرات مثبت این مکمل، استفاده از بت‌آل‌آنین در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود کارایی و کاهش خستگی عضلانی باشد. با این حال، پژوهش‌های بیشتری برای بررسی اثرات طولانی‌مدت مصرف بت‌آل‌آنین و تأثیرات آن بر سایر پارامترهای فیزیولوژیکی مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: بت‌آل‌آنین، تکواندو، الکترومیوگرافی، فعالیت عضلات



بررسی اثر ۱۲ هفته برنامه منتخب راه رفتن با حمایت روی تردمیل و تمرینات چشمی بر انرژی مصرفی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی

سمیه زارع^۱، محبوبه حجتی^{۲*}

- ۱- گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، پردیس بین الملل کیش، دانشگاه تهران. تهران، ایران
- ۲- گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران و مرکز تحقیقات پزشکی قانونی، سازمان پزشکی قانونی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: آسیب نخاعی پاراپلژی باعث محدودیت‌های حرکتی و کاهش عملکرد روزمره بیماران می‌شود. یکی از پارامترهای مهم در این بیماران، انرژی مصرفی است که نقش کلیدی در حفظ سلامتی و کیفیت زندگی آنها ایفا می‌کند. کاهش انرژی مصرفی در فعالیت‌های روزمره می‌تواند به بروز مشکلات متابولیکی و کاهش سطح فعالیت‌های فیزیکی منجر شود، که اهمیت برنامه‌های توانبخشی مناسب را دوچندان می‌کند. هدف پژوهش حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته برنامه منتخب راه رفتن با حمایت روی تردمیل و تمرینات چشمی بر انرژی مصرفی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی می‌باشد.

روش: این پژوهش از نوع نیمه تجربی همراه با پیش آزمون و پس آزمون با روش نمونه گیری هدفمند و در دسترس بود. جامعه مورد پژوهش را کلیه بیماران آسیب نخاعی های پاراپلژی ناقص مراجعه کننده به مرکز خیریه حانا استان اصفهان تشکیل دادند که ۳۰ نفر از آن ها به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند. بیماران مبتلا به آسیب نخاعی پاراپلژی ناقص، افرادی هستند که به دلیل صدمات نخاعی، از دست دادن حرکات و حس در قسمت‌های پایین تر بدن (از ناحیه کمر به پایین) را تجربه می‌کنند، اما هنوز مقداری از عملکرد حرکتی و حسی در اندام‌های تحتانی دارند. گروه نمونه به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی ۱۲ هفته برنامه منتخب راه رفتن با حمایت روی تردمیل و تمرینات چشمی را دریافت کردند و گروه کنترل هیچ مداخله ای دریافت نکردند. برای انجام تمرینات راه رفتن، از تردمیل با سیستم حمایت استفاده شد که به بیماران اجازه می‌دهد در حین حرکت، به صورت ایمن و با ثبات بیشتری راه بروند. این سیستم شامل نوار نجات و کمر بند مخصوص بود که به بیماران کمک می‌کرد تا تعادل خود را حفظ کنند و فشار کمتری را بر روی نواحی آسیب دیده وارد کنند. شدت و مدت زمان هر جلسه تمرین به تدریج افزایش یافت و به بیماران آموزش داده شد که چگونه از این حمایت‌ها بهره‌برداری کنند تا حداکثر عملکرد حرکتی و مصرف انرژی را حاصل نمایند. همچنین تمرینات چشمی به منظور بهبود هماهنگی و استقامت چشمی بیماران طراحی شد. این تمرینات شامل فعالیت‌هایی مانند دنبال کردن اشیاء متحرک، تمرینات تقویت چشمی و تمرینات تقسیم توجه بود. بیماران تحت نظر متخصصین توانبخشی قرار داشتند تا به درستی اجرای حرکات و دریافت بازخورد لازم را تجربه کنند. هدف این تمرینات، افزایش توانایی بیماران در هماهنگی حرکتی و



بهبود عملکرد کلی آنها بود. ابزار گردآوری در این پژوهش تست شاخص انرژی مصرفی بود. شاخص انرژی مصرفی (EE) یک معیار برای اندازه گیری میزان انرژی است که توسط بدن در حین زندگی روزمره مصرف می‌شود. برای اندازه گیری مستقیم EE در بیماران پاراپلژی که ناتوان در حرکت پایینی بدن دارند، می‌توان از فرمول محاسبه شده Harris-Benedict استفاده کرد. این فرمول با در نظر گرفتن جنس، قد، وزن و سن بیمار، میزان EE را تخمین می‌زند. فرمول Harris-Benedict یک فرمول حسابی است که برای تخمین نیاز روزانه بدن به انرژی در افراد بزرگسال استفاده می‌شود. جهت تجزیه و تحلیل داده ها از روش تحلیل کوواریانس استفاده شد. یافته ها: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که ۱۲ هفته برنامه منتخب راه رفتن با حمایت روی تردمیل و تمرینات چشمی بر کاهش انرژی مصرفی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی تأثیر معناداری داشته است ($p=0/001$). نتیجه گیری: انجام ۱۲ هفته برنامه منتخب راه رفتن با حمایت روی تردمیل و تمرینات چشمی بر انرژی مصرفی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی تأثیرات مثبت و معناداری دارد لذا پیشنهاد می‌شود از این تمرینات در بهبود وضعیت جسمی و روانی بیماران آسیب نخاعی پاراپلژی در مراکز درمانی استفاده شود. کلمات کلیدی: آسیب نخاع، انرژی، تردمیل، تمرینات چشمی



بررسی اثر تمرین هوازی و اسید اورسولیک بر بیان ژن های Akt و FoxO3 در مسیر سیگنالینگ مرتبط با سارکوپنی و استئوپروز در موش های مسن مدل دیابت نوع دو

محمدحسین ربانی^۱، پروین فرزانی^۲، محمد علی آذربایجانی^۳

^۱ دانشجوی دکترا، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

^۳ استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

نویسنده مسئول: محمدحسین ربانی. پست الکترونیک: ml.rabbani60@gmail.com

چکیده:

زمینه: تمرین هوازی و مصرف برخی مکمل ها مانند اسید اورسولیک باعث فعال شدن سیگنالینگ Akt و غیر فعال شدن مسیر سیگنالینگ FOXO می شود.

مواد و روش کار: در این مطالعه تجربی تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با سن حدود یکساله انتخاب و وارد پژوهش شدند. سپس نمونه ها در پنج گروه بصورت تصادفی قرار گرفتند، که شامل کنترل سالم (نرمال)، کنترل دیابتی (مدل)، دیابتی + تمرین (تمرین)، دیابتی + مکمل (مکمل)، دیابتی + تمرین + مکمل، می باشد. برنامه تمرین هوازی به مدت ۸ هفته و ۵ روز در هفته انجام شد. اسید اورسولیک در گروه های مکمل و مکمل + تمرین، به صورت روزانه با دوز ۲۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت درون صفاقی تزریق شد. تجزیه و تحلیل داده ها به روش واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته ها: تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین گروه های مختلف پژوهش در سطوح بیان ژن Akt تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود داشت ($p=0/000$). نتایج آزمون تعقیبی نیز نشان داد که میزان بیان ژن های Akt در گروه مدل نسبت به گروه نرمال کاهش معناداری داشت ($p=0/000$). بین گروه های مداخله تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>0/05$). تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که بین گروه های مختلف پژوهش در سطوح بیان ژن FOXO3 (نماینده مسیر سیگنالینگ استئوپروز) تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود داشت ($p=0/000$).

نتیجه گیری: انجام تمرین هوازی منظم و مصرف اسید اورسولیک می تواند بر مسیر سیگنالینگ سارکوپنی و استئوپروزیس تاثیر بگذارد.

کلید واژه ها: اسید اورسولیک، تمرین هوازی، Akt، Foxo3

مقدمه:

پیشرفت تکنولوژی و ماشینی شدن فعالیت ها، کم تحرکی افراد جامعه را به همراه دارد که می تواند منجر به افزایش وزن، افزایش اندازه سلول های چربی و همچنین کاهش تدریجی و اجتناب ناپذیری در توده عضلانی (سارکوپنی) و استئوپروزیس شود (Lu & Zhao, 2020). از سوی دیگر، تغییر تعادل انرژی بدن و تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی ناشی از افزایش بافت چربی، می تواند باعث بروز برخی بیماری های قلبی عروقی مانند آترواسکلروز و پرفشارخونی و بیماری های متابولیکی نظیر سندرم متابولیک و دیابت نوع دو شود (Pouzesg Jadidi et al., 2020).



دیابت، یک اختلال متابولیکی است که با کاهش سرعت و توانایی بدن در استفاده و سوخت و سوز کامل قندها همراه است (Rasmussen et al., 2020) و (Taganki et al., 2020). در صورت عدم کنترل صحیح بیماری دیابت، این بیماری عوارض جدی را بر روی ارگان های مختلف بدن از جمله چشم، کلیه ها، اعصاب محیطی اندام ها، قلب و عروق مغزی خواهد گذاشت (Hu et al., 2006). طبق پژوهش های صورت گرفته تمرین مقاومتی سبب بهبود شرایط بیماران دیابتی و همچنین بهبود سطح اکسیدان ها و آنتی اکسیدان ها می شود. با توجه به اینکه رادیکال های آزاد سبب تخریب سلولی، خستگی عضلانی و آسیب به عضلات اسکلتی و استخوان ها می شوند، از این رو برطرف کردن این عوامل می تواند در جلوگیری از وقوع شرایط آسیب سلولی و در نتیجه افت عملکرد بدن مفید واقع شود (Eves & Plotnikoff, 2006).

از دست دادن عضله و استخوان در افراد مسن اغلب با هم اتفاق می افتند و مطالعات بسیاری ارتباطی قوی بین اجزای استئوسارکوپنی (استئوپوروزیس و سارکوپنی) را نشان داده اند (Nielsen et al., 2018). در واقع ارتباطی دو سویه بین استئوپوروزیس و سارکوپنی وجود دارد که منجر به پیشرفت استئوسارکوپنی می شود. استخوان دارای سلول های استئوبلاست و استئوکلاست های مجاور شده هستند. استئوکلاست ها ماتریکس را جذب می کنند و استخوان جدید توسط استئوبلاست ها جایگزین می شود که برای هموستاز استخوان ضروری هستند. Lee و همکاران (Lee et al., 2014) نشان دادند که اسید اورسولیک (UA) باعث افزایش تمایز استئوبلاست و استخوان سازی در شرایط *in vitro* می شود. UA در مراحل اولیه تمایز، سطوح آلکالین فسفاتاز (ALP) (نشانگر فاز اولیه استئوبلاست است) را ۲ برابر افزایش می دهد و همچنین باعث افزایش ذخایر کلسیم در مراحل پایانی تمایز استئوبلاست می شود (Steffl et al., 2017).

اکثر مبدل های آبشار سیگنال دهی توسط انسولین و IGF-1 مشترک هستند: گیرنده انسولین (IR)¹ و گیرنده IGF-1² (IGF1R) بسترهای گیرنده انسولین فسفریلات (IRS)³ که منجر به فعال شدن مسیر پایین دست Akt می شود. Akt یک کیناز کلیدی پایین دست است و از سه ایزوفرم که عمدتاً Akt1 و Akt2 در عضلات اسکلتی بیان می شوند تشکیل شده است. حذف سیستمیک Akt1، Akt2 و Akt1/2 به ترتیب به تأخیر رشد، مقاومت به انسولین و مرگومیر ناشی از تأخیر شدید در رشد منجر می شود (O'Neill et al., 2010).

ورزش مقاومتی مسیر سیگنال آنابولیک فسفوئینوزیتید ۳-کیناز (PI3K)/AKT/mTOR، mTOR و AKT/FOXO3 را فعال می کند و فعال شدن سیگنالینگ AKT توسط انسولین یا IGF-1 رونویسی وابسته به FOXO را غیرفعال می کند. این مسیرهای سیگنالی باعث تقویت سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین عضلانی، مهار تخریب پروتئین در عضلات اسکلتی و حفظ هیپرتروفی عضلانی می شود (Bahrami et al., 2016 و Laker et al., 2017) در سال های اخیر علاوه بر ورزش، به منظور کنترل، جلوگیری از پیشرفت و نیز به تأخیر انداختن پیامدهای دیابت استفاده از گیاهان دارویی



و داروهای مشتق از آنها رو به افزایش است. اسید اورسولیک ترکیبی است که در بسیاری از میوه‌ها و گیاهان مانند پوست سیب، آب زغال اخته، پوست انگور، ریحان مقدس، رزماری، آویشن، پونه کوهی، مریم گلی و گیاهان دیگر وجود دارد (Sirago et al., 2022). اورسولیک اسید می تواند یک کاندیدای بالقوه ای جهت پیشگیری از طیف وسیعی از اختلالات و بیماری‌هایی نظیر آلزایمر، آرترواسکلووزیس، آتروفی، التهاب ریوی، چاقی، انواع سرطان (کبد، معده، روده، پانکراس، پوست و ...)، دیابت نوع ۲، HIV و ... همچنین پیری و بیماری‌های مرتبط با آن باشد (Bakhtiari et al., 2016). Bang و همکاران نشان دادند مصرف خوراکی اسید اورسولیک یک کپسول 150 mg روزی ۳ نوبت همراه با تمرین مقاومتی در مردان سالم به طور قابل توجهی سبب افزایش سطوح IGF-1 و متعاقب آن سبب افزایش قدرت عضلانی می شود (Bang et al., 2014).

با توجه به اثرات مثبت فیزیولوژیکی تمرینات ورزشی، تاثیر احتمالی اسید اورسولیک و همچنین نقش احتمالی این مداخلات در بهبود محورا ستئوسارکوپنی مبنی بر تحریک بیان ژنهای این مسیر، تصور می شود که احتمالا ترکیب مداخلات تمرین هوازی + مکمل می توانند نقش موثرتری را در بهبود بیان این ژن‌ها در رت های مسن نر دیابتی نوع دو داشته باشند. بنابراین پژوهش حاضر از لحاظ بررسی تاثیر تمرین و مصرف مکمل اسید اورسولیک بر وضعیت محورا ستئوسارکوپنی رت نژاد ویستار نوآوری دارد و نتایج آن می تواند از لحاظ کاربردی حائز اهمیت باشد.

روش کار:

پژوهش حاضر از نوع تجربی می‌باشد. در این مطالعه تجربی تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با سن حدود یکساله در مرکز پرورش و نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری انتخاب و وارد پژوهش شدند. سپس نمونه‌ها در پنج گروه به صورت تصادفی قرار گرفتند که شامل ۱ کنترل سالم (نرمال)، کنترل دیابتی (مدل)، دیابتی + تمرین (تمرین)، دیابتی + مکمل (مکمل)، دیابتی + تمرین + مکمل، می‌باشد. این مطالعه توسط کمیته اخلاق کار با حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری با شناسه اخلاق IR.IAU.SARI.REC.1403.074 تأیید شد.

پس از انتقال حیوانات به آزمایشگاه در قفس‌هایی از جنس پلی کربنات، دمای 22 ± 2 درجه سانتی گراد، رطوبت 55 ± 5 درصد و چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ با تهویه مناسب قرار گرفتند. آزمودنی‌ها تحت رژیم غذایی پر چرب به روش Zou و همکاران قرار گرفتند، که بر اساس این رژیم آمولسیون هر روز صبح به میزان ۱۰ میلی لیتر به ازا هر کیلو گرم وزن بدن به صورت گاواژ دریافت کردند. در تمام مراحل پژوهش، آب مورد نیاز حیوان به صورت آزاد در بطری ۵۰۰ میلی لیتری ویژه حیوانات آزمایشگاهی در دسترس آنها قرار گرفت (Zou et al., 2006). پس از گروه بندی نمونه‌ها جهت دیابتی کردن موش‌ها از داروی استرپتوزوتوسین (STZ) با دوز ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استفاده شد که به صورت درون صفاقی به آن‌ها تزریق شد و به منظور تشخیص دیابتی بودن موش‌ها از گوشه چشم نمونه‌های خونی تهیه و میزان گلوکز بالاتر از ۲۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر به عنوان دیابتی در نظر گرفته شد.

به منظور انجام تمرین هوازی قبل از شروع پروتکل اصلی، برای آشنایی از فعالیت، موش‌ها به مدت یک هفته با تواتر پنج جلسه و به مدت پنج دقیقه با سرعت ۸ تا ۱۰ متر بر دقیقه با شیب صفر از تردمیل استفاده کردند. برنامه تمرین هوازی هفته اول برای مدت زمان پنج دقیقه با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه شروع به دویدن روی تردمیل کردند. سپس



هر هفته با افزایش سرعت ۱ تا ۲ متر بر دقیقه به مدت ۱ تا ۲ دقیقه بر زمان دویدن افزوده شد. به طوری که در هفته چهارم سرعت به ۲۰ متر بر دقیقه و زمان دویدن به ۱۳ تا ۱۴ دقیقه رسید و در هفته هشتم سرعت دویدن به ۲۸ تا ۲۹ متر بر دقیقه و مدت زمان ۲۱ تا ۲۲ دقیقه رسید. تعداد جلسات تمرین تناوبی پنج مرتبه در هر هفته انجام (Ghadiri et al., 2023).

اسیداورسولیک در گروه‌های مکمل و مکمل+تمرین، به‌صورت روزانه با دوز ۲۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به‌صورت درون صفاقی تزریق شد (Ahmadzadeh & Bakhtiari, 2019).

نحوه جداسازی نمونه های بافتی

پس از اتمام دوره تمرینی ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی با ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه با تزریق درون صفاقی ترکیبی از کتامین و زایلازین رت‌ها بی‌هوش و نمونه‌گیری بافتی انجام شد. بدین ترتیب بافت عضله جدا و در محیط ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس به آزمایشگاه برای اندازه‌گیری متغیرها ارسال شد. بافت‌ها با استفاده از یک میلی مول محلول تریزول لیز و با دستگاه همگن کننده بافت، هموژن شدند. در مرحله بعد، جداسازی از فاز آبی به کمک ۰/۲۵ میلی لیتر کلروفرم صورت گرفت. RNA استخراج شده با یک میلی لیتر اتانول سرد ۷۰ درصد شستشو و خشک شد. سپس به آن آب استریل (۱/۵ میکرولیتر بر میلی گرم بافت) اضافه شد. برای سنج کمی RNA استخراج شده از دستگاه بایوفتومر با طول موج ۲۶۰ نانومتر استفاده شد. میانگین OD خوانده شده ۱/۷۷ بود که نشانگر کارایی مناسب RNA استخراج شده می باشد. استخراج cDNA برای هر نمونه در سه مرحله ساخت cDNA انجام گرفت. بدین ترتیب که در ابتدا ۸ میکروگرم از RNA استخراج شده را با ۰/۸ میکرولیتر از آنزیم Dnase I و ۲ میکرولیتر از بافر ۱۰x آن و آب DEPC خورده مخلوط کرده و حجم نمونه به ۲۰ میکرولیتر رسانده شد. محصول ایجاد شده را بدون ورتکس کردن به آرامی مخلوط کرده و سپس با برنامه‌ریز در دستگاه ترموسایکر انکوبه شد: ۵ دقیقه در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۳۰ دقیقه در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد، ۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد. پس از اتمام مراحل ترموسایکلر ۲۸۰ میکرولیتر آب تزریقی اضافه شده و برای استفاده در QPCR در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای هر نمونه cDNA نیز، یک نمونه کنترل مثبت با پرایمر b2m به عنوان کنترل داخلی، برای آزمون حضور cDNA تهیه شد. نمونه‌ها به آرامی و بدون ورتکس مخلوط شده و در دستگاه RT-PCR با برنامه ریز PCR قرار گرفت. ۱۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۵ ثانیه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۰ ثانیه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد، واکنش از مرحله دوم به بعد، برای ۴۰ سیکل تکرار می شود. Cts مربوط به واکنش‌ها توسط نرم افزار دستگاه RT-PCR استخراج و در نهایت CT Mean سه مرتبه ثبت شد. کمی سازی مقادیر بیان ژن هدف مورد نظر از فرمول ۲ به توان منفی CTΔΔ استفاده شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها:

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS Ver 18 انجام شد. جهت طبقه‌بندی داده‌های حاصل از این پژوهش، از آمار توصیفی استفاده خواهد شد. جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده



خواهد شد. جهت تعیین معنادار بودن تفاوت بین متغیرها و تعامل بین آنها از تحلیل واریانس یک طرفه و در صورت معنی دار بودن داده‌ها برای تعیین محل تفاوت از آزمون تعقیبی توکی استفاده خواهد شد.

نتایج:

میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌ها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول شماره ۱: شاخص های مرکزی و پراکندگی متغیرهای AKT (نماینده مسیریگنالینگ سارکوپنی) و FOXO3 (نماینده مسیریگنالینگ استئوپروز)

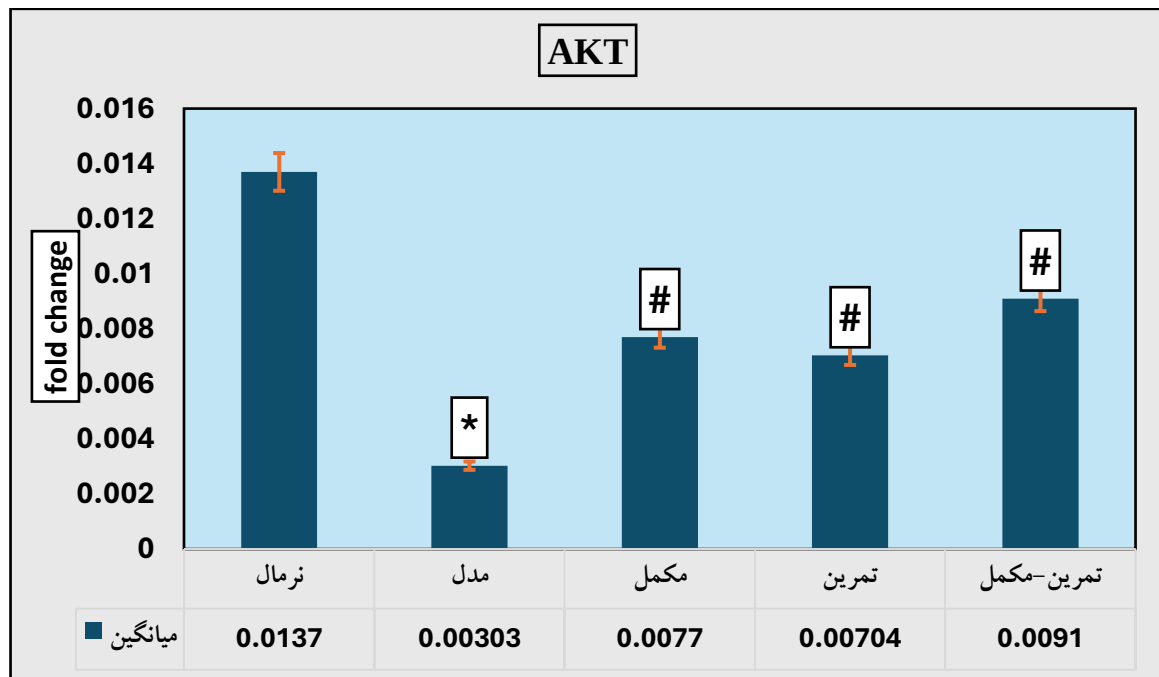
گروه متغیر	نرمال	مدل	مکمل	تمرین	تمرین-مکمل
AKT	0.0137 ± 0.0082	0.0303 ± 0.0034	0.077 ± 0.015	0.0704 ± 0.001	0.091 ± 0.0065
FOXO3	0.02 ± 0.001	0.033 ± 0.0001	0.064 ± 0.001	0.073 ± 0.0018	0.108 ± 0.0013

نتایج پژوهش مربوط به اثرات تمرین و مکمل بر شاخص های AKT (نماینده مسیریگنالینگ سارکوپنی) و FOXO3 (نماینده مسیریگنالینگ استئوپروز) در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲: اثرات تمرین و مکمل برای شاخص های AKT (نماینده مسیریگنالینگ سارکوپنی) و FOXO3 (نماینده مسیریگنالینگ استئوپروز)

متغیر	AKT		FOXO3	
عوامل اثر گذار	p-value	اندازه اثر	p-value	اندازه اثر
تمرین	0.036	0.158	0.000	0.772
مکمل	0.351	0.033	0.000	0.607
تمرین* مکمل	0.379	0.030	0.000	0.649

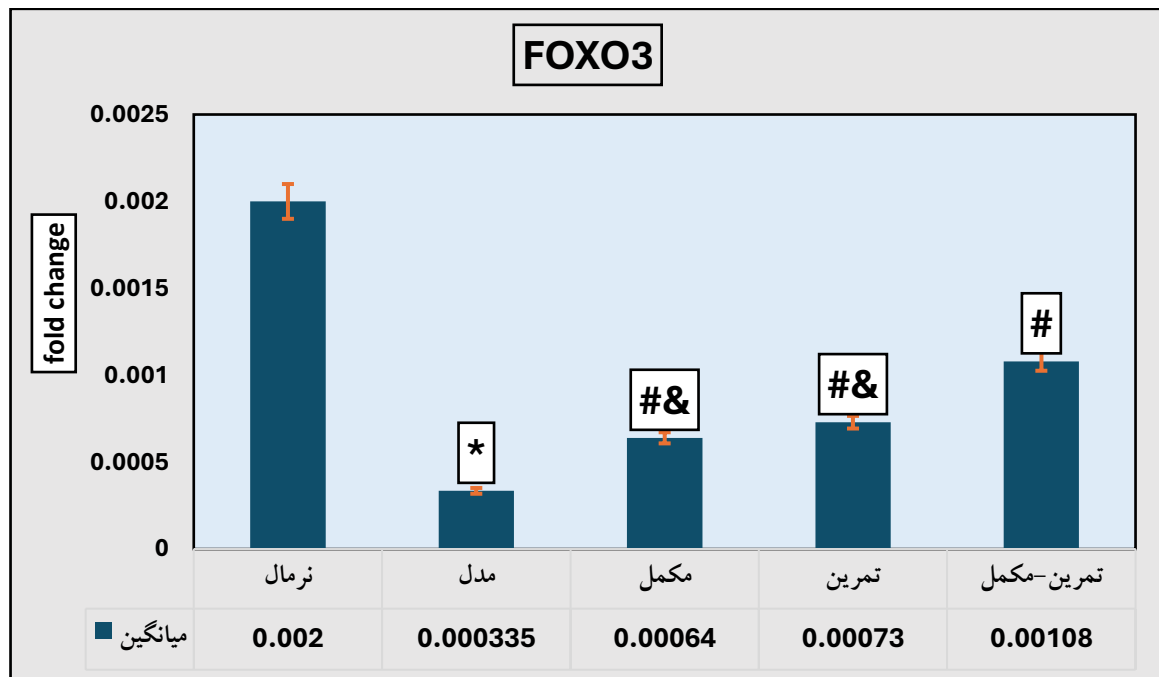
تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین گروه‌های مختلف پژوهش در سطوح بیان ژن Akt تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود دارد ($p=0.000$). نتایج آزمون نیز نشان داد که میزان بیان ژن های Akt در گروه مدل نسبت به گروه نرمال کاهش معناداری داشت ($p=0.000$). گروه‌های مکمل ($p=0.038$)، تمرین ($p=0.044$) و تمرین-مکمل ($p=0.002$) نسبت به گروه مدل دیابت افزایش معناداری یافتند. بین گروه‌های مداخله تفاوت معناداری نبود ($p>0.05$).



نمودار شماره ۱. میانگین fold change مربوط به ژن AKT بین گروه‌های مختلف پژوهش

*: نشانه معناداری نسبت به گروه نرمال، #: نشانه معناداری نسبت به گروه مدل

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین گروه‌های مختلف پژوهش در سطوح بیان ژن FOXO3 (نماینده مسیریگنالینگ استئوپروز) تفاوت معناداری به لحاظ آماری وجود دارد ($p=0/000$). نتایج آزمون نشان داد که میزان بیان ژن FOXO3 در گروه مدل نسبت به گروه نرمال کاهش معناداری داشت ($p=0/000$). گروه‌های مکمل ($p=0/001$), تمرین ($p=0/000$) و تمرین-مکمل ($p=0/000$) نسبت به گروه مدل دیابت افزایش معناداری یافتند. گروه تمرین-مکمل نسبت به گروه‌های تمرین ($p=0/009$) و تمرین-مکمل ($p=0/014$) افزایش معناداری داشت. اختلاف معنی دار در سطح $p\text{-value} \leq 0/05$.



نمودار شماره ۲. میانگین fold change مربوط به ژن FOXO3 در بین گروه‌های مختلف پژوهش
 *: نشانه معناداری نسبت به گروه نرمال، #: نشانه معناداری نسبت به گروه مدل، &: نشانه معناداری نسبت به گروه
 تمرین-مکمل

بحث و نتیجه گیری:

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین هوازی و مصرف مکمل (اسید اورسولیک) منجر به افزایش بیان ژن Akt و کاهش Foxo3 می‌شود. ورزش می‌تواند سنتز پروتئین‌های عضلانی را توسط هورمون‌ها و فاکتورهای رونویسی تنظیم کند. تمرین‌های هوازی و اسید اورسولیک با افزایش دو برابری آلکالین فسفاتاز و افزایش ذخایر کلسیم و افزایش استئوبلاست‌ها می‌تواند کارایی عضلات را بالا برده و با افزایش تستوسترون و هورمون رشد باعث افزایش Akt شود. فعال شدن Akt باعث تنظیم عوامل پایین دستی شده و از آتروفی عضلات (سارکوپنی) و اسنخوان‌ها (استئوپنی) جلوگیری کند (Yu et al., 2022).

Kunkel و همکاران (Kunkel et al., 2012) در یک مطالعه به بررسی اثر مصرف اسید اورسولیک بر فعالیت Akt عضلات اسکلتی پرداختند. بدین منظوررت‌ها تحت رژیم غذایی پرچرب فاقد یا حاوی اسید اورسولیک قرار گرفتند. نتایج نشان داد در عضله اسکلتی، اسید اورسولیک فعالیت Akt و همچنین mRNA های پایین دستی را افزایش داد که استفاده از گلوکز (هگزوکیناز-II)، جذب عروق خونی (Vegfa) و سیگنال دهی IGF-I انوکرین/پاراکرین (Igf1) را افزایش می‌دهد (R et al., 2001). مطالعه کانکل با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد و گروه مصرف کننده اسید اورسولیک افزایش بیان ژن Akt نشان داده است.



مسیر سیگنالیک سنتز پروتئین در فعالیت های هوازی باعث ترشح IGF-1 و به دنبال آن فعال شدن مسیرهای ملکولی و برقراری تعادل بین اجزای درون سلول جهت تجزیه و سنتز پروتئین است. در این میان FOXO3 به عنوان یک عامل رونویسی از طریق Atrogin 1 باعث آتروفی عضلات می شود (Bodine et al., 2001 و Stitt et al., 2004). در مطالعه حاضر میزان بیان ژن FOXO3 در گروه مدل دیابتی نسبت به گروه نرمال کاهش معناداری نشان داد.

قلی پور و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه ای با عنوان مقایسه اثرات تمرینی استقامتی و مقاومتی بر بیان ژن های در گیر در مسیرهای سیگنالیک سنتز و تجزیه پروتئین عضله نعلی رت نژاد ویستار انجام دادند. نتایج نشان داد بیان ژن mTOR3 در گروه ورزش های مقاومتی به طور معناداری کاهش یافته بود ($p=0/022$). در مسیر تجزیه پروتئین بیان ژن FOXO3 در بین گروه ها تغییر معنا دار مشاهده نشد ولی به صورت غیر معنادار کاهش یافته بود (تمرین به $p=0/0463$) (Gholipour et al., 2020). مطالعه قلی پور با مطالعه کنونی همسو نبوده و علت آن را شاید بتوان به نوع تمرین ورزشی نسبت داد. در مطالعه قلی پور تمرین به صورت مقاومتی و بی هوازی انجام شده بود. به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که انجام تمرین هوازی منظم و مصرف اسید اورسولیک می تواند بر مسیر سیگنالیک سارکوپنی و استئوپروزیس تاثیر بگذارد. این تاثیر از طریق افزایش و کاهش برخی سیگنال های بیولوژیک فعال کننده و مهار کننده باعث رشد عضلات و استخوان ها شده و از سارکوپنی و استئوپروزیس جلوگیری نماید.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از رساله مقطع دکتری رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزش که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز به تصویب رسیده است و بدین وسیله از زحمات کلیه افراد که در انجام پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی بعمل می آید.

منابع

- Ahmadzadeh, S., & Bakhtiari, N. (2019). Ursolic acid: A 5-ring triterpenoid found in apple skin with a wide range of therapeutic effects. *Cellular and Molecular Researches (Iranian Biology)*, 32(2), 258–268.
- Bahrami, S. A., & Bakhtiari, N. J. B., & Pharmacotherapy. (2016). Ursolic acid regulates aging process through enhancing of metabolic sensor proteins level. *Pharmacotherapy Research*, 82, 8–14.
- Bakhtiari, N., et al. (2016). Short-term ursolic acid promotes skeletal muscle rejuvenation through enhancing of SIRT1 expression and satellite cells proliferation. *Journal of Aging*, 78, 185–196.
- Bang, H. S., et al. (2014). Ursolic acid-induced elevation of serum irisin augments muscle strength during resistance training in men. *Journal of Exercise Science*, 18(5), 441.
- Bodine, S. C., Stitt, T. N., Gonzalez, M., Kline, W. O., Stover, G. L., Bauerlein, R., et al. (2001). Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature Cell Biology*, 3(11), 1014–1019.
- Eves, N. D., & Plotnikoff, R. C. J. D. C. (2006). Resistance training and type 2 diabetes: Considerations for implementation at the population level. *Diabetes Care*, 29(8), 1933–1941.
- Ghadiri, N., Esfarjani, F., Marandi, S. M., Banitalebi, E., & Saghaee, E. (2023). Combined ursolic acid and resistance/endurance training improve type 3 diabetes biomarkers-related memory deficits in the hippocampus of aged male Wistar rats. *International Journal of Physiology and Metabolism*, 14.



Gholipour, M., Seifabadi, M., & Asad, M. R. (2020). Comparing the effects of endurance and resistance training on gene expression involved in protein synthesis and degradation signaling pathways of Wistar rat soleus muscle. *Tehran University Medical Journal (TUMJ)*, 77(11), 668–677.

Hu, G., Rico-Sanz, J., Lakka, T. A., & Tuomilehto, J. J. E. I. B. (2006). Exercise, genetics and prevention of type 2 diabetes. *Exercise Biology*, 42, 177–192.

Kunkel, S. D., et al. (2012). Ursolic acid increases skeletal muscle and brown fat and decreases diet-induced obesity, glucose intolerance and fatty liver disease. *PLoS One*, 7(6), e39332.

Lai, K. M., Gonzalez, M., Poueymirou, W. T., Kline, W. O., Na, E., Zlotchenko, E., et al. (2004). Conditional activation of AKT in adult skeletal muscle induces rapid hypertrophy. *Molecular and Cellular Biology*, 24(21), 9295–9304.

Laker, R. C., et al. (2017). AMPK phosphorylation of Ulk1 is required for targeting of mitochondria to lysosomes in exercise-induced mitophagy. *Nature Communications*, 8(1), 548.

Lee, J., et al. (2014). Effects of ursolic acid on glucose metabolism, the polyol pathway and dyslipidemia in non-obese type 2 diabetic mice. *Endocrinology*, 9, 456–464.

Lu, X., & Zhao, C. J. P. E. F. H. H. (2020). Exercise and type 1 diabetes. *Journal of Exercise and Health*, 107–121.

Nielsen, B. R., Abdulla, J., Andersen, H. E., Schwarz, P., & Suetta, C. J. E. G. M. (2018). Sarcopenia and osteoporosis in older people: A systematic review and meta-analysis. *Geriatric Medicine*, 9, 419–434.

O'Neill, E. D., et al. (2010). Absence of insulin signaling in skeletal muscle is associated with reduced muscle mass and function. *Diabetes Journal*, 32, 209–222.

Pouzesg Jadidi, J., Pouzesg Jadidi, R., Seifi-Skishahr, F., & Azadi, B. J. T. S. J. o. R. M. (2020). Effect of eight weeks of upper body, lower body, and concurrent resistance training on the levels of homocysteine, adiponectin, and insulin resistance in healthy untrained females. *Journal of Sports Medicine*, 9(3), 83–92.

Rasmussen, L., Poulsen, C. W., Kampmann, U., Smedegaard, S. B., Ovesen, P. G., & Fuglsang, J. (2020). Diet and healthy lifestyle in the management of gestational diabetes mellitus. *Nutrition Journal*, 12(10), 3050.

Sirago, G., Picca, A., Calvani, R., Coelho-Júnior, H. J., & Marzetti, E. (2022). Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) signaling at the crossroad of muscle fiber fate in sarcopenia. *Journal of Cellular Biochemistry*, 23(22), 13823.

Steffl, M., Bohannon, R. W., Sontakova, L., Tufano, J. J., Shiells, K., & Holmerova, I. J. C. I. I. A. (2017). Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: A systematic review and meta-analysis. *Aging Research Reviews*, 835–845.

Stitt, T. N., Drujan, D., Clarke, B. A., Panaro, F., Timofeyeva, Y., Kline, W. O., et al. (2004). The IGF-1/PI3K/Akt pathway prevents expression of muscle atrophy-induced ubiquitin ligases by inhibiting FOXO transcription factors. *Molecular Cell*, 14(3), 395–403.

Taganki, B., et al. (2020). Evaluation of factors associated with diabetes complications: A population-based case-control study. *Diabetes Research Journal*, 16(3), 220–229.

Wang, X., Hu, S., & Liu, L. (2017). Phosphorylation and acetylation modifications of FOXO3a: Independently or synergistically? *Oncology Letters*, 13(5), 2867–2872.

Yu, J., Hu, Y., Li, Y., Han, T., Zhu, R., & Fu, P. (2022). Resistance training relieves skeletal muscle atrophy induced by hypoxia via the Akt-FoxO1-MuRF1/Atrogin-1 signaling pathway. *Journal of Exercise Biology*. Retrieved from [URL].

Zou, Y., et al. (2006). High-fat emulsion-induced rat model of nonalcoholic steatohepatitis. *Journal of Hepatology*, 79(11), 1100–1107.



Lai, K. M., Gonzalez, M., Poueymirou, W. T., Kline, W. O., Na, E., Zlotchenko, E., et al. (2004). Conditional activation of AKT in adult skeletal muscle induces rapid hypertrophy. *Molecular and Cellular Biology*, 24(21), 9295–9304.

Zhao, H. H., & Lu, X. (2020). Exercise and type 1 diabetes. *Endocrine Review*, 107–121.

Zlotchenko, E., et al. (2004). Conditional activation of AKT in adult skeletal muscle induces rapid hypertrophy. *Molecular Cell Biology*, 24(21), 9295–9304



اثرات ترکیب تمرینات تناوبی شدید و مصرف مکمل بتا آلانین بر بهبود عملکرد هوازی و کاهش خستگی در ورزشکاران حرفه‌ای: یک مطالعه مروری

رضا فرضی‌زاده^۱، نبراس رحیم جهاد الربیعی^۲

۱. دانشیار، رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی

۲. دانشجوی، کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، رایانامه (nebrasrahim@gmail.com)، (نویسنده مسئول)

چکیده

مقدمه: تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و مکمل‌های ورزشی مانند بتا آلانین به‌طور گسترده‌ای برای بهبود عملکرد ورزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. HIIT به دلیل تأثیرات مثبت بر افزایش ظرفیت هوازی (VO_{2max}) و بهبود متابولیسم بدن، به‌ویژه در میان ورزشکاران حرفه‌ای محبوبیت زیادی دارد. از سوی دیگر، بتا آلانین به عنوان یک مکمل مؤثر در افزایش سطح کارنوزین عضلانی شناخته شده است که به کاهش تجمع اسید لاکتیک و تأخیر در خستگی عضلانی کمک می‌کند. با این حال، اثرات ترکیبی این دو روش (HIIT و بتا آلانین) بر بهبود عملکرد هوازی و کاهش خستگی در ورزشکاران حرفه‌ای کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. این مرور سیستماتیک با هدف بررسی شواهد موجود در مورد تأثیرات ترکیب تمرینات تناوبی شدید و مصرف مکمل بتا آلانین بر بهبود عملکرد هوازی و کاهش خستگی در ورزشکاران حرفه‌ای انجام شده است.

روش کار: این مرور سیستماتیک بر اساس مطالعات منتشر شده در پایگاه‌های داده‌ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar انجام شد. جستجو با استفاده از کلیدواژه‌های "تمرینات تناوبی شدید"، "بتا آلانین"، "عملکرد هوازی"، "خستگی عضلانی" و "ورزشکاران حرفه‌ای" انجام شد. معیارهای ورود شامل مطالعاتی بود که به بررسی اثرات ترکیبی HIIT و بتا آلانین بر عملکرد هوازی و خستگی در ورزشکاران پرداخته بودند. معیارهای خروج شامل مطالعاتی بود که به زبان غیرانگلیسی منتشر شده بودند یا داده‌های ناقص داشتند. در نهایت، ۱۵ مطالعه واجد شرایط برای تحلیل انتخاب شدند. داده‌ها به صورت کیفی و کمی تحلیل شدند و یافته‌ها در قالب جداول و نمودارها ارائه گردیدند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این مرور سیستماتیک نشان داد که ترکیب تمرینات تناوبی شدید و مصرف مکمل بتا آلانین می‌تواند به بهبود معناداری در عملکرد هوازی و کاهش خستگی در ورزشکاران حرفه‌ای منجر شود. در مطالعاتی که به بررسی VO_{2max} پرداخته بودند، افزایش قابل توجهی در ظرفیت هوازی ورزشکاران مصرف‌کننده بتا آلانین در مقایسه با گروه‌های کنترل مشاهده شد. همچنین، کاهش معناداری در زمان تا خستگی و غلظت لاکتات خون پس از فعالیت



در گروه‌های مصرف‌کننده بتآلآنین گزارش شد. این یافته‌ها حاکی از آن است که ترکیب HIIT و بتآلآنین می‌تواند به بهبود کارایی عضلات و کاهش استرس عضلانی در فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا کمک کند. یافته‌های این مرور سیستماتیک با تحقیقات پیشین که نشان داده‌اند HIIT و بتآلآنین به‌طور جداگانه می‌توانند به بهبود عملکرد ورزشی کمک کنند، هم‌خوانی دارد. بهبود در VO_{2max} و کاهش خستگی ممکن است به دلیل افزایش کارایی عضلات و بهبود تولید انرژی در عضلات باشد که از طریق ترکیب HIIT و بتآلآنین تحریک می‌شود. این نتایج اهمیت استفاده از ترکیب این دو روش را در ورزش‌های حرفه‌ای که نیاز به قدرت و استقامت عضلانی بالا دارند، برجسته می‌کند. کاهش خستگی و بهبود عملکرد هوازی می‌تواند به‌طور مؤثری موجب کاهش خطر آسیب‌دیدگی‌های ورزشی و بهبود عملکرد در تمرینات و مسابقات شود. با این حال، برخی مطالعات محدودیت‌هایی مانند حجم نمونه کم و مدت زمان کوتاه مداخله را گزارش کرده‌اند که نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را نشان می‌دهد. این مرور سیستماتیک نشان داد که ترکیب تمرینات تناوبی شدید و مصرف مکمل بتآلآنین می‌تواند تأثیرات مثبت قابل‌توجهی بر بهبود عملکرد هوازی و کاهش خستگی در ورزشکاران حرفه‌ای داشته باشد. بهبود در VO_{2max} و کاهش زمان تا خستگی نشان‌دهنده افزایش کارایی عضلات و کاهش استرس عضلانی در فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ترکیب HIIT و بتآلآنین می‌تواند به ورزشکاران کمک کند تا عملکرد بهتری در تمرینات و مسابقات داشته باشند و از آسیب‌دیدگی‌های عضلانی پیشگیری کنند. با توجه به اثرات مثبت این ترکیب، استفاده از HIIT و بتآلآنین در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران می‌تواند روشی مؤثر برای بهبود کارایی و کاهش خستگی عضلانی باشد. با این حال، پژوهش‌های بیشتری برای بررسی اثرات طولانی‌مدت این ترکیب و تأثیرات آن بر سایر پارامترهای فیزیولوژیکی مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی شدید، بتآلآنین عملکرد هوازی، کاهش خستگی، کارنوزین عضلانی



بررسی اثر خستگی بر فعالیت های الکترومایوگرافی مردان دارای پای پرونیت طی راه رفتن (یک مطالعه مروری)

حسین فرض اللهی^۱، امیرعلی جعفرنژاد گرو^۲، آیدین علی خیای^۳، صدرا کیانی^۴، متین سعیدی^۴، علیرضا سیااهی عربلو^۵

۱. کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

ایمیل: Farzollahihosseini@student.uma.ac.ir

۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. دکتری مدیریت ورزشی، گروه مدیریت ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۴. کارشناسی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۵. کارشناسی ارشد مدیریت توسعه جهانگردی، گروه گردشگری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

مقدمه: کف پای پرونیت با کاهش قوس طولی-داخلی پا مشخص می‌شود. این ناهنجاری در شرایط بدون تحمل وزن رفع می‌شود و از کف پای سخت که یک عارضه‌ی مادرزادی است جداست. با این ناهنجاری ساختار پا از حالت نرمال خارج شده و چرخش اندام‌های پایینی و فعالیت عضلات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. خستگی نیز موجب کاهش قدرت و ظرفیت عملکردی عضلات و کاهش عملکرد و کارایی سیستم عصبی-عضلانی شده و تعادل استاتیک و دینامیک را کاهش می‌دهد. بنابراین، هدف از پژوهش مروری حاضر، ارزیابی جامع تأثیر متقابل خستگی و پای پرونیت عضلات اندام تحتانی طی راه رفتن بر فعالیت‌های الکترومایوگرافی مردان است.

روش پژوهش: در این پژوهش مروری، که هم به زبان فارسی و هم به زبان لاتین بود. پایگاه‌های معتبر علمی با استفاده از موتور جستجوگر Google Scholar برای جستجوی مقالات مرتبط مورد استفاده قرار گرفت. پس از بررسی و بازبینی مجدد مقالات، مطالعاتی که با هدف بررسی اثر خستگی بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت حین راه رفتن پرداخته بودند، انتخاب شدند.

یافته‌ها: نتایج مطالعات نشان می‌دهد که خستگی می‌تواند بر الگوهای فعالیت عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت تأثیر قابل توجهی داشته باشد. این تأثیر ممکن است شامل افزایش فعالیت برخی عضلات، کاهش فعالیت عضلات دیگر، تأخیر در هماهنگی عضلانی و همچنین کاهش در طیف فرکانس الکترومایوگرافی عضلات باشد. همچنین، پای پرونیت به تنهایی می‌تواند الگوی فعالیت را نسبت به افراد سالم تغییر دهد. ترکیب این دو عامل، یعنی خستگی و پای پرونیت، ممکن است اثرات پیچیده‌تری بر فعالیت عضلانی داشته باشد.



نتیجه گیری: خستگی و پای پرونیت هر دو به طور مستقل بر فعالیت های عضلات اندام تحتانی تأثیر می گذارند. ترکیب این دو عامل می تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در الگوهای حرکتی و افزایش خطر آسیب دیدگی شود. درک بهتر این تأثیرات می تواند به توسعه برنامه های توانبخشی و پیشگیری از آسیب در افراد دارای پای پرونیت کمک کند.

کلمات کلیدی: پای پرونیت، خستگی، الکترومایوگرافی، راه رفتن، فعالیت عضلانی



بررسی اثرات پروبیوتیک و فعالیت ورزشی بر آنزیم های کبدی

دیا خدادادی^۱، محیا حق سرشت^۲، کیانا میرزایی^۲، فرناز سیفی^۳

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل d.khodadadi.physiology@gmail.com

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

بیماری کبد چرب غیرالکلی شایع‌ترین بیماری مزمن کبدی در سراسر جهان است که استراتژی‌های غیردارویی نقش قابل توجهی در درمان آن دارند. مکمل‌های پروبیوتیک و هم‌چنین فعالیت ورزشی می‌توانند پارامترهای کاردیومتابولیک^۴ را بهبود بخشند، از آنجایی که افراد چاق بیشتر در معرض ابتلا به بسیاری از عوارض از جمله سندرم‌های متابولیک، بیماری کبد چرب غیرالکلی، بیماری‌های قلبی عروقی هستند بررسی تاثیر فعالیت ورزشی و پروبیوتیک‌ها بر این عوامل خطرزا پرداخته شد. یک جستجوی سیستماتیک جامع در PubMed، Scopus، EMBASE و Google Scholar انجام شد و در جست‌وجوی مقالات از اصطلاحات و کلیدواژه‌های فعالیت ورزشی، کبد چرب غیر الکلی، پروبیوتیک، قندخون، انسولین، آنزیم‌های کبدی و سندرم متابولیک استفاده شد. یافته‌های جمع‌آوری شده نشان دادند که پروبیوتیک‌ها به همراه فعالیت ورزشی باعث کاهش آسپاراتات ترانس آمیناز^۵، گاما-گلوتامیل ترانس پپتیداز^۶، لیپوپروتئین با چگالی کم^۷ کلسترول کلی^۸ و ارزیابی مدل هموستاتیک برای مقاومت به انسولین به طور معنی‌داری کاهش یافتند.

کلید واژه‌ها: فعالیت ورزشی، کبد چرب غیر الکلی، پروبیوتیک، آنزیم کبدی

مقدمه

بیماری کبد چرب غیر الکلی شایع‌ترین بیماری طولانی مدت کبدی در سطح جهان است. بیماری کبد چرب غیر الکلی زمانی شناسایی می‌شود که افراد بدون سابقه بیماری‌ها یا شرایط آسیب‌رسان به کبد، مانند مصرف بیش از حد الکل، مصرف دارو، عفونت ویروس هپاتیت C یا گرسنگی، تجمع بیش از حد چربی در کبد را نشان دهند^(۲). شیوع کبد چرب غیر الکلی در حال افزایش است و در حال حاضر حدود ۳۲ درصد از جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد^(۱). چاقی یک عامل خطر برای کبد چرب غیر الکلی است و چاقی در حال حاضر به عنوان یک بیماری همه گیر در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، ضرورت مداخلات موثر برای درمان کبد چرب غیر الکلی در هر سیستم بهداشتی و درمانی برجسته است. تغییرات سبک زندگی مانند بهبود برنامه‌ی غذایی یا درگیر شدن در فعالیت ورزشی بیشتر به عنوان روش‌های اولیه و موثرتر برای پیشگیری و درمان کبد چرب غیر الکلی در نظر گرفته می‌شود، علاوه بر این، یک تلاش علمی عمده برای پیشنهاد استراتژی‌های غذایی جدید علیه کبد چرب غیر الکلی وجود دارد^(۲). پروبیوتیک‌ها

⁴ Metabolic cardio

⁵ Aspartate transaminase

⁶ Gamma Glutamyl Transpeptidase

⁷ Low Density Lipoprotein

⁸ Total Cholesterol



میکروارگانیزم های زنده ای هستند که نشان داده شده است نقش مهمی در ترکیب میکروبیوتای روده دارند. به طور خاص، چندین متاآنالیز نشان داده اند که پروبیوتیک ها نقش قابل توجهی در کاهش بروز بیماری کبد چرب غیر الکلی دارند و همچنین کاهش قند خون ناشتا، وزن بدن، انسولین، کلسترول کلی، لیپوپروتئین با چگالی کم، تری گلیسیرید، فاکتور نکرور تومور آلفا، پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا، آلانین آمینوترانسفراز و سطح ترانس آمیناز آسپارات در میان بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی دارد، همچنین مکمل های پروبیوتیک را می توان ابزاری برای بهبود چاقی و پارامترهای گلیسمی در نظر گرفت (۱). با در نظر گرفتن اهمیت نتیجه گیری کلی برای متخصصان سلامت که با بیماری کبد چرب غیر الکلی سروکار دارند (به عنوان مثال، متخصصان گوارش، پزشکان عمومی، متخصصان تغذیه و فیزیولوژیست های ورزشی)، این مرور سیستماتیک برای ارزیابی اثرات کلی مکمل پروبیوتیک همراه با تمرینات ورزشی، در مقایسه با فعالیت ورزشی به تنهایی، بر آنزیم های کبدی و گاماگلوتامیل ترانسفراز و پروفایل لیپیدی انجام شد (۲).

روش کار

جست وجوی جامع در PubMed، Scopus، EMBASE و GoogleScholar انجام شد. در جست وجوی مقالات از اصطلاحات و کلیدواژه های فعالیت ورزشی، کبد چرب غیر الکلی، پروبیوتیک، قند خون، مرور سیستماتیک و سندروم متابولیک استفاده شد. تحلیل داده شامل خلاصه ای از یافته های کلیدی حاصل از مطالعات، با تاکید بر انواع مختلف مداخلات اثر پروبیوتیک و فعالیت ورزشی بر عملکرد آنزیم های کبدی بود. محدودیت های بررسی شامل سوگیری بالقوه انتشارات، تغییر پذیری در طرح های مطالعات و اندازه گیری نتایج بود. با این حال، تلاش ها به منظور رفع این محدودیت ها با انجام یک جست وجوی دقیق از ادبیات و ارزیابی نقادانه کیفیت مطالعات به کار رفته شده، صورت گرفت. در مجموع مقاله هایی که در جست وجوهای پایگاه داده شناسایی شد، سرانجام با چشم پوشی از مقاله های تکراری و مطالعاتی که بی ربط تلقی می شدند متن چند مطالعه به طور کامل مورد ارزیابی قرار گرفت.

بحث و نتیجه گیری

علاوه بر مکمل پروبیوتیک، تعامل میکروبیوتای روده با ورزش ممکن است اثرات متفاوتی بر کبد چرب غیر الکلی داشته باشد، زیرا میکروبیوتای روده به عنوان یک اندام غدد درون ریز عمل می کند بنابراین ترکیب پروبیوتیک ها با ورزش می تواند به عنوان یک رویکرد پیشرفته برای تحریک سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی و کاهش عوامل خطر مرتبط با برخی بیماری های قلبی-عروقی مرتبط با کبد چرب غیر الکلی عمل کند (۴). یافته ها نشان داد که مکمل پروبیوتیک همراه با فعالیت ورزشی در مقایسه با فعالیت ورزشی به تنهایی، آنزیم های کبدی، پروفایل لیپیدی و مقاومت به انسولین را بهبود می بخشد. پروبیوتیک ها به همراه فعالیت ورزشی به طور معنی داری آسپارات آمینوترانسفراز را کاهش دادند؛ در مقابل، پروبیوتیک ها به همراه فعالیت ورزشی در مقایسه با ورزش به تنهایی، انسولین ناشتا را در مقایسه با فعالیت ورزشی به تنهایی تغییر ندادند، همچنین اثرات نظارتی قابل توجهی را از مکمل های پروبیوتیک بر سطوح آنزیم های کبدی، انسولین و سطح چربی خون در افراد مبتلا به بیماری های کبد چرب غیر الکلی نشان داد. علاوه بر این، در مورد فعالیت ورزشی، یک متاآنالیز نشان داد که ورزش به تنهایی، بدون هیچ گونه مداخله در برنامه



غذایی، تأثیر مطلوبی را بر کاهش چربی کبد، آنزیم های کبدی و همچنین وزن بدن در افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی نشان داد. مطالعات نشان داد که ورزش باعث بهبود سطح لیپید داخل کبدی در بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی شده و اثرات ورزش برای بیش از ۳ ماه حفظ می شود. شایان ذکر است که احتیاط خاصی در مورد استفاده از پروبیوتیک ها در جمعیت های در معرض خطر، از جمله افراد با عملکرد سیستم ایمنی ضعیف، افراد مسن، نوزادان تازه متولد شده (به ویژه نوزادان نارس)، زنان باردار که چاقی خفیف تا بیمارگونه دارند، و افراد مبتلا به شرایط پزشکی خاص وجود دارد. در مطالعاتی که اثرات فعالیت ورزشی همراه با مکمل پروبیوتیک را ارزیابی کردند، اثربخشی بهتری را در کاهش سطوح آنزیم های کبدی در مقایسه با ورزش به تنهایی مشاهده شد (۲). انجام تحقیقات بیشتر برای تعیین تاثیرات درمان ترکیبی در برابر فعالیت ورزشی به تنهایی در مدیریت نشانه های زیستی مرتبط با کبد چرب غیر الکلی، در درجه اول آنزیم های کبدی، نشانگرهای لیپیدی و مقاومت به انسولین پیشنهاد می شود.

منابع

- Chen, A. C., Fang, T. J., Ho, H. H., Chen, J. F., Kuo, Y. W., Huang, Y. Y., ... & Yeh, Y. T. (2022). A multi-strain probiotic blend reshaped obesity-related gut dysbiosis and improved lipid metabolism in obese children. *Frontiers in nutrition*, 9, 922993.
- Kazeminasab, F., Miraghajani, M., Mokhtari, K., Karimi, B., Rosenkranz, S. K., & Santos, H. O. (2024). The effects of probiotic supplementation and exercise training on liver enzymes and cardiometabolic markers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutrition & Metabolism*, 21(1), 59.
- Maherinia, H., Peeri, M., Azarbayjani, M. A., & Delfan, M. (2022). Aerobic exercise training combined with probiotic supplement improves antioxidant defence of cardiomyocytes by regulating Nrf2 and caspase3 gene expression in type 2 diabetic rats. *Comparative Exercise Physiology*, 18(3), 255-263.
- Nam, H., Yoo, J. J., Cho, Y., Kang, S. H., Ahn, S. B., Lee, H. W., ... & Choi, M. (2023). Effect of exercise-based interventions in nonalcoholic fatty liver disease: A systematic review with meta-analysis. *Digestive and Liver Disease*, 55(9), 1178-1186.
- Zarezadeh, M., Musazadeh, V., Faghfour, A. H., Sarmadi, B., Jamilian, P., Jamilian, P., ... & Dehghan, P. (2022). Probiotic therapy, a novel and efficient adjuvant approach to improve glycemic status: an umbrella meta-analysis. *Pharmacological Research*, 183, 106397.
- Zhou, X., Wang, J., Zhou, S., Liao, J., Ye, Z., & Mao, L. (2023). Efficacy of probiotics on nonalcoholic fatty liver disease: A meta-analysis. *Medicine*, 102(4), e32734.



بررسی اثرات کافئین بر توان و هم‌انقباضی عضلات زانو در فعالیت‌های ورزشی انفجاری: یک مطالعه مروری

رضا فرضی‌زاده^۱، علی ابراهیم داوود^۲

۱. دانشیار، رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی

۲. دانشجوی، کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، رایانامه (aliebrahimdavood@gmail.com)، (نویسنده مسئول)

چکیده

مقدمه: کافئین یک ترکیب آلکالوئیدی طبیعی است که در مواد غذایی مختلف مانند قهوه، چای، شکلات و برخی نوشیدنی‌های انرژی‌زا یافت می‌شود. این ماده به دلیل تأثیرات مثبت بر سیستم عصبی مرکزی و افزایش سطح انرژی، به طور گسترده‌ای توسط ورزشکاران برای بهبود عملکرد ورزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات نشان داده‌اند که کافئین می‌تواند با تأثیر بر آزادسازی کلسیم در سلول‌های عضلانی و تحریک نورون‌های حرکتی، باعث افزایش توان عضلانی و کاهش احساس خستگی شود. همچنین، اثرات آن بر متابولیسم انرژی و افزایش اکسیداسیون چربی می‌تواند به بهبود استقامت ورزشی کمک کند.

فعالیت‌های ورزشی انفجاری که شامل حرکاتی مانند پرش، دوهای سرعتی و تمرینات قدرتی کوتاه‌مدت هستند، به تولید سریع و مؤثر نیرو نیاز دارند. عضلات زانو، به‌ویژه عضلات چهارسر و همسترینگ، نقش کلیدی در این حرکات ایفا می‌کنند. یکی از پارامترهای مهم در این حرکات، هم‌انقباضی عضلانی است که به هماهنگی بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست اشاره دارد. بهینه‌سازی این هماهنگی می‌تواند به افزایش کارایی حرکتی و کاهش خطر آسیب‌دیدگی کمک کند. با توجه به اثرات بالقوه کافئین بر توان عضلانی و هماهنگی عصبی-عضلانی، بررسی تأثیر این ماده بر هم‌انقباضی عضلات زانو در فعالیت‌های انفجاری اهمیت زیادی دارد.

روش کار: برای انجام این مرور سیستماتیک، جستجوی جامعی در پایگاه‌های داده‌ای معتبر شامل PubMed، Scopus و Web of Science انجام شد. مقالاتی که بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ منتشر شده بودند و به بررسی تأثیرات کافئین بر توان عضلانی و هم‌انقباضی پرداخته بودند، مورد تحلیل قرار گرفتند. کلیدواژه‌های مورد استفاده شامل "کافئین"، "توان عضلانی"، "هم‌انقباضی"، "فعالیت‌های انفجاری" و "ورزش" بودند. پس از غربالگری اولیه، مقالاتی که دارای روش‌های معتبر علمی از جمله اندازه‌گیری الکترومیوگرافی (EMG)، آزمون‌های قدرتی و تحلیل‌های



عملکرد ورزشی بودند، انتخاب شدند. مطالعاتی که بر روی ورزشکاران حرفه‌ای و نیمه حرفه‌ای انجام شده و دوزهای مختلف کافئین را بررسی کرده بودند، در اولویت قرار گرفتند. داده‌های استخراج شده شامل دوز مصرفی کافئین، نوع فعالیت ورزشی، شاخص‌های عملکرد عضلانی و نتایج الکترومیوگرافی بودند. تحلیل داده‌ها به صورت کیفی و مقایسه‌ای انجام شد تا روندهای کلی و تناقض‌های موجود در نتایج شناسایی شوند.

بحث و نتیجه گیری: نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که مصرف کافئین، از طریق افزایش آزادسازی کلسیم در عضلات و تحریک سیستم عصبی مرکزی، موجب بهبود قدرت انقباضی و کاهش خستگی عضلانی می‌شود. همچنین، تأثیر مثبت کافئین بر عملکرد ورزشی از طریق افزایش سرعت انقباض عضلات، بهبود زمان واکنش و کاهش حس خستگی مورد تأیید قرار گرفته است. با این حال، نتایج در رابطه با اثرات کافئین بر هم‌انقباضی عضلات زانو متناقض است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که کافئین ممکن است هم‌انقباضی را در فعالیت‌های انفجاری افزایش دهد، در حالی که برخی دیگر تفاوت معناداری در این زمینه مشاهده نکرده‌اند. از نظر دوز مصرفی، به نظر می‌رسد دوزهای متوسط تا بالا (۳ تا ۶ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بیشترین تأثیر را در بهبود عملکرد ورزشی دارند. همچنین، تفاوت‌های فردی از جمله عادت به مصرف کافئین، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و سطح تمرین، نقش مهمی در میزان پاسخ‌دهی ورزشکاران به این مکمل دارند. بررسی‌های انجام شده همچنین نشان داده‌اند که مصرف کافئین ممکن است در ورزشکاران حرفه‌ای که به مصرف منظم آن عادت دارند، اثر کمتری نسبت به افراد غیرعادت‌دار داشته باشد. مطالعات انجام شده با استفاده از تکنیک‌های الکترومیوگرافی نشان داده‌اند که تأثیر کافئین بر فعالیت الکتریکی عضلات بسته به نوع تمرین و شرایط مصرف متفاوت است. در برخی از تحقیقات، افزایش فعالیت الکتریکی عضلات آگونیست و کاهش هم‌انقباضی بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست مشاهده شده است که می‌تواند منجر به بهبود کارایی حرکتی و تولید توان بیشتر شود. در مقابل، برخی مطالعات دیگر تغییرات قابل توجهی در هم‌انقباضی عضلات ثبت نکرده‌اند، که ممکن است ناشی از تفاوت‌های طراحی تحقیق، شرایط تمرین و ویژگی‌های آزمودنی‌ها باشد. با توجه به نتایج این مرور، پیشنهاد می‌شود که مصرف کافئین به عنوان یک راهکار بالقوه برای بهبود عملکرد در فعالیت‌های انفجاری، با در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی و دوز مناسب مورد توجه قرار گیرد. همچنین، تحقیقات بیشتری برای بررسی تأثیرات دقیق کافئین بر هم‌انقباضی عضلات و سازوکارهای آن ضروری به نظر می‌رسد. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به ورزشکاران، مربیان و متخصصان تغذیه ورزشی در جهت بهینه‌سازی مصرف کافئین برای بهبود عملکرد در ورزش‌های سرعتی و قدرتی کمک کند.

کلمات کلیدی: کافئین، توان عضلانی، هم‌انقباضی، فعالیت‌های انفجاری، سیستم عصبی مرکزی



بررسی اثر تمرینات قدرتی بر سطوح سرمی پاراتیروئید در افراد سالمند آلزایمری

۱- فاطمه مجربی ۲- دکتر آمنه پوررحیم ۳- استاد معرفت سیاه کوهیان ۴- سیما نوری

چکیده

مقدمه: جامعه امروز با افزایش سن و دوره ی سالمندی مواجه هست، با توجه به اینکه افراد در دوره سالمندی با بیماری آلزایمر زیاد رو برو می شود، بیماری آلزایمر یا دمانس پیری نوعی اختلال مغزی مزمن پیشرونده و ناتوان کننده است که با اثرات عمیق بر حافظه هوش و توانایی مراقبت از خود همراه بوده و با نقص در تکلم، انجام فعالیت های حرکتی، شناخت مناظر و یا افراد آشنا، اختلال عملکرد، برنامه ریزی، نوع آوری، سازماندهی و استدلال انتزاعی همراه است. (۱) تشخیص ابتلا به آلزایمر یا حتی احتمال وجود چنین بیماری در سالمندان برای وی یا نزدیکان و مراقبان هراسناک است. میزان شیوع این بیماری بعد از سن ۶۵ سالگی به ازای هر ۵ سال دو برابر می شود. به طوریکه ۴۰ تا ۵۰ درصد سالمندان بالای ۸۵ سال جامعه، مبتلا به این بیماری هستند و افزایش سن مهم ترین عامل خطر ابتلا به این بیماری است. عموماً فقدان حافظه اولین علامتی است که بروز می کند. با این حال حافظه دور، عملکرد مد بهتری نسبت به حافظه نزدیک دارد. (۲)

هورمون پاراتیروئید و کلسیم از شاخص های استخوانی می باشد، و از طرفی نقش بسزایی در پدیدار شدن بیماری آلزایمر دارند. نقش کلسیم و پاراتیروئید در کاهش حافظه انکار ناپذیر است. به طوریکه عملکرد اصلی هورمون پاراتیروئید تنظیم سطح کلسیم می باشد (۳) افزایش سطح کلسیم در میتوکندری، موجب استرس و اکسیداتیو و نوعی مرگ سلولی موسوم به آپوپتوز می شود. رودریگز افزود: که می توان با مسدود کردن یک طرفه کلسیم در مرگ میتوکندری، از مرگ سلول و پیشرفت بیماری جلوگیری کرد. (۴)

((از آنجا که ورزش به عنوان کمکی برای بهبود عملکرد شناختی که در نتیجه از تغییرات جسمی و روانی می باشد، در نظر گرفته می شود که این امر در طول دوره ای شامل چندین جلسه آموزشی به ویژه با تمرینات هوازی اتفاق می افتد)) (آنتونس و همکاران ۲۰۱۵) با توجه به مجموعه اینکه، ورزش ممکن است به عنوان یک استراتژی برای پیشگیری یا تاخیر در کاهش شناختی باشد و بر این فرض هستیم که ورزش های هوازی و قدرتی به واسطه افزایش جریان خون مغزی و افزایش فعالیت مغز در کارکرد های عصب و روانشناختی بیماران مبتلا به آلزایمر تاثیر دارد. (۵)

روش بررسی: در تمامی بانک های اطلاعاتی ((Gogel Schollar, Pubmed)) با جست وجو از طریق کلید واژه های سطح سرمی پاراتیروئید، بیماری آلزایمر، تمرینات قدرتی انجام گرفت و از بین ۳۲ مقاله مورد مطالعه قرار گرفت. یافته ها: نتایج مطالعات حاکی از آن است که تمرینات مقاومتی، منجر به افزایش سطح کلسیم و هورمون پاراتیروئید در طول دوره تمرینی می شود.

نتیجه گیری: چنین به نظر میرسد که تمرینات مقاومتی منظم، می تواند عوامل آمادگی جسمانی سالمندان را بهبود بخشد و همچنین باعث تاخیر عوارض عصبی سالمندی شود. اما تمرینات مقاومتی بدلیل بروز عوارضی چون پوکی استخوان در دوران سالمندی



می تواند با افزایش سطح سرمی هورمون پاراتیروئید و کاهش سطح سرمی کلسیم که موجب تشدید پوکی استخوان روبه رو می شود به همین دلیل توصیه میشود تمرینات قدرتی را باید زیر نظر متخصص و با شدت کم انجام شود و یا در کنار تمرینات استقامتی انجام گیرد، می تواند موجب بهبود حافظه و یادگیری فضایی در حیوانات آلزایمری شود و از پیشرفت روند آسیب شناختی ناشی از بیماری آلزایمری جلوگیری کند. (۱۷)

واژگان کلیدی: تمرینات مقاومتی، عامل استخوانی (پاراتیروئید)، بیماری آلزایمر

مقدمه:

امروزه بیماریهای مرتبط با سالمندی به عنوان چالشی پیش رو در همه جوامع است. آلزایمر به عنوان بیماری با شیوع بالا در بین سالمندان هزینه های زیادی را بر جوامع تحمیل می کند. از آنجا که مصرف داروهای شیمیایی هزینه و عوارض زیادی را بر جای میگذارند. لذا استفاده از راهکارهای جایگزین می تواند بسیار کمک کننده باشند. ورزش به عنوان راهکاری سالم و کم هزینه می تواند به میزان زیادی از پیشرفت آلزایمر جلوگیری کند. (۶) بی قراری و سرگردانی از علائم اولیه آلزایمر و سایر انواع زوال عقل هستند و ورزش مقاومتی به طور فزاینده ای یک استراتژی موثر برای جلوگیری از بروز علائم آلزایمر پراکنده [که مستقیماً توسط یک جهش ژنتیکی ارثی ایجاد نمی شود] که چند عاملی است و ممکن است با پیری مرتبط باشد، یا به تأخیر انداختن ظهور آنها در آلزایمر خانوادگی نشان می دهد. دلیل اصلی احتمالی برای این اثربخشی، اثر ضد التهابی تمرینات مقاومتی است (۷)

هورمون پاراتیروئید از کلسی تونین از هورمون های موثر بر تنظیم و تعادل کلسیم مورد نیاز استخوان هستند. پاراتورمون از غده پاراتیروئید که در خلف تیروئید قرار دارد ترشح می شود. این هورمون فعالیت استئوکلاستها (سلول هایی که باعث جذب و تحلیل استخوان میشود و در بافت استخوان وجود دارد) را افزایش سطح سرمی کلسیم می شوند. از طرفی این هورمون فعال شدن ویتامین D را تحریک می کند که این عامل نیز جذب کلسیم را از لوله گوارش افزایش می دهد. پاراتورمون جذب کلسیم از کلیه ها را افزایش می دهد. این هورمون باز جذب فسفات از کلیه ها را کاهش داده بدین ترتیب فسفر بیشتری از کلیه ها دفع شده و سطح فسفر مایع بین سلولی کاهش می یابد. (۸)

ارتباط بین بیماری آلزایمر با سطح PTH: PTH هورمون پاراتورمون شناخته می شود که توسط پارا تیروئید ساخته می شود غدد پاراتیروئید ۴ غده به اندازه نخود در گردن انسان هست و هورمون پاراتورمون سطح کلسیم خون در خون را کنترل می کند. کلسیم ماده معدنی است که استخوانها و دندان های شما را سالم و محکم نگه می دارد. همچنین وجود آن برای عملکرد صحیح اعصاب، عضلات و قلب ضروری است. (۹)

باتوجه به اینکه افزایش طول عمر با مشکلات و بیماری های خاصی در دوران سالمندی توأم است. یکی از مشکلات مهم این دوران، شیوع بیماری دمانس (جنون) و زوال عقل (خردزدودگی) است. از شایع ترین دمانس ها آلزایمر است. بر اساس آمار های اعلام شده توسط انجمن جهانی آلزایمر در کشورهای توسعه یافته مراقبت و درمان بیماری هر فرد مبتلا تا آخر عمر حدود ۱۷۴ هزار دلار و هزینه نگهداری بیماران در بیمارستان ۱۹ هزار دلار بر آورده شده است. آلزایمر از مرحله ضعیف اختلال حافظه به متوسط و پیشرفته سیر می کند در حالیکه درمان قطعی برای این بیماری وجود ندارد



اما می توان با استفاده از روش های متعدد سیر پیشرفت را به تعویق انداخت یا حتی متوقف کرد . محیط پویا و پر چالش روابط اجتماعی و تمرینات ذهنی از عوامل موثر در حفظ حافظه هستند.(۱۰) استئوپروزیس شایعترین بیماری متابولیک استخوان است و یک سندروم بالینی است که در آن تمامی اسکلت مبتلا می شود. بروز استئوپروزیس در زنان بیشتر از مردان است و زنان یائسه مهمترین جمعیت در معرض پوکی استخوان هستند (۱۱)

با آن همه برخلاف اینکه بیشتر افراد پوکی استخوان را مخصوص زنان میدانند، در مردان سالمند هم نیز پوکی استخوان شایع می باشد. علت عدم تعادل و ضعف عضلانی و خوردن آنان به زمین و حتی شکستگی استخوان به خاطر پوکی استخوان در افراد مسن در مردان به خصوص بالای ۷۰ سال می باشد. که پوکی استخوان خود بدلیل عدم فعالیت بدنی، عدم جذب کلسیم در استخوان ها به علت مصرف برخی دارو ها و کمبود کلسیم در رژیم غذایی ، کمبود ویتامین D، سابقه خانوادگی پوکی استخوان، برای مردان به خاطر داشتن درمان های سرطان پروستات که سطح تستوسترون را کاهش می دهد و به علل کاهش تولید هورمون های بدن مانند هورمون تیروئید و پاراتیروئید به دلیل افزایش سن می باشد که همه ی عوامل گفته شده نیز در بیماری آلزایمر نقش دارند.(۱۲)

بحث و یافته ها:

کوروش دهقان و همکارانش در بهمن سال ۱۴۰۱ مطالعاتی با هدف اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی بصورت دایره ای بر نشانگرهای متابولیکی و هورمونی توده استخوانی مردان سالمند انجام شد. تعداد ۳۰ نفر مرد سالمند با میانگین و انحراف معیار سن: 67.63 ± 4.82 سال؛ وزن: 75.82 ± 8.89 کیلوگرم و شاخص توده بدن: 27.53 ± 3.28 کیلوگرم بر متر مربع به صورت تصادفی در دو گروه تمرین ترکیبی و کنترل قرار گرفتند. تمرین مقاومتی دایره ای با شدت ۳۰ تا ۵۵٪ یک تکرار بیشینه، ۳ بار در هفته برای ۱۲ هفته اجرا شد، در حالی که گروه کنترل سبک زندگی معمول خود را حفظ کردند. نشانگرهای هورمونی مرتبط با متابولیسم استخوان شامل هیدروکسی ویتامین D3 ، هورمون پاراتیروئید، استئوکلسین، آلکالین فسفات، کلسی تونین و کلسیم قبل و پس از مداخله تمرینی اندازه گیری شد. تحلیل داده ها با استفاده از آزمون های t وابسته و تحلیل کوواریانس در سطح کمتر از ۰/۰۵ انجام شد. نتایج تحلیل کوواریانس، افزایش معناداری در سطوح کلسی تونین (14.80 ± 2.70 در مقابل 12.67 ± 3.75 میلی گرم بر دسی لیتر، $p=0.037$) و کلسیم (9.70 ± 0.65 در مقابل 9.09 ± 0.47 میلی گرم بر دسی لیتر، $p=0.006$) در گروه تمرین مقاومتی در مقایسه با گروه کنترل پس از ۱۲ هفته مداخله نشان داد. با این حال، هیچگونه تغییرات معنادار بین گروهی در متغیرهای هورمون پاراتیروئید، هیدروکسی ویتامین D3 ، استئوکلسین، آلکالین فسفات مشاهده نشد ($p>0.05$). پژوهش حاضر نشان داد، دوازده هفته تمرینات مقاومتی بصورت دایره ای منجر به بهبود قابل توجهی در برخی نشانگرهای هورمونی و متابولیک استخوان در افراد سالمند شد. (۱۳)

لاله باقری و همکارانش مطالعاتی در سال ۱۳۹۸ با هدف بررسی تاثیر هشت هفته تمرین منتخب هوازی بر هورمون استروژن، پاراتیروئید، کلسیم، آلکالین فسفاتاز و آلومین سرم زنان سالمند انجام گرفت. بدین صورت که تعداد ۲۲ نفر از زنان یائسه (۷۰-۵۵ سال) عضو کانون جهاندیدگان شهر تهران انتخاب و سپس به طور تصادفی در دو گروه تمرین هوازی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. برنامه تمرین هوازی شامل ۸ هفته انجام حرکات جاگینگو حرکات



ایروبیکی با شدت ۶۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب، سه روز در هفته بود. خون‌گیری در دو مرحله، ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون) و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (پایان هفته هشتم) انجام گرفت. برای تعیین میزان کلسیم سرم (Ca) از روش رنگ‌سنجی شیمیایی (کرزول فتالئین)، هورمون پاراتیروئید و استروژن از روش ELISA، آلکالین فسفاتاز از روش رنگ‌سنجی سینتیکی با استفاده از پارانیتر و فسفات و برای تعیین آلومین سرم هر نمونه خونی از روش رنگ‌سنجی شیمیایی (بروم کرزول گرین) استفاده گردید. همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آماری t همبسته و مستقل استفاده شد. یافته‌ها: نتایج تحقیق، افزایش معنی‌داری را در میزان هورمون پاراتیروئید و آلکالین فسفاتاز سرمی، پس از تمرین نشان داد ($P \leq 0/05$). از سوی دیگر میزان کلسیم تام و آلومین پلاسما کاهش یافت اما این اختلاف معنی‌دار نبود ($P \geq 0/05$). همچنین میزان استروژن پس از تمرین کاهش یافت اما این کاهش معنی‌دار نبود ($P \geq 0/05$). (۱۴)

سوزانا لویز - اورتیز و همکاران در سال ۲۰۲۳ مطالعاتی در مورد اثرات فعالیت بدنی و مداخلات ورزشی بر بیماری آلزایمر: مروری بر متاآنالیزهای موجود انجام دادند مبنی بر اینکه درده گذشته، فعالیت بدنی عنوان یکی از عوامل اصلی قابل تغییر در ایجاد (PA) یا ورزش شناخته شده است. آنان (AD) پاتوفیزیولوژی بیماری آلزایمر یک بررسی چتری انجام دادند تا شواهد مربوط به ارتباط بین (PA) و تاثیر مداخلات ورزشی بر پیشرفت، خطر ابتلا به (AD) را خلاصه کردند. روش کار آنان بدین گونه بوده است که یک جستجوی سیستماتیک در Web of Science, pub med و کتابخانه کاکرین و Sportdiscus برای شناسایی متاآنالیزهایی که ارتباط بین تاثیر مداخلات ورزشی بر (AD) و بروز (PA) را ارزیابی می‌کنند، انجام شد. نتیجه بر آن شد که شواهدی قوی دال بر اثر محافظتی وجود دارد. با این حال، ارتباط دوز - پاسخ (AD) برابر خطر نامشخص است. به نظر می‌رسد (AD) فعالیت بدنی چندین بعد را بهبود می‌بخشد، اگر چه تحقیقات برای بیماران مبتلا به روشن کردن ویژگی‌های ورزشی که بیشترین فواید را افزایش می‌دهند، ضروری است (۱۵)

زهرا همتی فارسانی و همکارانش در سال ۱۴۰۰ مطالعاتی در مورد استخوان‌ها به‌طور وسیعی تحت تاثیر تغذیه، سطح فعالیت و سبک زندگی قرار می‌گیرند و سازگاری‌های ساختاری در شکل و اندازه استخوان از طریق نیروهای ناشی از تحمل وزن و نیروهای اعمال شده توسط عضلات اتفاق می‌افتد. از این رو هدف از مطالعه حاضر این است که آیا شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر بیان mir-204 و برخی خواص بیومکانیکی استخوان موش‌های نر سالمند نژاد ویستار تأثیر دارد؟ بدین روش که ۲۴ سر موش نر سالمند نژاد ویستار (میانگین سن ۲۳ ماه، میانگین وزن ۴۳۷/۹۳ گرم) در سه گروه مساوی هشت‌تایی شامل تمرینات مقاومتی با شدت متوسط (۶۰ درصد حداکثر ظرفیت حمل‌آرادی (MVCC)) و تمرینات مقاومتی با شدت بالا (۸۰ درصد (MVCC)) و گروه کنترل قرار گرفتند و به‌طور تصادفی براساس وزن اولیه تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی با استفاده از نردبان مقاومتی و ۵ روز در هفته به مدت ۸ هفته انجام گرفت. بعد از پایان دوره تمرین بیان mir-204 در بافت مغز استخوان درشت‌تنی به روش RT-PCR اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول $2^{-\Delta\Delta CT}$ کمی شدند. همچنین از آزمون خم‌ش سه‌نقطه‌ای برای تعیین خواص بیومکانیکی استخوان استفاده شد. تحلیل آماری با استفاده از تحلیل واریانس تک‌راهه و آزمون کروسکال والیس با سطح $P \leq 0/05$ انجام گرفت. وبه



این نتایج: رسیدند که میزان بیان (mir-204(539/0P=) ، Runx2 (960/0P=) ، (مدولاسیون) $0.82/P=$ ، قدرت بیشینه و استرس) $0.80/P=$ ، انرژی شکست) $0.99/P=$ و نیروی استخوان) $0.81/P=$ در گروه‌های تمرینی با شدت بالا و متوسط نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری نداشت نتیجه‌گیری: با توجه به عدم معناداری در نتایج تحقیق، به نظر می‌رسد مدت تمرین برای تأثیرگذاری بر متغیرهای استخوان کافی نبوده است، (۱۶)

نتیجه‌گیری:

باتوجه به اینکه تمرین مقاومتی می‌تواند با افزایش سطح سرمی هورمون پاراتیروئید و کاهش سطح سرمی کلسیم که موجب تشدید پوکی استخوان می‌شود به همین دلیل توصیه میشود تمرینات قدرتی را باید زیر نظر متخصص وبا شدت کم انجام شود و یا در کنار تمرینات استقامتی انجام گیرد، می‌تواند موجب بهبود حافظه و یادگیری فضایی در حیوانات آلزایمری شود و از پیشرفت روند آسیب شناختی ناشی از بیماری آلزایمری جلوگیری کند. (۱۷)

PTH هورمون پاراتورومون شناخته می‌شود که توسط پارا تیروئید ساخته می‌شود غدد پاراتیروئید ۴ غده به اندازه نخود در گردن انسان هست و هورمون پاراتورومون سطح کلسیم خون در خون را کنترل می‌کند. کلسیم ماده معدنی است که استخوانها و دندان های شما را سالم و محکم نگه می‌دارد. همچنین وجود آن برای عملکرد صحیح اعصاب، عضلات و قلب ضروری است. (۱۸)

منابع:

- ۱) (پاییز ۱۳۹۸) خاتونی and , زهری. "مشکلات ارتباطی سالمندان مبتلا به آلزایمر و مراقبت کنندگان اصلی". نشریه سالمند: مجله سالمندی ایران. 0-0: 5.3(2010): 0-0.
- ۲) هاجر عباس زاده صورتی and , پروین فرزانهگی. "تأثیر یک دوره بی تمرینی پس از شانزده هفته تمرینات هوازی بر سطوح سرمی کلسی تونین و پاراتورومون زنان میانسال مبتلا به استئوپنی". *Medical journal of Mashhad University of Medical Science* 61.3 (2018).
- ۳) آنتونس و همکارانش در سال ۲۰۱۵ میلادی) اثرات شناختی ورزش هوازی در یک کار آزمایشی تصادفی کنترل شده آزمایشی در بیماران آلزایمری (فانگ یو و همکاران ۲۰۲۱) و راهنمای بهبود شیوه زندگی در سالمندی (فعالیت بدنی در دوران سالمندی) فصل دوم (سال ۲۰۲۲م) نویسندگان: دکتر احمد نظری و همکارانش. ناشر: اندیشه ماندگار، تیراژ ۲۰۰ نسخه، چاپ، اول - ۱۴۰۱، شابک ۷۹-۷۰۰۷-۶۲۲-۹۷۸، انتشارات اندیشه ماندگار
- ۴) راهنمای بهبود شیوه زندگی در سالمندی (فعالیت بدنی در دوران سالمندی) فصل سوم (۲۰۲۲) نویسندگان: دکتر احمد نظری و همکارانش. ناشر: اندیشه ماندگار، تیراژ ۲۰۰ نسخه، چاپ، اول - ۱۴۰۱، شابک ۷۹-۷۰۰۷-۶۲۲-۹۷۸، انتشارات اندیشه ماندگار
- ۵) (آنتونس و همکارانش در سال ۲۰۱۵ میلادی) اثرات شناختی ورزش هوازی در یک کار آزمایشی تصادفی کنترل شده آزمایشی در بیماران آلزایمری (فانگ یو و همکاران ۲۰۲۱) و راهنمای بهبود شیوه زندگی در سالمندی (فعالیت بدنی در دوران سالمندی) فصل دوم (سال ۲۰۲۲م) نویسندگان: دکتر احمد نظری و همکارانش. ناشر: اندیشه ماندگار، تیراژ ۲۰۰ نسخه، چاپ، اول - ۱۴۰۱، شابک ۷۹-۷۰۰۷-۶۲۲-۹۷۸، انتشارات اندیشه ماندگار



- ۶) مروری بر تاثیر ورزش بر برخی اختلالات ناشی از آلزایمر. محل انتشار: چهارمین همایش بین المللی و ششمین همایش ملی تازه های پژوهش در علوم ورزشی. سال انتشار: ۱۴۰۱ نویسنده: آزاد نامدار، پیمان مظاهری ۱۴۰۱
- ۷) راهنمای بهبود شیوه زندگی در سالمندی (فعالیت بدنی در دوران سالمندی) فصل سوم (۲۰۲۲) نویسنده: دکتر احمد نظری و همکارانش. ناشر: اندیشه ماندگار، تیراژ ۲۰۰ نسخه، چاپ، اول - ۱۴۰۱، شابک ۷۹-۴-۷۰۷-۶۲۲-۹۷۸، انتشارات اندیشه ماندگار
- ۸) هاجر عباس زاده صورتی and پروین فرزانی. "تاثیر یک دوره بی تمرینی پس از شانزده هفته تمرینات هوازی بر سطوح سرمی کلسی تونین و پاراتورمون زنان میانسال مبتلا به استئوپنی *Medical journal of Mashhad University of Medical Sciences* 61.3 (2018).
- ۹) ارتباط بین اختلالات تیروئید و آلزایمر - هشدار برای خانم ها. برگرفته از مقاله علمی، پزشکی. نویسنده: دکتر جراح تیروئید احمد فنایی (۱۶ مهر ۱۴۰۱) سرچ شده از گوگل در سایت fanaei
- ۱۰) کاشی" et al. , تاثیر تمرینات ایروبیک، ایروبیک در آب و تمرین در آب بر حافظه کاری زنان سالمند مبتلا به آلزایمر "فصلنامه پرستاری سالمندان. 57-67: (2017) 3.3
- ۱۱) قاسمی، صادقی and حیدر. "اثر انواع فعالیت های ورزشی بر تراکم مواد معدنی استخوان، درد و کیفیت زندگی افراد مبتلا به پوکی استخوان "دوماهنامه علمی-پژوهشی طب توانبخشی. 156-165: (2015) 4.3
- ۱۲) مطالب علمی در مورد پوکی استخوان در سالمندان: علت، علائم و راه های درمانی و پیشگیری نویسنده دکتر سپه <https://darmanedard.ir>; ریان ۱۴۰۲/۱۰/۴ سرچ شده از گوگل سایت
- ۱۳) دهقان کوروش، جالیدهکردی خسرو، تقیان فرزانه، کارگرفرد مهدی، عابدی بهرام. اثر دوازده هفته تمرین مقاومتی دایره های بر نشانگرهای متابولیک و هورمونی توده استخوانی مردان سالمند. فیزیولوژی ورزشی. زمستان ۱۴۰۱؛ ۵۱-۸۲: ۵۶(۱۴)
- ۱۴) تاثیر هشت هفته تمرین قدرتی - استقامتی بر سطوح سرمی AGRP، هورمون رشد، تغییرات اشتها و وزن بدن در زنان یائسه. اصل مقاله نویسنده: باقری لاله، صالحی الهام، بنی طالبی ابراهیم، فرامرزی محمد، مردان پور شهرکردی زهرا
- نشریه: مجله زنان مامایی و نازایی ایران، شماره: هفته چهارم مهر ۱۳۹۵، دوره ۱۹، شماره ۲۸؛ صفحه ۱ تا صفحه ۹
- 15) López-Ortiz, Susana et al. "Effects of physical activity and exercise interventions on Alzheimer's disease: an umbrella review of existing meta-analyses." *Journal of neurology* vol. 270,2 (2023): 711-725. doi:10.1007/s00415-022-11454-8
- ۱۶) همتی فارسانی" et al. , تاثیر شدت های مختلف تمرین مقاومتی بر بیان microRNA-204 و فاکتور نسخه برداری استئوژن Runx2 و برخی خواص بیومکانیکی استخوان موش های صحرایی نر سالمند نژاد ویستار "نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. 38-48: (2021) 14.1
- ۱۷) خدیجه ابراهیمی، سیامک ریحانی راد؛ سعید صدیق اعتقاد؛ سید مهدی وطن دوست. "تاثیر تمرین قدرتی بر میزان حافظه و یادگیری فضایی در موش های صحرایی آلزایمری شده با بتا



آمیلوئید". نشریه دانشور پزشکی، ۲۳، ۱۴۰۳

۱۸) ارتباط بین اختلالات تیروئید و آلزایمر - هشدار برای خانم‌ها. برگرفته از مقاله علمی، پزشکی. نویسنده: دکتر جراح تیروئید احمد فنایی (۱۶ مهر ۱۴۰۱) سرچ شده از گوگل در سایت fanaei



بررسی تاثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر بازیکنان هاکی روی چمن

سایه قاسمزاده^۱، رضا فرضی زاده^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران-۱

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران-۲

چکیده:

مقدمه و هدف: تمرینات تناوبی شامل فعالیت های کوتاه و سخت به صورت دوره ای میباشد که با دوره های استراحت کوتاه تقسیم می شوند. تمرینات تناوبی یکی از بهترین راهکارها برای تقویت سیستم قلبی-عروقی و تقویت استقامت تنفسی و همچنین افزایش سوخت و ساز بدن و کارکرد فیزیکی شناخته می شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی مقالات اختصاص یافته به برنامه تمرینی اختصاصی هاکی مبتنی بر تمرینات تناوبی شدید یا اینتروال (HIIT) (High-Intensity Interval Training) و بررسی تاثیر آن با مشاهده تغییرات در بازیکنان هاکی انجام شده است. روش کار: اطلاعات و داده های مورد نیاز برای اجرای این پژوهش از طریق مطالعه و بررسی پایگاه های اطلاعاتی فارسی و انگلیسی و سایت های علمی (Pubmed, google scholar) با کلید واژه های Field hockey- interval training- مربوط به سال ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ بدست آمده است. تعداد ۱۹ مقاله بررسی شد و ۷ مورد مقاله به دلیل نامرتب بودن کنار گذاشته شد. و در نهایت ۱۲ مقاله بررسی شد. یافته ها: براساس یافته ها تمرینات اینتروال به طور میانگین با شدت (work:rest $100 < HR_{max} < 1:1$ ratio) و مدت (۵ دقیقه) انجام شد. بر اساس یافته ها در تعدادی از مقالات با استفاده از GPS اطلاعات لازم را جمع آوری کردند. مسافت کل طی شده، سرعت بیشینه فاصله مطلق و ... بررسی کردند و بر اساس نتایج بعد از انجام تمرینات مسافت طی شده و سرعت بیشینه و تمرینات با شدت متوسط و شدت بالا بهبود یافته بود و فاصله مطلق کاهش پیدا کرده بود. پس از اعمال برنامه تمرینی، سرعت بیشینه (۰.۶۹ کیلومتر بر ساعت) و دوی سرعت (۳.۴۷) نسبت به مرحله قبل از انجام تمرینات بهبود پیدا کرده بود. همچنین پس از انجام برنامه تمرینی با شدت پایین، فاصله مطلق (۶۳۳/۹۴ متر) و نسبت (۱۴/۸۳ درصد) در اینتروال با شدت کم کاهش یافت، در صورتی که در شدت متوسط (۵۵۳/۴۰ متر و ۹/۷۸ درصد) و با شدت بالا (۲۷۳/۰۷ متر و ۵/۰۵ درصد) نسبت به قبل از اجرای برنامه افزایش یافت. یافته ها در بررسی تاثیر تمرینات اینتروال بر بازیکنان هاکی چمن نشان داد که شاخص های پیامد تمرینات اینتروال شامل حداکثر جذب اکسیژن (VO_{2max})، توانایی دوی سرعت مکرر (RSA)، سرعت تغییر جهت، سرعت، قدرت انفجاری و ترکیب بدنی است. بر اساس یافته ها HIIT تأثیرگذاری بسیاری بر VO_{2max} ، RSA، تغییر جهت، سرعت، و قدرت انفجاری دارد. همچنین علاوه بر تمرینات تناوبی با شدت بالا، تمرینات مقاومتی به طور منظم نیز تاثیر مثبتی بر ترکیب بدن بازیکنان هاکی روی چمن دارد. ($P < 0.05$) همچنین بر اساس اطلاعات کسب شده از مقالات HIIT در کاهش درصد چربی، چربی احشایی شکمی در افراد دارای اضافه وزن نسبت به تمرین هوازی تداومی (CAT) برتری ندارد. در حالی که، HIIT در مقایسه با CAT تأثیرات مثبتی را بر آمادگی قلبی تنفسی، کلاسترول و قند خون دارد. نتیجه گیری: در نتیجه بررسی اثربخشی برنامه تمرینی اینتروال بر بازیکنان هاکی روی چمن با تدوین برنامه تمرینی اختصاصی HIIT، مشخص شد که مسافت طی شده و حداکثر سرعت پس از انجام تمرینات نسبت



به قبل از تمرینات اینتروال افزایش یافته است. با توجه به یافته ها در این مطالعه تمرینات تناوبی با شدت بالا می تواند به بازیکنان هاکی روی چمن کمک کند تا با تغییر مثبت فیزیکی و حرکتی که رخ می دهد، عملکرد خود را بهتر کنند. واژگان کلیدی: تمرینات تناوبی با شدت بالا، هاکی روی چمن، ترکیب بدنی، آمادگی قلبی تنفسی

منابع:

- 1-Choi, Hokyung, et al. "Effects of High Intensity Interval Training Program on Individual Movement during Competition in Field Hockey Players." *Exercise Science* 33.3 (2024): 342-352.
- 2-Büchel, Daniel, Michael Döring, and Jochen Baumeister. "A comparison of the most intense periods (MIPs) during competitive matches and training over an 8-week period in a male elite field hockey team." *Journal of Science in Sport and Exercise* (2023): 1-11.
- 3-Stankovic, Mima, et al. "Effects of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Physical Performance in female team Sports: a systematic review." *Sports medicine-open* 9.1 (2023): 78.
- 4-Bashir, Marrium, et al. "Enhancing Physical Fitness in Elite Field Hockey Players with A Twelve-Week Functional Training Program: A Cluster Randomized Control Trial." *Journal of Sports Science & Medicine* 23.1 (2024): 628.
- 5-Yin, Mingyue, et al. "Chronic high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training are both effective in increasing maximum fat oxidation during exercise in overweight and obese adults: A meta-analysis." *Journal of Exercise Science & Fitness* 21.4 (2023): 354-365.
- 6-Kramer, Ana Marengo, et al. "High-intensity interval training is not superior to continuous aerobic training in reducing body fat: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials." *Journal of Exercise Science & Fitness* 21.4 (2023): 385-394.
- 7-Guo, Zhicheng, et al. "Effect of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on fat loss and cardiorespiratory fitness in the young and middle-aged a systematic review and meta-analysis." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20.6 (2023): 4741.
- 8-Song, Tao, and Yujie Deng. "Physiological and biochemical adaptations to a sport-specific sprint interval training in male basketball athletes." *Journal of Sports Science & Medicine* 22.4 (2023): 605.
- 9-Latino, Francesca, and Francesco Tafuri. "Wearable Sensors and the Evaluation of Physiological Performance in Elite Field Hockey Players." *Sports* 12.5 (2024): 124.
- 10-Koca, Kazım, and Serkan Revan. "The Effects of Resistance Training Applied to Elite Field Hockey Players on Some Strength Parameters." *Turkish Journal of Sport and Exercise* 25.1 (2023): 74-82.
- 11-Latino, Francesca, et al. "High-Intensity Interval Training and Physiological Demands in Wheelchair Tennis Players: A Pilot Study." (2024).
- 12-Oteo-Gómez, David, et al. "Bone Mineral Density in Field Hockey Players: A Systematic Review." *Life* 14.4 (2024): 455.



بررسی تأثیر تمرینات جسمانی بر سازگاری و کارکرد عروق: یک مطالعه مروری

رقیه افرونده^۱، محمدرضا محسن الزبیدی^۲

۱. استاد، رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی

۲. دانشجو، کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، رایانامه (nabeelniazakamil۱۹۹۶@gmail.com)، (نویسنده مسئول)

چکیده

مقدمه و اهداف: فعالیت‌های بدنی تأثیرات گسترده‌ای بر سلامت سیستم قلبی-عروقی داشته و تغییرات مهمی در ویژگی‌های ساختاری و عملکردی عروق ایجاد می‌کنند. تمرینات هوازی و تمرینات تناوبی با شدت بالا باعث کاهش سفتی عروقی می‌شوند، در حالی که تمرینات مقاومتی تأثیرات متفاوتی بر این پارامتر دارند. علی‌رغم پژوهش‌های متعدد در این زمینه، مکانیسم‌های مولکولی دقیق این تغییرات همچنان مورد بحث است. از سوی دیگر، مفهوم قلب ورزشکار به عنوان یک پدیده پذیرفته شده در ادبیات علمی، باعث ایجاد پرسش‌هایی در خصوص سازگاری‌های عروقی ناشی از تمرین شده است. این پژوهش با هدف مرور مطالعات انجام‌شده پیرامون اثرات انواع فعالیت‌های ورزشی بر ساختار و عملکرد شریانی و مکانیسم‌های احتمالی مرتبط با آن انجام شده است.

روش‌ها: در این مطالعه مروری نظام‌مند، مقالات علمی مرتبط که در پایگاه‌های داده معتبر ملی و بین‌المللی منتشر شده بودند، مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. بازه زمانی مورد مطالعه از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۱ در نظر گرفته شد تا گستره‌ای جامع از پژوهش‌های مرتبط با موضوع مورد بررسی را پوشش دهد. در روند جستجو، از کلیدواژه‌هایی مانند فعالیت بدنی، تنش برشی، ضخامت و قطر شریانی، سفتی عروق، نیتریک اکسید و سایر مفاهیم مرتبط استفاده شد. مقالات بازبایی شده پس از بررسی اولیه از لحاظ ارتباط با موضوع، کیفیت روش‌شناسی و تناسب با اهداف مطالعه، مورد غربالگری قرار گرفتند. در نهایت، تعداد ۴۵ مقاله که دارای بیشترین همخوانی با اهداف پژوهش بودند، انتخاب شدند و اطلاعات آن‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل محتوای کیفی بررسی گردید. مقالات مورد بررسی شامل مطالعات مشاهده‌ای، کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده، مطالعات مقطعی و طولی، و نیز مقالات تحلیلی بودند. داده‌های استخراج‌شده بر اساس متغیرهای موردنظر، شامل نوع تمرین ورزشی، شدت و مدت فعالیت، شاخص‌های فیزیولوژیکی عروقی و مکانیسم‌های احتمالی، دسته‌بندی و تحلیل شدند.

نتایج: تحلیل داده‌های حاصل از مقالات مورد بررسی نشان داد که تمرینات هوازی ارتباط مستقیمی با افزایش ویسکوزیته خون، بهبود تولید و ترشح نیتریک اکسید و افزایش میزان گشادی عروق دارند. این تغییرات در نهایت باعث بهبود انعطاف‌پذیری عروقی و کاهش مقاومت شریانی می‌شود. همچنین مشخص شد که تمرینات مقاومتی در برخی



موارد می‌توانند باعث افزایش، کاهش یا عدم تغییر در میزان سفتی عروقی شوند. در این رابطه، شدت، نوع تمرین و ناحیه مورد تمرین، از جمله عوامل تعیین‌کننده در پاسخ عروقی به تمرینات مقاومتی محسوب می‌شوند. علاوه بر این، در سطح ساختاری، تغییرات مهمی در قطر و ضخامت دیواره شریانی مشاهده شد که می‌توان آن‌ها را به دو دسته تغییرات موضعی (در عروق نواحی تمرین‌دیده) و تغییرات سیستمیک (در تمامی عروق بدن) تقسیم کرد. این یافته‌ها نشان دادند که تغییرات ناشی از تمرین ورزشی، بسته به ویژگی‌های تمرین، ممکن است به صورت منطقه‌ای یا عمومی بروز یابند. همچنین، مشخص شد که اثرات تمرین ورزشی بر عروق بسته به نوع تمرین و متغیرهای مرتبط با آن، در افراد مختلف به شکل متفاوتی ظاهر می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری: بررسی‌های انجام‌شده در این مرور نظام‌مند حاکی از آن است که پاسخ سیستم عروقی به تمرینات ورزشی وابسته به نوع، شدت و مدت تمرین است. تمرینات هوازی با افزایش تولید نیتریک اکسید، کاهش سفتی عروقی و بهبود خاصیت ارتجاعی عروق، به عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های تقویت عملکرد قلبی-عروقی شناخته می‌شوند. در مقابل، تأثیر تمرینات مقاومتی بر سفتی عروقی همچنان به عنوان یک مسئله بحث‌برانگیز مطرح است و بسته به شدت و نوع تمرین می‌تواند متفاوت باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی ممکن است موجب افزایش سفتی عروقی شوند، در حالی که برخی دیگر بیانگر عدم تغییر یا حتی کاهش سفتی عروقی تحت شرایط خاص هستند. این موضوع بیانگر پیچیدگی مکانیسم‌های سازگاری عروق نسبت به انواع مختلف تمرینات ورزشی است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی می‌تواند راهکاری مناسب برای بهره‌گیری از مزایای هر دو نوع تمرین در بهبود عملکرد عروقی باشد. با این حال، برای تعیین دقیق اثرات این ترکیب بر شاخص‌های عروقی و مکانیسم‌های دخیل در آن، مطالعات بیشتری مورد نیاز است. از سوی دیگر، یافته‌های این مطالعه ضرورت بررسی‌های بیشتر بر روی مکانیسم‌های مولکولی مرتبط با تغییرات عروقی ناشی از تمرینات ورزشی را مورد تأکید قرار می‌دهد. درک عمیق‌تر از این فرایندها می‌تواند به طراحی برنامه‌های تمرینی بهینه برای افراد مختلف، از جمله ورزشکاران حرفه‌ای، افراد دارای بیماری‌های قلبی-عروقی و سالمندان، کمک کند.

کلیدواژه‌ها: تمرینات جسمانی، سازگاری، تصلب شرایین، عملکرد عروقی



بررسی تاثیر تمرینات کششی عضلات چهارسر رانی در داخل آب بر افزایش رکورد پرش سارجنت

حسین فرض اللهی^۱، آیدین علی خیای^۲، امیرعلی جعفرنژاد گرو^۳، صدرا کیانی^۴، علیرضا سیاهی عربلو^۵، متین سعیدی^۴

۱. کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

ایمیل: Farzollahhossein@student.uma.ac.ir

۲. دکتری مدیریت ورزشی، گروه مدیریت ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

۳. دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

۴. کارشناسی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

۵. کارشناسی ارشد مدیریت توسعه جهانگردی، گروه گردشگری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

چکیده

هدف: پرش سارجنت روشی مناسب جهت شناسایی ارتفاع پرش عمودی افراد است. و به عنوان یک شاخص مؤثر برای پیش‌بینی موفقیت در حرکات ورزشی انفجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرینات کششی عضلات چهارسر رانی در داخل استخر آب بر افزایش رکورد پرش سارجنت بود. روش پژوهش: در این پژوهش نیمه تجربی تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان پسر سالم رشته‌ی تربیت بدنی دانشگاه محقق اردبیلی به روش در دسترس، انتخاب و به طور تصادفی و مساوی در دو گروه ۳۰ نفره مداخله و کنترل تقسیم شدند. به هر دو گروه به مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه به ترتیب برای گروه مداخله، تمرینات معمول آمادگی جسمانی به همراه تمرینات کششی عضلات چهارسر رانی در داخل استخر آب و برای گروه کنترل، فقط تمرینات معمول آمادگی جسمانی ارائه شد. بعد از ۱۲ جلسه رکورد پرش سارجنت آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه‌ی بین گروهی از آزمون تی مستقل با سطح معناداری ($P < 0.005$)، به کمک نرم افزار SPSS 26 استفاده شد. یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر بین دو گروه نشان داد که از لحاظ آماری بین گروه مداخله با گروه کنترل در فراوانی رکورد حرکت پرش سارجنت دانشجویان پسر تربیت بدنی دانشگاه محقق اردبیلی اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$).

نتیجه گیری: با توجه به یافته‌های به دست آمده از پژوهش، به نظر می‌رسد، ارائه‌ی تمرینات کششی عضلات چهار سر رانی در داخل استخر آب سبب افزایش رکورد حرکت پرش سارجنت در آزمودنی‌های گروه مداخله شد. بنابراین تمرینات کشش عضلات چهار سر رانی در داخل استخر آب می‌تواند سبب افزایش رکورد حرکت پرش سارجنت در دانشجویان تربیت بدنی پسر دانشگاه محقق اردبیلی شود.

کلمات کلیدی: پرش سارجنت، عضلات چهار سر رانی، تمرینات مقاومتی، ورزش آبی



بررسی تاثیر تمرینات هوازی در جلوگیری از چاقی کودکان

هانیه امیرخانی^۱، الینا کوهی^۲، ساناز زینالی^۳، باقر شجاع انزایی^۴

گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل. ایران

مقدمه:

یکی از عوامل مهمی که در جامعه کودکان را تهدید می کند چاقی می باشد [۱]. بر اساس اطلاعات سازمان بهداشت جهانی در ۲۰۱۷، بیش از ۳۴۰ میلیون کودک و نوجوان چاق در سنین ۵-۱۹ سال وجود دارد [۲]. شیوع روزافزون اضافه وزن و چاقی در کودکان با ظهور بیماری های همراه مانند آپنه انسدادی خواب، دیابت نوع، دیس لیپیدمی، فشار خون بالا و بیماری کبد چرب غیرالکلی همراه است این بیماری ها با شدت چاقی ارتباط مثبت دارند و علاوه بر این، مشکلات روانی اجتماعی مانند کاهش عزت نفس، افسردگی و تبعیض همسالان توسط کودکان دارای اضافه وزن و چاقی تجربه می شود. همچنین بارهای اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی در ارتباط با افزایش شیوع چاقی کودکی و بیماری های مرتبط با آن وجود دارد [۴] عواقب ناگوار مرتبط با چاقی کودکان که تا بزرگسالی پیشرفت می کند، شامل موفقیت ضعیف علمی و مهارت پایین تر، نتایج پایین تر در بازار کار، افزایش هزینه های مراقبت های بهداشتی و کاهش بهره وری است [۱]. شیوع فزاینده چاقی و سندرم متابولیک در دختران که به علت بلوغ به ظرفیت تولید مثل رسیده اند، بسیار نگران کننده است، زیرا چاقی درمان نشده از طریق انتقال مادر به جنین به ماندگاری آن در فرزندان آن ها منجر می شود [۵].

افزایش شیوع اضافه وزن و چاقی در دوران کودکی با ظهور عوارض جانبی مانند آپنه انسدادی ، دیابت نوع ۲ ، دیس لیپیدمی ، فشار خون بالا و بیماری کبد چرب غیر الکلی همراه است. ۳ این عوارض با شدت چاقی ۳ و همبستگی مثبت دارند. بر عوارض زندگی بزرگسالان و مرگ و میر تاثیر می گذارد [۶]

یوسف و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه ای به بررسی عوامل اجتماعی اضافه وزن و چاقی در کودکان در ایالات متحده پرداخته اند. بدین منظور در این مطالعه از داده های نظرسنجی ملی مجموعه سلامت کودکان (NSCH) 2016-17 استفاده کردند. اضافه وزن به عنوان شاخص توده بدنی ($BMI \geq 85$) تا $95 >$ تعریف شد ، در حالی که چاقی به عنوان صدک BMI-95 برای سن و جنس تعریف می شد. بر اساس ادبیات و محتمل بودن مسیر ، ما چندین متغیر SDOH را به عنوان پیش بینی کننده اضافه وزن در دوران کودکی یا چاقی در ایالات متحده بررسی کردیم. بررسی مدل های رگرسیون-زویه ای بررسی برای تولید تخمین نسبت شیوع (PR) برای ضبط ارتباط بین SDOH و اضافه وزن یا چاقی ساخته شده است. نتایج این مطالعه نشان دادحدود ۳۰.۶ میلیون کودک مورد بررسی قرار گرفتند که از این تعداد ۹.۵ میلیون نفر (۳۱.۰٪) یا اضافه وزن یا چاقی بودند. احتمال چاقی به ترتیب در بین کودکان سیاه پوست و اسپانیایی غیر اسپانیایی ($PR = 1.53$ ؛ $CI = 1.01-2.31$ ؛ 95%) و ($PR = 1.50$ ؛ $CI = 1.18-1.90$ ؛ 95%) افزایش یافته است.



اضافه وزن در کودکان کوچکتر ، فرزندان والدین مجرد و کودکانی که در یک محله زندگی می کردند و بدون امکانات زندگی می کردند ، بیشتر بود. دستیابی والدین از تحصیلات دانشگاهی ، پوشش بیمه درمانی ، جنسیت زن و زبانی که در خانه به غیر از اسپانیایی صحبت می شود ، در برابر اضافه وزن یا چاقی محافظت می کردند. محققان به این نتیجه رسیدند که SDOH نمایانگر نشانگرهای اضافه وزن یا چاقی در کودکان است. ما توصیه می کنیم که مداخلات نوآورانه با استفاده از خطر SDOH و مسیرهای محافظتی به عنوان راهنما برای رسیدگی به اپیدمی فعلی اضافه وزن و چاقی در کودکان انجام شود.

کلید واژه: تمرینات هوازی، چاقی، کودکان

منابع

- Yusuf ZI, Dongarwar D, Yusuf RA, Bell M, Harris T, Salihu HM. Social determinants of overweight and obesity among children in the United States. *Int J MCH AIDS*. 2020; 9(1):22-33.
- Faienza MF, Chiarito M, Molina-Molina E, Shanmugam H, Lam-mert F, Krawczyk M, et al. Childhood obesity, cardiovascular and liver health: A growing epidemic with age. *World J Pediatr*. 2020; 16(5):438-45.
- Bhat A, Sharma M. Prevalence of obesity and hypertension among teenage girls in an emerging metropolitan city of Central Rajasthan. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol*. 2021; 11(7):704-9
- فرپور، ناظم. نقش برنامه تمرین تناوبی هوازی بر نیمرخ عملکرد ریه دختران نوجوان با ترکیب بدن متفاوت. *مجله علمی پزشکی جندی شاپور*. ۲۰۲۲. Jan 21;20(6):566-75.
- Yusuf ZI, Dongarwar D, Yusuf RA, Bell M, Harris T, Salihu HM. Social determinants of overweight and obesity among children in the United States. *International Journal of Maternal and Child Health and AIDS*. 2020;9(1):22.



بررسی تمرینات ورزشی و اثر آن‌ها بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان: مروری سیستماتیک

مهسا نباتی سفیده خوان^۱، فرهاد رضازاده^۲، مهشید یوسفی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. استادیار علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه:

پیری به عنوان یک فرایند غیرقابل برگشت، پویا و پیش رونده تعریف می شود که با عوامل جسمی، اجتماعی و شناختی در ارتباط است. سالمندی را می توان دوره ای از کاهش ساختارها و عملکردهای بدن به شمار آورد، چرا که فرد در معرض بروز بیماری ها و آسیب های مرتبط با سن قرار دارد. یکی از مشکلات ناشی از سلامت ناکافی شناختی، جسمی و اجتماعی در سالمندان، زمین خوردن است. زمین خوردن به عنوان دلیل اصلی مرگ ناشی از آسیب در این گروه سنی شناخته می شود. بر اساس تحقیقات انجام شده، بیش از ۳۰ درصد از سالمندان هر سال به طور میانگین یک بار دچار زمین خوردن می شوند. اگرچه بیشتر این سقوطها منجر به آسیب جدی نمی شود، اما منجر به عارضه ای به نام «ترس از افتادن» می شود. با توجه به اینکه در سالمندی کارایی فرآیندهای مرتبط با حفظ تعادل و کنترل وضعیت قامت کاهش می یابد، به کارگیری روش های درمانی مناسب برای بهبود تعادل و کنترل پستی به منظور پیشگیری از خطر زمین خوردن ضروری است. بنا به مطالب بیان شده و اهمیت حفظ تعادل در پیشگیری از افتادن در سالمندان، هدف از مطالعه حاضر مرور بر تمرینات انجام شده و اثربخشی آن ها بر میزان تعادل می باشد.

روش کار:

مطالعه حاضر یک پژوهش مروری سیستماتیک بود. جستجو برای کلیدواژه های سالمندان، تعادل ایستا، تعادل پویا، افتادن و صفحه نیرو در پایگاه های اطلاعاتی Noormags, Google, ScienceDirect, Magiran, Google Scholar, PubMed و Scopus انجام گرفت. با استفاده از این کلیدواژه ها، ۲۸ مقاله فارسی به دست آمد که پس از حذف مقالات تکراری و عناوین نامرتبط با موضوع تحقیق و نیز اعمال معیارهای ورود و خروج (استفاده از مقالات فارسی، در دسترس بودن مقالات و مرتبط بودن آن ها با کلمات کلیدی و...)، ۸ مقاله از سال های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ بررسی شد. هدف این مطالعه تحلیل تأثیر تمرینات ورزشی بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان در این تحقیقات بود.

بحث و نتیجه گیری:

این پژوهش بررسی تمرینات ورزشی و اثر آن ها بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان پرداختند. با توجه به اهمیت مبحث تعادل و جلوگیری از افتادن در سالمندان هدف از تحقیق حاضر بررسی تمرینات انجام شده بر روی تعادل و انتخاب مؤثرترین روش می باشد. در این راستا رئیسی و شراهی (۲۰۲۱) تأثیر هشت هفته تمرینات فال پروف نظارت شده در خانه بر تعادل، کیفیت زندگی و ترس از افتادن سالمندان را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این



تمرینات تأثیر مثبتی بر فاکتورهای سنجیده شده داشته است. در مطالعه‌ای دیگر عظیمی زاده و همکاران (۲۰۲۱) پس از هشت هفته تمرین کاوتورن کوکسی بر تعادل و قدرت اندام تحتانی، اثر مثبت آن را بیان کردند. حسینی و همکاران (۲۰۲۱) به مطالعه اثر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی در راه رفتن سالمندان پرداختند و بیان کردند که این تمرینات می‌تواند بر تعادل سالمندان اثرگذار باشد هرچند به دلیل اثرگذاری بیشتر تمرینات ترکیبی، این گروه از تمرینات را توصیه کردند. قادریان و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات تعادلی بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان را سنجیدند. نتایج حاکی از این بود که تمرینات چرخشی نسبت به تمرینات تعادلی، اثر بیشتری بر بهبود تعادل عملکردی نشان دادند. تأثیر تمرینات عملکردی معلق تی آر ایکس بر قدرت عضلانی اندام تحتانی، تحرک پذیری، تعادل و ترس از سقوط مردان سالمند توسط مرادی و همکاران (۲۰۲۳) بررسی شد. به نظر می‌رسد که استفاده از این شیوه تمرینی معلق، تأثیر مثبتی در بهبود عملکرد و کاهش برخی از مشکلات مرتبط با دوران سالمندی دارد. صفری و همکاران (۲۰۲۳) پس از ۸ هفته تمرینات پایداریسازی عصبی عضلانی پویا توصیه کردند که استفاده از این گروه تمرینات می‌تواند بر افزایش تعادل در سالمندان مؤثر باشد. در پژوهشی دیگر اثر تمرینات ترکیبی بر عملکرد گذر از پله توسط قادریان و همکاران (۲۰۲۳) بررسی شده و اثر مثبت آن توسط پژوهشگران تأیید شد. الحسینی و همامی (۲۰۲۴) تمرینات یوگا و مربع گام‌برداری بر زنان سالمند را سنجیده و آن را به عنوان یک روش تمرینی ساده، این شیوه برای بهبود عملکردهای جسمانی و شناختی زنان سالمند توصیه شده است.

نتایج تحقیقات حاضر اثرگذاری سودمند تمرینات ورزشی بر تعادل و کاهش ترس از افتادن را نشان می‌دهند و با یکدیگر همسو هستند. باتوجه به اثرگذاری بیشتر تمرینات ترکیبی توصیه می‌شود که جهت درمان و کاهش ترس از افتادن و افزایش تعادل از این تمرینات استفاده شود.

کلمات کلیدی: سالمندان-تعادل ایستا-تعادل پویا-افتادن-صفحه نیرو

منابع:

1. Azimzadeh MJ, Tabatabai Asl SM, Hoseini SH. The Effects of an Eight-week Cawthorne-Cooksey Training Program on Balance and Lower Limb Strength in the Elderly. *Journal of Sport Biomechanics*. 2021 Jun 10;7(1):68-77.
2. Hoseini MR, Sadeghi H, Taghva M. Impact of Dry, Wet & Combination Endurance Training on Selected Biomechanical Variables At The Voluntary Gait In Men Aged 60-75. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021 Nov 22;10(5):1080-93.
3. Safari H, Zolaktav V. Effects of eight weeks of Dynamic Neuromuscular Stabilization exercises on the balance of older men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023 Jan 21;11(6):978-87.
4. Moradi M, Eskandari Z, Mirmoezzi M, Lashgari M. Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023 Nov 22;12(5):868-79.
5. Ghaderiyan M, Ghasemi G, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. The Effect of Turning Training in Comparison with Balance Training on Balance Performance, Mobility, Turning and Fear of Falling in Older Adults. *Studies in Sport Medicine*. 2022 Jul 23;14(32):43-76.



6. Puladian M, Ayatizadeh Tafti F, Samadi H. COMPARISON OF THE EFFECT OF MINDFULNESS EXERCISES AND PETTLEP MENTAL IMAGERY ON THE BALANCE AND CONTINUOUS ATTENTION OF ELDERLY WOMEN. Studies in Medical Sciences. 2023 Aug 10;34(5):278-89.
7. Ghaderian M, Ghasemi GA, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. Effect of Combined Exercises on Stair Negotiation Performance of Older Men: A Randomized Controlled Clinical Trial. Iranian Journal of Ageing. 2023 Oct 10;18(3):304-25.
8. Eskandari M, Nezakat Alhosseini M, Safavi Homami S. Comparison of Memory, Balance and Fear of Falling in Older Women After Performing Yoga and Square-stepping Exercises. Iranian Journal of Ageing. 2024 Oct 10;19(3):438-51.



تاثیر فعالیت ورزشی بر سلامت استخوان و جلوگیری از پوکی استخوان

فاطمه برمکی علمدار دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی - فیزیولوژی و تندرستی دانشگاه محقق اردبیل

چکیده

مقدمه وهدف: پوکی استخوان (استئوپروز) به عنوان بیماری خاموش قرن بیست و یکم تعریف شده است که به دلیل شدت، مزمن بودن و پیشرفت آن به یک خطر برای سلامت عمومی تبدیل شده که در افراد سالمند بیماری شایعی است که منجر به کاهش استحکام استخوانها میشود و منجر به افتادن و شکستگی استخوانها یشان میشود پوکی استخوان رایج ترین بیماری متابولیکی استخوان است که عوامل مختلفی مانند شاخص پایین توده بدن و عدم فعالیت جسمانی در بروز این بیماری دخالت دارند... پوکی استخوان در زنان (۴۰-۵۰ سالگی) بیشتر از مردان (۵۰ تا ۶۰ سالگی) اتفاق می افتد (به دلیل یائسگی و کاهش میزان استروژن در بانوان). روند بروز این بیماری بسیار کند بوده و تا زمانی که فرد در اثر حادثه ی جزئی مانند زمین خوردن یا حتی سرفه یا عطسه دچار شکستگی نشود، هیچ نشانه ای ایجاد نمیکند و با تشخیص به موقع میتوان آن را پیشگیری و درمان کرد، روش های درمان از یک سو، درمان های دارویی با استفاده از داروهای ضد جذب و همچنین درمان های پزشکی احیا کننده نوظهور مانند درمان های سلولی و استفاده از هیدروژل های زیست فعال مشخص می شوند. از سوی دیگر، درمان های غیردارویی با عادات سبک زندگی مرتبط هستند، مانند فعالیت بدنی، رژیم غذایی و ترک عادت های مضر مانند مصرف زیاد الکل یا سیگار کشیدن (۱)(۲) هدف از انجام این طرح پژوهشی بررسی تاثیر فعالیت ورزشی بر سلامت استخوانهای سالمندان و جلوگیری از پوکی استخوان در افراد سالمند است و این پژوهش انجام شده از نوع مروری می باشد.

روش تحقیق: اطلاعات مورد نیاز برای این تحقیق از طریق بررسی و مطالعه سایتهای علمی و اطلاعاتی مثل SID، googlescholar، CORE، Semantic Scholar و کتاب فعالیت های ورزشی ویژه سالمندان، yahoo، به دست آمده. تعداد سی و هشت مقاله علمی معتبر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و از بین آنها هفت مورد به دلیل مرتبط نبودن با موضوع تحقیق کنار گذاشته شده و مطالب سی و یک مقاله نوشته شده است. روش جذب دوگانه پرتو ایکس روشی استاندارد برای تشخیص پوکی استخوان است ولی با توجه به هزینه های بالای غربالگری پوکی استخوان توصیه نمی گردد. ابزارهایی برای سنجش میزان ابتلا به استئوپروز ابداع شده است مانند ابزار بررسی خطر پوکی استخوان (ORAI) که با حساسیت ۷۰٪/ ۹۰ درصد قادر به تشخیص میزان تراکم استخوان میباشد. نتایج: نتایج به دست آمده از این تحقیقات و مقالات نشان میدهد که انجام فعالیت ورزشی (هوازی، قدرتی، انعطافی، تعادلی) با شدت متوسط ۳ الی ۵ جلسه به مدت ۳۰-۴۵ دقیقه میتواند تاثیر مثبتی بر سلامت استخوانها داشته باشد. ورزش علاوه بر جلوگیری از پوکی استخوان بلکه به ترمیم استخوان های ضعیف نیز کمک میکند و باعث حفظ تعادل واز زمین خوردن سالمندان



جلوگیری میکند. فعالیت هوازی نظیر پیاده روی، شنا، ایروبیک و... فعالیت قدرتی مثل کار با وزنه، بلند کردن و حمل کردن و... فعالیت های انعطافی مثل یوگا، پیلاتس و... میتوانند تاثیر مثبتی در افزایش تراکم استخوانها داشته باشند. این نتایج با اندازه گیری توسط آزمون های برنامه spss به این نتیجه رسیده اند که تراکم استخوان در افرادی که فعالیت های ورزشی انجام میدهند خیلی بیشتر از افراد غیر ورزشی است البته سبک زندگی سالم همراه با رژیم غذایی متناسب نیز تاثیر گذار است. Pubmet: جولیان براندائو و همکارانش در تحقیق انجام شده با عنوان تجزیه و تحلیل اثرات تمرین ورزشی چند جزئی در زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان، که در این تحقیق دو تا چهار نوع تمرین مختلف از جمله تمرینات قدرتی، هوازی، تعادل، انعطاف پذیری و/یا تمرینات تناسب اندام عملکردی را ترکیب کردند. تمرین چند جزئی با میانگین ۲۷.۲ هفته، ۲.۶ جلسه در هفته و ۴۵ دقیقه در هر جلسه بهبود در قدرت، انعطاف پذیری، کیفیت زندگی، تراکم استخوان، تعادل و آمادگی عملکردی را نشان داد و خطر زمین خوردن را در زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان کاهش داد. نشان داده شد که تمرین چند جزئی در بهبود متغیرهای مرتبط با سلامت در زنان مسن مبتلا به پوکی استخوان موثر است. (۳) کوروش دهقان و همکارانش در سال (۱۴۰۲) تحقیقی با عنوان تاثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی، ویریشن کل بدن و ترکیبی بر غلظت سرمی ویتامین D، تراکم موادمعدنی استخوان و شاخص های عملکردی در مردان سالمند با پوکی استخوان، به این نتیجه رسیده اند که انجام تمرینات مقاومتی دایره ای، ویریشن و ترکیبی به عنوان یک روش درمانی غیر دارویی می تواند سبب افزایش قابل توجهی در تراکم استخوانی و شاخص های عملکردی مردان سالمند شود ولی تاثیری بر شاخص های هورمونی مردان سالمند مبتلا به پوکی استخوان ندارد، مطالعات بیشتر با پیگیری طولانی مدت برای تایید این یافته ها باید مورد توجه قرار گیرد. (۴)

حسن صادقی و همکارانش در سال (۱۳۹۹) تحقیقی با عنوان کزی بر تعادل و راه رفتن افراد سالمند با سابقه زمین خوردن و مشکل شناختی خفیف به این نتیجه رسیده اند که تقویت عضلات در ناحیه مرکزی بدن، منجر به حفظ تعادل سالمندان در فعالیتهای روزمره زندگی میشود. از آنجایی که داشتن استقلال در افراد با سابقه زمین خوردن بسیار مهم است، میتوان با انجام این ورزشها به عنوان حرکاتی ساده، کم هزینه و مناسب برای ورزش در خانه، باعث بهبود استقلال و مشارکت فعال آنها در جامعه شد و با افزایش تعادل، از سقوط و زمین خوردن مجدد آنان جلوگیری نمود. (۵) نتیجه گیری: با توجه به بررسی ها و جمع بندی نتایج تحقیقات به دست آمده، فعالیتهای ورزشی (استقامتی و قدرتی، تعادلی، انعطاف پذیری) میتوانند در وضعیت استخوانها و سلامت استخوانها و جلوگیری از پوکی استخوان ها و جلوگیری از زمین خوردن سالمندان مفید واقع شوند.

واژگان کلیدی:

فعالیت های ورزشی، جلوگیری از پوکی استخوان، سالمندان، حفظ تعادل

منابع

(۱) ICSPORT08_043

(۲) <https://civilica.com/doc/1715719/>



- (3) Linhares DG, Borba-Pinheiro CJ, Castro JBP, et al. Effects of Multicomponent Exercise Training on the Health of Older Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(21):14195. Published 2022 Oct 30. doi:10.3390/ijerph192114195
- (4) Dehghan K, Jalali Dehkodi K, Taghian F, Kargarfard M, Abedi B. The Effect of 12 Weeks of Resistance Training, Total Body Vibration and Combination on Serum Vitamin D Concentration, Bone Mineral Density and Functional Indices in Elderly Men with Osteoporosis: A Randomized Controlled Trial. *RSMT* 2023; 21 (25) :147-167
- (5) Sadeghi Hassan, Shojaeddin Seyed Sadruddin, Ali Janpour Elham, Abbasi Ali. The effect of core stability exercises on balance and gait in elderly people with a history of falls and mild cognitive impairment: a randomized clinical trial study. *Research in Rehabilitation Sciences* 2019; 16:111-11



بررسی تاثیر کاهش سریع وزن در کشتی گیران

زهرا کیانی^۱ - مهدیه علیپور^۲ - انسبیه نادری^۳ - نادیا صفرزاده^۴ - راضیه یدالهی^۵ - نرگس قهرمانلو^۶

۱-استاد گروه تربیت بدنی آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی ، بجنورد ، ایران

۲-دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

۳-دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

۴-دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

۵-دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

۶-دانشجوی کاردانی ، آموزشکده فنی حرفه ای انقلاب اسلامی ، خراسان شمالی، بجنورد، ایران

چکیده

مقدمه وهدف: هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر کاهش سریع وزن در کشتی گیران و آسیب های احتمالی و خطراتی که ممکن است برای کشتی گیران قبل مسابقه ، حین مسابقه و بعد از مسابقه رخ دهد.

روش پژوهشی:بررسی ۳۰ نفر از کشتی گیران تمرین کرده استان خراسان، با محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال به صورت داوطلبانه انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه، کاهش وزن ، وزن حاد (سریع) و گروه کاهش وزنی کند تقسیم شدند. قبل و ۱۶ ساعت بعد از دوره کاهش وزن از هر دو گروه به وسیله کالیپر لافایت درصد چربی و همچنین آزمون هایی برای ارزیابی قدرت و استقامت بالا تنه و پایین تنه گرفته شد از آزمودنیها خواسته شد که ۴ درصد وزن خود را کاهش دهند. گروه اول به طور سنتی با استفاده از سونا و رژیم غذایی طی ۴۸ ساعت ، گروه دوم بر اساس روشی جدید بر پایه رژیم خاصی که توسط محققان بررسی شده بود به کاهش وزن پرداختند.متغیرهای جمع آوری شده عبارتند از: پرس سینه ، اسکات پا برای اندازه گیری قدرت بالا تنه و پایین تنه، حداکثر تکرار پرس سینه، اسکات پا با ۴۰ درصد ، حداکثر اجرای بارفیکس و در سطح چربی بدن داده ها به وسیله نرم افزار Spss تجزیه و تحلیل شد.

نتیجه گیری:یافته ها نشان داد که کاهش سریع وزن موجب کاهش معنادار قدرت بالا تنه واستقامت بالا تنه و پایین تنه شد، در حالی که قدرت پایین تنه ودرصد چربی تغییر معناداری نداشت، اما در گروه کاهش وزن کند،درصد چربی کاهش معناداری نشان دادو هیچ یک از عوامل ذکر شده تغییر معناداری نداشت. زیرااطلاعات کسب شده نشان میدهد که افزایش و کاهش وزن بسیار،میتواند بر روی کشتی گیران تاثیرات منفی و زیان آور و گاهی اتفاقات جبران ناپذیری را نیز داشته باشد.

کلمات کلیدی: قدرت، کشتی گیران ، کاهش وزن ،استقامت ،چربی

مقدمه

مسابقات جهانی و المپیک همواره به صورت منظم برگزار شده وسالهای زیادی است که مسابقات کشتی با وزن های مختلف که توسط فدراسیون جهانی کشتی مشخص شده است برگزار میگردد، ورزشکاران بسیار زیادی با کاهش دادن وزن خود سعی در کسب قهرمانی در میادین مختلف داشتند. کشتی گیران وزنشان را معمولاً در محدوده معین نگه



داشته و یا در صورت داشتن وزن مازاد، از روشهای مختلفی استفاده میکنند. کاهش وزن سریع از طریق محدودیت غذایی شدید و با استفاده از کاهش آب بدن از طریق پوشیدن لباسهای ضخیم و قرار گرفتن در معرض گرما صورت می گیرد.

مطالعات در مورد کاهش وزن نشان میدهد که ورزشکاران ۳ تا ۲۰ درصد وزن خود را پیش از فصل مسابقه در روزهای پایانی یا روز قبل از وزن کشی، کاهش می دهند. وشخص میتواند این کار را بارها طی فصل مسابقه تکرار کند. زیرا کشتی گیران موفق ممکن است در سال در ۱۵ تا ۳۰ مسابقه شرکت کنند (کابو، ۲۰۰۶).

این موضوع به خوبی آشکار شده که کشتی گیران وزنشان را به روش سنتی و با ترکیبی از محرومیت مایعات و عرق کردن توسط حرارت یا تمرین، کم می کنند. از بین این روش ها از دست دادن آب از طریق عرق کردن متداولتر است که در این صورت حتی وقتی که زمانی بین ۱ تا ۵ ساعت برای آبیگری مجدد بدن پس از وزن کشی تعیین میشود، این فاصله برای آبیگری مجدد و تثبیت کامل برای هموستازی آب و الکترولیت ها کافی نیست. کاستن آب بدن، علاوه بر افزایش در دمای بدن، ضربان قلب، فعالیت نزدیک بیشینه یا درمانده ساز، به افت در برونده قلب، حجم ضربه ای، حجم خون، سرعت جریان خون عضله و کاهش آستانه بی هوازی و فشار خون می انجامد. این نمیرخ فیزیولوژیک سر انجام تحلیل در قدرت، توان و استقامت عضلات اسکلتی و افت عملکرد ورزشی آنان را به دنبال خواهد داشت. (استین، ۱۹۹۰).

پژوهش های علمی گولکان و همکاران، نقش حیاتی آب را در به اوج رسیدن توانایی ورزشکار تایید میکند گولکان اظهار میکند کم آبی بدن حتی به مقدار اندک، قابلیت های اجرایی را کاهش می دهد.

منظور بررسی آثار کمبود آب بدن بر اجرای ورزشکاران، از داوری (پیشاب آور لازیکس) استفاده کرد. شدت کمبود آب بالاینکه اندک و حدود ۲ تا ۳ درصد بود، اما همین مقدار کم، موجب کاهش ۳ درصدی توانایی ورزشکار در دوی ۱۵۰۰ متر و کاهش ۶ تا ۷ درصد در دوی ۵۰۰۰ متر شد. همچنین، از روشهایی مانند ورزش شدید، گرسنگی شدید، و استفاده از مسهل ها برای کاهش وزن خود بهره می گیرند (فیلیپ، ۲۰۰۳).

جای تعجب است که در رژیم های غذایی کاهنده ی وزن، درصد چربی بدن زیاد کاسته نمی شود. در این نوع رژیم ها وزن کاهش می یابد، ولی درصد چربی بدن کاهش معنی داری پیدا نمی کند. همچنین نشان داده شده که از رژیم غذایی شدید باید پرهیز کرد. زیرا موجب متابولیسم عضله در پدیده ای به نام گلوکونئوتوز می شود. نتایج تحقیقات اخیر درباره کشتی گیران جوان نشان میدهد ۱۳ تا ۳۸ درصد آنان سه بار در هفته یا بیشتر از روش محدود کردن مایعات و غذا استفاده میکنند. همچنین از سونا ۳ تا ۵ درصد و پوشیدن لباسهای پلاستیکی ۹ تا ۱۰ درصد برای کاهش وزن بهره می گیرند. این شیوه ها غالباً در روز قبل از وزن کشی هر مسابقه انجام میشود. این شیوه ها باهم، یا به تنهایی بر اعمال قلبی عروقی، تنظیم درجه حرارت بدن، فعالیت کلیه ها، تعادل مایعات و الکترولیت ها، ترکیب بدنی، قدرت و استقامت عضلانی آثار مضر دارند (محمدخانی، ۱۳۷۹).

همچنین افزایش نوسان وزنی، کاهش و افزایش وزن، در طول فصل مسابقه آثار منفی بر خلق و خو دارد و حافظه کوتاه و بلند مدت را کاهش می دهد. انس و همکاران نشان دادند کشتی گیران، در مقایسه با دیگر ورزشکاران، بیشتر



دچار اختلالات غذایی میشوند. این امر سبب شد سازمانهای بهداشتی نگرانی خود را در مورد این شیوه ابراز کنند و بیانییه هایی را برای کاهش این رفتارها منتشر نمایند.

کشی گیران به این امید اقدام به کاهش وزن میکنند که می پندارند دوره باز سازی مایعات ، الکترولیتها ، گلیکوژن عضلات از دست رفته هنگام مسابقه و تحلیل رفتگی قدرت بدن شان کوتاه مدت بوده و ظرف ۳۰ دقیقه تا ۲ ساعت به درازا می کشد. در حالی که دوره بازیافت منابع مغذی تهی شده متعاقب کاهش سریع وزن به زمان طولانی تر ، ۷۲ ساعت و حتی بیشتر نیاز دارد. ضمن اینکه درصد کمی از کشتی گیران برای کاهش وزن از تحریک کننده ها، مکمل ها و ملینها استفاده میکنند، روشهای نامناسبی هم وجود دارند که کمتر به کار می روند و در آن حجمی از خون ورزشکار گرفته شده و پس از وزن کشی دوباره تزریق می شود همه روشهای کاهش وزن به طور بالقوه : وضعیت تغذیه ای ، فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشکار را تحت تاثیر قرار می دهند (موسوی، ۱۳۹۴).

کاهش پیش از ۵ درصد وزن بدن ورزشکار در کمتر از ۷۲ الی ۹۶ ساعت بر عملکرد هوازی) توان (استقامت عضله ، قدرت عضله به ویژه در گروههای عضلات درشت اندام های تحتانی، تمرکز روانی، سیستم ایمنی و قابلیت تنظیم دمای بدن تاثیر منفی می گذارد. کاهش وزن وضعیت تغذیه ای پروتئین را کاهش و وضعیت هورمونی را تغییر می دهد. با مروری که بر روی مقالات همه گیر شناسی کشتی انجام گرفته هنوز در بسیاری از زمینه های آسیب شناسی کشتی کمبود اطلاعات به وضوح به چشم میخورد در ایران نیز با توجه به جایگاه کشتی به عنوان ورزش اول کشور هنوز مطالعه ای در زمینه همه گیرشناسی آسیبها به صورت تخصصی ، جامع و آینده نگر انجام نگرفته است در سایر مطالعات نیز محدودیتهایی از جمله اینکه در بسیاری از موارد تقسیم بندی یکسانی در مورد نواحی آسیب دیده بدن وجود ندارد در مورد مقایسه آسیبهای کشتی آزاد و فرنگی فقط یک تحقیق صورت گرفته است به همین علت نمی توان آسیبهای این دو رشته را به خوبی تفکیک کرد به علت ماهیت کشتی ، گاهی آسیبهای فاجعه آمیز در این رشته رخ میدهد که در بیشتر موارد در محدوده سر و گردن اتفاق میافتد و در برخی حتی به مرگ یا فلج اندام ها در کشتی گیران نیز منجر شده اند (اصفهانی، ۱۳۹۶).

برای تحقق این هدف، یک برنامه ساختارمند لازم است که شامل چهار مرحله است که عبارتند از:

- به دست آوردن اطلاعات در رابطه باماهیت ، شدت و گستره آسیب ورزشی
- تعریف علت و فاکتورهایی که در آسیبهای ورزشی نقش دارند.
- به کار بردن یک یا چند برنامه پیشگیرانه به منظور پیشگیری از آسیب و یا کاهش شدت آنها بر پایه نتایج به دست آمده در مرحله اول و دوم
- ارزیابی میزان موثر بودن برنامه به کار گرفته شده می باشد.

همچنین فراهم کردن محیط ورزشی امن برای مشارکت افراد در ورزش پهلوانی کشتی و کمک به بهبود شرایط برای رشد پشتوانه و کشتی گیران نخبه به منظور حفظ جایگاه ورزش اول کشور در دنیا، تحقیق حاضر در نظر دارد میزان بروز و شیوع آسیبهای ورزشی کشتی گیران عضو خانه کشتی را به صورت هم گروهی و آینده نگر به مدت چهار ماه مورد بررسی قرار دهد. از آنجا که بار حفاظت و تامین سلامت ورزشکاران بر دوش مسئولین و مربیان است لذا اگر پزشک



تیم ها به همراه مربیان و ورزشکاران نسبت به آسیبهای تخصصی رشته ورزشی خود ، شایع ترین آسیب ها ، آسیب پذیرترین اندامهای بدن مکانیسم آسیبها آگاهی داشته باشند میتوانند از طریق به کارگیری راهکارهای پیشگیرانه میزان بروز صدمات ورزشی در آن رشته را کاهش دهند. در این راستا به منظور طراحی برنامه پیشگیری نیاز به اطلاعات دقیق از همه ی آسیب هادر رشته های مختلف ورزشی داریم که کشتی نیز از این قاعده مستثنی نیست، در این زمینه تعدادی از تحقیقات در داخل و خارج از کشور به همه گیرشناسی آسیبهای کشتی پرداخته اند (مغروری، ۱۳۹۶).

شایع ترین آسیبهایی که در تحقیقات مرتبط با کشتی بیان شده اند را شامل کبودی ، خراشیدگی ، پارگی و شکستگی و میزان آسیبهای سر و ستون مهره ها را ۳۴ درصد کل آسیب ها گزارش کردند.

طرح مسئله

-میزان بروز آسیبهای کشتی در مدت ۱۸ هفته مسابقه و تمرین در مردان چقدر است؟
 -میزان آسیبهای کشتی در مواضع مختلف آناتومیکی مردان چقدر است؟
 - مکانیسم آسیبها و نوع برخورد منجر به آسیب در ورزش کشتی چگونه است؟
 - ماهیت آسیبهای کشتی گیران در بین مردان چگونه است؟
 - آیا مصرف مکملهای گلوتامین و کراتین میتواند آثار منفی کاهش وزن در عملکرد ورزش را از بین ببرد یا کاهش دهد؟

اهداف مقاله

-بررسی تاثیر کاهش سریع وزن در کشتی گیران یکی از هدفهای اصلی این مقاله بررسی این موضوع است که ورزش و تمرینات چگونه میتواند وزن کشتی گیران را کاهش دهد. این هدف می تواند شامل رژیم های غذایی ، کاهش آب بدن از طریق پوشیدن لباسهای گرم و پلاستیکی و عرق کردن بدن باشد.

-بررسی شدت آسیبهای ورزشی در کشتی گیران بررسی مکانیسم و نوع برخوردی که موجب ایجاد آسیب در ورزش کشتی می شود (انز، ۱۹۸۷).

سوابق

اوپیک و همکاران در سال ۲۰۰۲ تحقیقی بر روی کشتی گیران که ۳ تا ۴ درصد کاهش وزن داشتند و در دورههای باز یافت با کراتین مکمل سازی کردند.

ویلیامز و برانچ در سال ۱۹۹۸ تحقیقی بر روی نتیجه افزایش کل کراتین عضله از طریق CR خارجی باشد که می تواند با افزایش بازسازی ATP هنگام فعالیتهای ورزشی و افزایش بازسازی PCR هنگام دوره برگشت به حالت اولیه همراه بوده و اثر انرژی زایی داشته باشد.

گودمن و همکاران در سال ۲۰۱۸ به لزوم بررسی آینده نگر آسیبهای کشتی با رویکرد پیشگیری از آسیب در ورزشکاران مستعد آسیب دیدگی به منظور اعتبار سنجی بیشتر یافته های حاصل از تحقیق خود ، تاکید کردند.

روش کار

گروه کاهش وزن کوتاه مدت طی یک برنامه ۱۱ روزه با کاهش کالری روزانه و سه جلسه تمرین دویدن به مدت ۴۱ دقیقه در پیست دومیدانی با شدت ۱۱، ضربان قلب بیشینه افراد که در اصل سوزاندن چربی مدنظر میباشد، کاهش وزن



کوتاه مدت را انجام دادند (بریدلی، ۲۰۰۶). گروه کاهش وزن سریع، کاهش وزن را طی ۲۴ ساعت با محدودیت غذایی شدید و تمرینات سنگین و استفاده از لباسهای ضخیم را انجام دادند برای تعیین تغییرات قدرت بالا تنه، آمادگی هوازی و چابکی به ترتیب از آزمونهای پرس سینه با هالتر، راکپورت، وایلیونئیز استفاده شد که طی دو مرحله دو روز قبل از شروع پروتکل در ساعت ۹ تا ۱۱ بعد از ده روز کاهش وزن کوتاه مدت در گروه تجربی و همچنین گروه کاهش وزن سریع طی ۲۴ ساعت و دو روز بعد از پایان طرح تمرینی اندازه گیری شد. پس از کسب اطمینان از توزیع طبیعی داده های با استفاده از روش تحلیل LEVEN و S-K و تجانس واریانس تمام داده های مورد اندازه گیری با استفاده از آزمون جفت واریانس چند متغیره با اندازه گیریهای مکرر با یکدیگر مقایسه شدند برای مقایسه اختلاف در گروهها نیز از آزمون کشتی گیر بصورت داوطلبانه شرکت و بصورت تصادفی در دو گروه ۱ نفره در گروه کاهش وزن سریع با میانگین سنی و توده بدنی ۱۱/۲۲ - ۱۱/۲ استفاده گردید. همه اندازه گیریها در سطح معنی داری ۱/۱۸ انجام گرفت.

جدول ۱- تغییرات قدرت اندام فوقانی، آمادگی هوازی و چابکی کاهش وزن کوتاه مدت نسبت ب کاهش وزن سریع

متغیر های	قدرت بالا تنه		آمادگی هوازی		چابکی	
	میانگین تغییرات kg	p	میانگین تغییرات min	p	میانگین تغییرات second	p
گروه کاهش وزن سریع	۲/۹۶	۰.۰۵۹	-۰/۲۸	۰.۰۲	۰/۱۹	۰.۲۵۴
گروه کاهش وزن کوتاه مدت	۰/۳۰	۰.۱۷	-۰/۱	۰.۳۷	-۰/۴۶	۰.۰۹۵

اطلاعات کاهش سریع وزن

نتایج نشان داد ۴۵ درصد کشتی گیران نوجوان، ۵۰ درصد کشتی گیران جوان و ۵۴ درصد کشتی گیران بزرگ سال تصور میکنند اضافه وزن دارند. در فصل گذشته، ۵۰ درصد کشتی گیران نوجوان، ۲۷ درصد کشتی گیران جوان و ۲۳ درصد کشتی گیران بزرگ سال اقدامی برای کاهش وزن نداشتند کشتی گیران بزرگ سال نسبت به کشتی گیران نوجوان و جوان از شیوه های بیشتری برای کاهش وزن استفاده می کردند (مغروری، ۱۳۹۶).

جدول ۲- تعداد شیوه های به کار رفته در کاهش وزن

سه روش یا بیشتر	یک یا دو روش	هیچ روشی
-----------------	--------------	----------



نوجوانان	۲۳	۲۷	۵۰
جوانان	۵۸/۳۳	۲۵	۱۶/۶۶
بزرگسالان	۵۹	۸	۳۳

نتایج مربوط به مشخصات بدنی و ویژگیهای ازمودنیها و سپس جداول مربوط به توصیف و تحلیل هر متغیر به ترتیب ارائه می شود.

بررسی های درون گروهی بین مراحل پیش و پس آزمون نشان داد که تغییرات در هیچ کدام از گروهها از نظر آماری معنی دار نبوده است.

جدول ۳- مشخصات بدنی و ویژگی های کلی آزمودنی

متغیر/شاخص اماری	میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر	تعداد
سن (سال)	۲۲/۲۳	۲/۵۰	۱۸	۲۶	۲۱
وزن (kg)	۷۵	۹/۴۰	۵۹/۷۰۰	۹۷/۵۰۰	۲۱
قد (cm)	۱۷۰	۵/۵۰	۱۶۳	۱۸۱	۲۱
BMI	۲۵/۸	۲/۷۰	۲/۹۰	۳۴/۴۰	۲۱

اینجا نتایج مربوط به مشخصات بدنی و ویژگی های آزمودنی هاوسپس جداول مربوط به توصیف و تحلیل هر متغیر به ترتیب ارائه می شود.

جدول ۴-آزمون آنالیز واریانس یک طرفه برای متغیر توان موازی

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار f	مقدار p
بین گروه ها	۱۹۲/۶۰	۲	۹۶/۳۰	۳/۹۵	۰/۰۳
داخل گروه ها	۳۳۸/۳۶	۱۸	۲۴/۳۵		
جمع	۶۳۰/۹۷	۲۰			

درباره ماهیت آسیبها نتایج نشان دادند که ۶/۲۲ درصد استرین عضلانی و ۱/۱۷ درصد مربوط به اسپرین بوده است . از نقطه نظر شدت آسیب بیشتر آسیبهای کشتی گیران از نوع ناچیز یا همان بدون غیبت (۱/۷۰ درصد) بودند، به طوری که ورزشکار در جلسه ای که متحمل آسیب دیدگی شده بود. نمی توانست به فعالیت خود ادامه دهد اما در جلسه تمرینی بعدی مشارکت کامل را داشت.



در طول ثبت آسیبهای ورزشی کشتی گیران که در بهار و تابستان سال ۱۴۰۱ به مدت ۴ ماه صورت گرفت، تعداد کل آسیبهای ثبت شده برابر ۱۶۴ آسیب بود و در مجموع ورزشکاران ۱۸ هفته در معرض خطر آسیب دیدگی بودند میزان بروز آسیب به ازای هر ۱۸ هفته مشارکت برابر با ۴/۸ آسیب بود. به بیانی دیگر ۱۲۵ نفر از ۳۰۰ کشتی گیر دچار آسیب دیدگی شدند. یافته های تحقیق نشان داد که در میان اندامهای مختلف بدن سر و گردن (۵/۱۶ درصد) ، اندام فوقانی (۷/۳۶ درصد) ، اندام تحتانی (۸/۳۷ درصد) و تنه (۱/۹ درصد) از آسیبها را به خود اختصاص دادند. نواحی آناتومیکی شانه (۳/۱۸ درصد) زانو (۱/۱۷ درصد) و سر و صورت (۶/۱۱ درصد) دارای بیشترین فراوانی آسیب بودند.

جدول ۵-میزان بروز آسیب در اندام های مختلف بدن

ناحیه آناتومیکی آسیب	تعداد آسیب	درصد آسیب
سر و صورت	۱۹	۱۱/۶
گردن/مهره های گردنی	۸	۴/۹
شانه/ترقوه/کتف	۳۰	۱۸/۳
بازو	۷	۴/۳
آرنج	۷	۴/۳
ساعد	۱	۰/۶
مچ دست	۷	۴/۳
دست / انگشتان دست	۸	۴/۹
دنده ها و جناغ	۳	۱/۸
مهره های پشتی	۰	۰
شکم	۳	۱/۸
مهره های کمری	۹	۵/۵
لگن	۶	۳/۷
ران	۱۰	۶/۱
زانو	۲۸	۱۷/۱
ساق پا	۳	۱/۸
مچ پا	۱۵	۹/۱
پا / انگشتان پا	۰	۰
کل	۱۶۴	۱۰۰

درباره مکانیسم یا چگونگی ایجاد آسیب ، نتایج نشان دادند که شایع ترین دلیل ایجاد آسیب برخورد با حریف (۱/۸۱ درصد) می باشد.



جدول ۶- ماهیت آسیب

ماهیت آسیب	تعداد آسیب	درصد آسیب
شکستگی	۳	۱/۸
در رفتگی و نیمه در رفتگی	۱۰	۶/۱
خراش/زخم/ساییدگی پوست	۱۹	۱۱/۶
استرین/پارگی عضلانی و تاندون	۳۷	۲۲/۶
گرفتگی عضلانی	۱۷	۱۰/۴
اسپرین	۲۸	۱۷/۱

جدول ۷- مکانیسم آسیب

مکانیسم آسیب	تعداد آسیب	درصد آسیب
برخورد با حریف	۱۳۳	۸۱/۱
برخورد با تشک	۲۷	۱۶/۵
برخورد دیگر	۰	۰
غیر برخوردی	۴	۲/۴
کل	۱۶۴	۱۰۰

جدول ۸- شدت آسیب

شدت آسیب	تعداد آسیب	درصد آسیب
ناچیز	۱۱۵	۷۰/۱
خفیف	۲۴	۱۴/۶
ملایم	۱۶	۹/۸
متوسط	۶	۳/۷
شدید	۳	۱/۸
کل	۱۶۴	۱۰۰

درباره ماهیت آسیبه‌ها نتایج نشان دادند که ۶/۲۲ درصد استرین عضلانی و ۱/۱۷ درصد مربوط به اسپرین بوده است.



از نقطه نظر شدت آسیب بیشتر آسیبهای کشتی گیران از نوع ناچیز یا همان بدون غیبت (۱/۷۰ درصد) بودند، به طوری که ورزشکار در جلسه ای که متحمل آسیب دیدگی شده بود نمی توانست به فعالیت خود ادامه دهد اما در جلسه تمرینی بعدی مشارکت کامل را داشت.

بحث و نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاصل نشان داد که با کاهش وزن کوتاه مدت قدرت اندام فوقانی ، چابکی و آمادگی هوازی در کاهش وزن کوتاه مدت بدون تغییر باقی میماند و درصد چربی کاهش معناداری پیدا میکند.

با توجه به دلایلی که در تحقیقات ذکر شده است، کاهش استقامت کشتی گیران گروه کاهش وزنی سنتی را میتوان به کاهش حجم پلاسمایی یا کاهش الکترولیت های بدن آنان نیز مربوط دانست. نتایج نشان داده شد که کاهش وزن کشتی گیران وضعیت فیزیولوژیکی و عملکرد ورزش آنان را تحت تاثیر قرار میدهد و موجب کاهش عملکرد هوازی و بی هوازی و دیگر عوامل می شود، به طور کلی کاهش سطح مایعات و ذخایر گلیکوژن بدن، الکترولیتها و تجزیه پروتئین را که در دوره کاهش وزن حاد روی می دهند.

استفاده از تشک های فرسوده باعث کاهش جذب نیرو توسط تشک میشود و امکان آسیب را زیاد میکند همچنین تشک کشتی مهمترین عامل انتقال بیماریهای پوستی نظیر قارچ در کشتی گیران میباشد همچنین با توجه به نتایج تحقیق ما معمول ترین آسیبهای کشتی شامل آسیب عضلانی ، آسیب مفصلی ، شکستگی ، در رفتگی ، پارگی و ضربات مغزی می باشد.

یافته های تحقیق نشان داد که در میان اندامهای مختلف بدن سر و گردن (۵/۱۶ درصد) ، اندام فوقانی (۷/۳۶ درصد) ، اندام تحتانی (۸/۳۷ درصد) و تنه (۱/۹ درصد) از آسیب ها را به خود اختصاص دادند با توجه به شیوع بالای آسیب در ورزش کشتی به پزشکیاران ورزشی، مربیان و کشتی گیران توصیه میشود که برنامه های پیشگیری از آسیب را طراحی و اجرا کنند.

منابع

۱. ادموند، م.، رضوی، ع.، (۱۳۸۳) چاپ اول. انتشارات دنیای حرکت، صفحه ۲۵۸.
۲. اصفهانی، م.، هاتفی، ف.، (۱۳۹۶) چاپ اول. انتشارات دانشگاه شیراز، صفحه ۵۲۰.
۳. موسوی، ط.، عبدالهی، م.، (۱۳۹۴) چاپ اول. انتشارات دانشگاه امام حسین، صفحه ۴۵۰.
۴. محمدخاتی، ج.، (۱۳۷۹)، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت معلم
۵. مغروری، ی.، (۱۳۹۶) چاپ سوم. انتشارات دانشگاه فردوسی.
6. American College of Sport Medicine. (1976). "Position stand on weight loss in wrestling", Med Sci., 8(2): 6-8.
7. Bradley, D.D. (2006). Prevalence and Effects Rapid weight Loss Among International Style Wrestlers, Dep. Hper, Northern Michigan University.
8. Choma, C.W.; Sforzo, G.A. and Keller, B.A. (1998). "Impact of Rapid weight loss on cognitive function in college wrestlers", Med Sci., (30): 746-749.
9. Enns, M.P.; Drewowski, A.; Gunker, J.A. (1987). "Body Composition, body size estimations, and attitudes towards eating in male college athletes", Psycho Med., (49): 56-64.



10. Kathhleen, S.D.; Daniel, M.L. (1999). "Weight control in wrestling : eating disorder or disorder eating", Med Sci., 31(10): 1382-1389.
11. Kubo, Junjiro. Kukidome, Takeshi; Katsuyoshi, Shirai; Saito, Makoto; Nakashima, Yoshiko; Yanagisawa, Osamu; Homma, Toshiyuki (2006). "Effects of Weight Loss on Body Segment Size and Thigh Composition in Japanese Collegiate Championship Wrestlers", Med Sci., 38(5).
12. Lakin, J.A.; Steen, S.N.; Opplig, R.A. (1990). "Eating Behavior, Weight loss Method, and Nutrition practice Among High School Wrestlers", Journal of Community Health Nursing, 7(4): 223-234.
13. Oppliger, R.A.; Case, H.S.; Horswill, C.A.; landry, G.L. and Shetler, A.C. (1996). "American college of Sport Medicine position statement: weight loss in wrestling", Med Sci., 28(6): 4-7.
14. Oppliger, R.A.; Steen, S.A. and Scot, J.R. (2003). "Weight loss practice of college wrestling", International journal of sport Nutrition and Exercise Metabolism, (13): 29-46.
15. Philip, S.M. (2003). "Bulimia Nervosa", The New Eng. Journal of Med., (349): 875-881.
16. Steen, S.N.; Brownell, Kellyd (1990). "Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed?". Med Sci., 22(6): 762-768.
17. Weissinger, E.; Housh, T.J.; Johnson, G.O. and Evans, S.A. (1991). "Weight loss Behavior in High School Wrestling: Wrestler and Parent Perceptions", Pediatric Exercise Science, (3): 64-73.



بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی ویژه بر سطوح پروتئین واکنشگر سی CRP و کراتین فسفو کیناز CPK دختران فعال دانشگاه محقق

الناز رضایی^۱، بهار سلجوقی برنجی^۱، معرفت سیاه کوهیان^۲، آمنه پوررحیم^۳
 ۱-دانشجوی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
 ۲-استاد تمام گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
 ۳-دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی پاسخ حاد فاکتورهای التهابی پروتئین واکنشگر سی CRP و کراتین فسفو کیناز CPK متعاقب یک جلسه تمرین هوازی در دختران جوان فعال انجام شد. در این پژوهش، ۱۱ دختر جوان (۲۰ تا ۲۴ سال) که از نظر جسمانی فعال بودند، در پروتکل تمرین هوازی با ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. نمونه‌های خون قبل از انجام تمرین و بلافاصله بعد از تمرین گرفته شد و مقادیر فاکتورهای التهابی پروتئین واکنشگر سی CRP و کراتین فسفو کیناز CPK با استفاده از آزمون تی همبسته مورد تحلیل قرار گرفت. به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که یک جلسه تمرین هوازی با ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند مقدار سطوح شاخص CPK را افزایش دهد، اما سطوح شاخص CRP را نه.

کلمات کلیدی: پروتئین واکنشگر سی، کراتین فسفو کیناز، تمرینات هوازی، CRP، CPK

مقدمه

تمرین بدنی و ورزش های هوازی در افزایش سیستم دفاعی و استرس اکسیداتیو نقش دارد و باعث آزادسازی شاخص های التهابی و فعالیت پروتئین های فاز حاد و ایجاد آسیب های عضلانی (ریز آسیب) می شود آسیب عضلانی به وجود آمده در اثر ورزش، از طریق انقباض مکانیکی عضله شروع شده و باعث تولید و رهاسازی شاخص های التهابی مانند سایتوکینها و کموکاینها و مواد پروتئینی مانند کراتین فسفو کیناز (CPK) می شود. همچنین اگر شدت فعالیت بسیار شدید باشد ممکن است باعث تولید استرس اکسیداتیو و رادیکال های آزاد شود. (۱،۲) پروتئین واکنشگر سی (CRP) اغلب از طریق کبد در پاسخ به میانجی های التهابی خونی ساخته و در خون ترشح میشود و از پروتئین های فاز حاد (APP) است که در حین عفونت، التهاب و آسیب بافتی، به طور چشمگیری افزایش می یابد. همچنین اندازه گیری CRP به علت افزایش سریع آن در آغاز ضایعه بافتی و کاهش سریع آن به محض بهبودی، بهترین راه تشخیص شاخص های التهابی در بافت است (۳،۴،۵) ورزش تأثیر عمیقی بر فعالیت CPK و دیگر شاخص های التهابی عضله و سرم دارد. تأثیر ورزش بر CPK به شدت و مدت فعالیت عضلانی بستگی دارد. (۶). هیوجیونگ کیم و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه بر روی سطوح CRP و CPK بلافاصله بعد از دوی ماراتن و دوی فوق ماراتن دریافتند که سطوح CRP بعد از دو ماراتن تغییری نکرد اما بعد از دوی فوق ماراتن تغییر کرد همچنین سطوح CPK بعد از دوی فوق ماراتن ۳۵ برابر افزایش یافت ولی بعد از دو ماراتن این مقدار ۴ برابر بود. (۷) در مطالعه ای دیگر با بررسی سطوح CPK و CRP بلافاصله بعد از



تمرین بین دو گروه با آمادگی بدنی بالا و متوسط یافتند که CRP در گروه با آمادگی بالا ۷۶ درصد کمتر از گروه متوسط بود. همچنین، تعداد CRP، فیبرینوژن و WBC در روزهای پس از ورزش نیز بدون تغییر باقی ماندند. (۸) تابانی و همکاران نیز با بررسی پروفایل التهابی جوانان در دو شدت ۷۰ و ۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی دریافتند که شاخص های التهابی بلافاصله بعد از تمرین هوازی افزایش می یابد. (۹) همچنین اریکا سرکیرا و همکاران در مطالعه ای مروری بررسی کردند که CRP هر دو بعد از ورزش شدید و متوسط افزایش می یابد و حداکثر تا ۲۸ ساعت این افزایش باقی می ماند. CK تنها پس از ورزش شدید و طولانی افزایش می یابد. (۱۰). دیمتریوس دراگانیدیس و همکاران در مطالعه های با هدف بررسی میزان بازیابی عملکرد مهارت فوتبال پس از تمرین مقاومتی با شدت متوسط یا زیاد بر روی ده بازیکن نخبه فوتبال دریافتند که با ورزش متوسط، CRP افزایش می یابد. (۱۱) پیتر مارکلوند و همکاران با بررسی تأثیر یک مسابقه ۲۴ ساعته ورزش فوق استقامتی بر واکنش های التهابی ماهیچه ای سیستمیک و موضعی در ۹ ورزشکار باتجربه، افزایش CRP را ۳۰ دقیقه پس از تمرین نشان داد. (۱۲) در مطالعه ای بعد از یک ماراتن، نشانگر CRP مربوط به واکنش التهابی حاد در ۲۴ ساعت به اوج خود رسید و شروع به کاهش کرد، اگرچه پس از ۱۹۲ ساعت (۸ روز)، همچنان مقادیر بالایی را نشان داد که به طور قابل توجهی با مقدار پایه قبل از شروع آزمایش متفاوت بود. (۱۳) آراکاو و همکاران نیز نتایج مشابهی پیدا کردند: آخرین ارزیابی آنها ۶ روز پس از مسابقه بود و CRP آزمودنی ها همچنان مقادیر بالایی را نشان می داد. (۱۴، ۱۳) با توجه به پژوهش های انجام شده و اهمیت نشانگر های التهابی بر سلامتی و پیشگیری از بیماری ها قلبی عروقی، تفاوت مقدار این نشانگر ها را قبل و بعد از یک جلسه تمرین ویژه هوازی با ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی دختران جوان با هدف اثر ورزش بر سطوح این نشانگر ها بررسی خواهیم کرد. (۱۵)

روش کار

جامعه آماری در این مطالعه، ۱۱ دختر جوان با میانگین سنی ۲۰ تا ۲۴ سال و قد ۱۶۰ تا ۱۷۳ سانتی متر بودند. این افراد از نظر بدنی فعال بوده و سابقه تمرینی حداقل ۶ ماه را داشتند. در تمرین های ورزشی به صورت منظم شرکت می کردند (هفته ای سه جلسه) همچنین هیچگونه آسیب جسمانی و روانی و سابقه استعمال دخانیات نداشتند. قبل از شروع پژوهش، پس از توضیحات اولیه در مورد هدف، نحوه اجرای آزمون و خطرهای احتمالی آن، تمامی آزمودنیها پرسشنامه پزشکی و رضایت نامه کتبی را تکمیل کردند. و اندازه های آنتروپومتریک (قد، وزن و شاخص توده بدنی) اندازه گیری شد. پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر دوییدن به مدت ۴۰ دقیقه با ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه بود برای جلوگیری از ایجاد بی نظمی و افزایش کیفیت آزمون و سهولت در فرایند خونگیری، تکنسین مجرب خونگیری در محل برگزاری آزمون خونگیری را انجام داد و آزمودنی ها به دو گروه تقسیم شدند و به ترتیب پروتکل تمرینی و خونگیری انجام شد. سه سی سی خون از آزمودنیها در وهله زمانی قبل و سه سی سی خون بلافاصله بعد از اجرای فعالیت از سیاهرگ ورید بازویی گرفته شد (مجموعاً شش سی سی خون). خونگیری دوم آزمودنیها بلافاصله بعد از انجام آزمون و به صورت نشسته روی صندلی گرفته شد. از آزمودنیها خواسته شد که در فاصله زمانی یک الی دو ساعت بعد از خونگیری از انجام هرگونه فعالیت شدید خودداری کنند و برای جلوگیری از افت قند خون خرما مصرف کنند. برای اندازه گیری فاکتور های التهابی، کراتین فسفو کیناز (CPK) و پروتئین واکنشگر سی (CRP) نمونه های خونی در دو



زمان، قبل از شروع تمرین و بلافاصله پس از تمرین جمع آوری شد. نمونه‌های خونی به منظور جداسازی سرم و اندازه‌گیری فاکتور اولیه رشد اندوتلیال عروق به آزمایشگاه انتقال داده شدند. خون گرفته شده در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نشانگرهای التهابی کراتین فسفو کیناز (CPK) و پروتئین واکنشگر سی (CRP) از کیت‌های استاندارد ELISA در آزمایشگاه معتبر استفاده شد. تحلیل داده‌ها

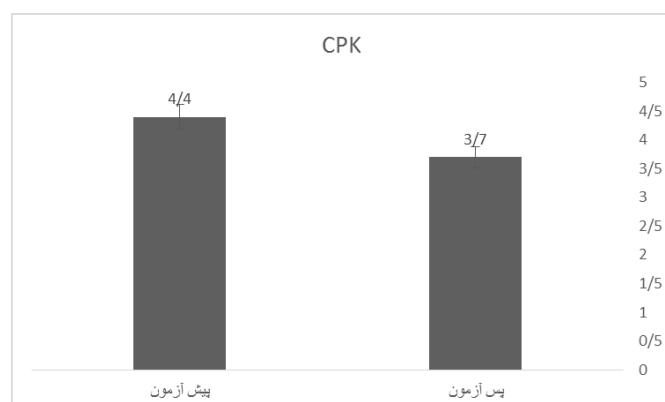
سطح فاکتورهای التهابی، کراتین فسفو کیناز (CPK) و پروتئین واکنشگر سی (CRP) در یک گروه قبل و بعد از ورزش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تجزیه و تحلیل شد. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و برای مقایسه بین دو گروه قبل و بعد از تمرین آزمون آماری تی جفت شده (paired t-test) بکار گرفته شد و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد. یافته‌ها

در مطالعه حاضر ۱۱ نفر داوطلب از دختران جوان فعال با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۴ سال با میانگین 21.2 ± 1.1 شرکت کردند. میانگین و انحراف معیار سطوح پیش آزمون و پس آزمون نشانگر CRP در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میزان نشانگر CRP در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون

متغیر	مرحله	میانگین	انحراف استاندارد	t	مقدار احتمال
CRP (میلی گرم بر لیتر)	پیش آزمون	۴.۴۰	۱.۳۴	۳.۵۷	۰.۰۰۵
	پس آزمون	۳.۷۰	۱.۱۵		

همانگونه که در جدول بالا مشاهده می‌گردد میانگین نشانگر CRP در پیش آزمون ۴.۴۰ بود که در پس آزمون به ۳.۷۰ کاهش یافته است و این کاهش از نظر آماری معنادار می‌باشد ($P=0/005$) این نتایج در نمودار ۱ نیز نشان داده شده است.



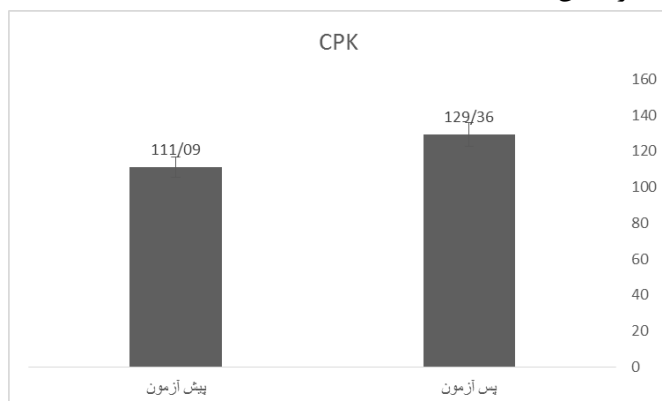
نمودار ۱- میانگین مقادیر نشانگر CRP در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون

میانگین و انحراف معیار سطوح پیش آزمون و پس آزمون نشانگر CPK در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۲- مقایسه میزان نشانگر CPK در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون



متغیر	مرحله	میانگین	انحراف استاندارد	t	مقدار احتمال
CPK (میلی گرم بر لیتر)	پیش آزمون	۱۱۱.۰۹	۵۰.۸۲	-۷.۵۶	۰.۰۰۱
	پس آزمون	۱۲۹.۳۶	۵۶.۰۹		

همانگونه که در جدول بالا مشاهده می گردد میانگین نشانگر CPK در پیش آزمون ۱۱۱.۰۹ بوده است که در پس آزمون به مقدار ۱۲۹.۳۶ افزایش پیدا کرده است و این افزایش از نظر آماری معنادار می باشد. ($p=0/001$) این نتایج در نمودار ۲ نیز نشان داده شده است.



نمودار ۲- میانگین مقادیر نشانگر CPK در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون

به طور کلی، نتایج نشان می دهد که یک جلسه تمرین هوازی با ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی می تواند مقدار سطوح شاخص CPK را افزایش دهد، اما سطوح شاخص CRP را نه.

بحث

با توجه به نتایج به دست آمده شاهد افزایش سطوح CPK بعد از یک جلسه تمرین هوازی هستیم که این نتیجه با مطالعه

هیوجیونگ کیم و همکاران او همراستا می باشد که سطوح CPK بعد از یک دو مارتن افزایش یافته است، همچنین طبق نتایج به دست آمده در مورد سطوح CRP در این مطالعه شاهد کاهش ناچیز پروتئین واکنشگر سی بعد از یک تمرین متوسط هوازی هستیم که این نتیجه نیز با مطالعه هیوجیونگ کیم و همکاران او، هم راستا می باشد که تغییراتی در سطوح این پروتئین بعد از یک دو مارتن را مشاهده نکردند. (۷) علت کاهش یا عدم تغییر در سطوح پروتئین واکنشگر سی را با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه می توان اهمیت شدت و زمان تمرین ربط داد. در واقع نشانگر CRP به زمان بیشتر و تعداد جلسات بیشتر و شدت بیشتری برای تحریک و تغییر نیاز



دارد. (۱۶) همچنین با توجه به مطالعه کلیون و همکاران (۲۰۱۷) به نظر می رسد هرچه آمادگی جسمانی بالاتر باشد CRP پایه کاهش می یابد و تغییرات در سطوح نشانگر CRP کمتر خواهد بود (۱۷) که با نتایج مطالعه حاضر نیز هم راستا می باشد. همچنین در پژوهشی آلن و همکاران (۲۰۱۵) یافتند CRP که یک پروتئین فاز حاد مثبت است و نشانگر التهاب سیستمیک است و با خطر قلبی عروقی مرتبط است در افرادی که ورزش متوسط انجام می دهند در مقایسه با افراد غیر ورزشکار سطوح پایین تری دارد. (۱۸) اما نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه دیمیتریوس درآگانییدیس و همکاران که CRP بعد از تمرین مقاومتی متوسط افزایش یافته بود، هم راستا نبود. (۱۱) به نظر می رسد تفاوت در جنسیت آزمودنی ها و نوع ورزش انجام شده در این امر اثر گذار است. در واقع کمیت و توزیع چربی بدن بر پروتئین واکنشی C به میزان بیشتری در زنان در مقایسه با مردان تأثیر می گذارد. (۱۹) افزایش سطوح CPK در این مطالعه همراه با مطالعه برانکاچیو و همکاران و گوئرو و همکاران می باشد. (۲۱، ۲۲) در واقع ارتباط عملکردی بین بازسازی عضلانی و التهاب پس از آسیب عضلانی برای دهه ها پیشنهاد شده است و مطالعات اخیر نشان می دهد که هماهنگی محکمی بین فرآیندهای التهابی و بازسازی وجود دارد و نقش کلیدی در این هماهنگی دارند و برای بازیابی یکپارچگی و عملکرد بافت پس از آسیب عضلانی ضروری هستند. (۲۰) کراتین فسفوکیناز (CPK) به عنوان شاخص استرس عضلانی شناخته شده است که به حفظ غلظت آدنوزین تری فسفات پایدار در داخل فیبر عضلانی در حال کار کمک می کند. (۲۱، ۲۲) اسمیت و همکاران فعالیت CPK سرم در حال استراحت را در ۶۲۵ زن سالم مورد بررسی قرار دادند و با افزایش سن افزایش قابل توجهی در فعالیت CPK سرم در حالت استراحت دریافتند. (۲۳) همانطور که می دانیم CPK نشانگر آسیب می باشد و به نظرمی رسد می توان با انجام ورزش و ایجاد سازگاری های فیزیولوژیکی در شاخص های التهابی و دیگر ارگان های ضروری بدن از انواع بیماری های قلبی عروقی در سنین بالاتر جلوگیری کنیم. (۲۴، ۲۵)

نتیجه گیری

یک جلسه تمرین هوازی با شدت ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در دختران فعال و جوان اثر افزایشی بر کراتین فسفوکیناز و اثر کاهشی بر پروتئین واکنشی سی دارد که عواملی از جمله آمادگی جسمانی، جنسیت و نوع و شدت فعالیت می تواند این نتایج را دستخوش تغییر کند. این تحقیق و تحقیقات مشابه می توانند اطلاعات مفیدی در اختیار پزشکان و مربیان در راستای ارتقای سلامت و بهبود عملکرد ورزشکاران همچنین پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی مخصوصا در ورزشکاران قرار دهد. با توجه به پیشرفت روزافزون علم مطالعات بیشتری در این راستا لازم می باشد.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی ها که در اجرای پژوهش ما راییاری کردند تقدیر و تشکر می کنیم.

منابع

1. Finaud J, Scislowski V, Lac G, Durand D, Vidalin H Robert A, et al. Antioxidant status and Oxidative stress in Professional Rugby Players: Evolution throughout a Season. Int J Sports Med 2006; 27: 87-93. Doi 10.1055/s-2005-837489



2. Andrzejewski.M, Marcin, Chmura, Jan, Wiacek, Magdalena, Zubrzycki Igor Z. (2008). "The influence of individualizing physical loads on speed, creatine kinase activity and lactate dehydrogenase in football players". *Biology of Sport* (25)) 2 : (PP: 135-146,
2. Hattori, Y., Matsumura, M., and Kasai, K. (2007). "Cardiovascular". *Res* 58. PP: 186–195
3. Shoelson, Jongsoo Lee and Allison B, Goldfine. (2006). "Inflammation and insulin resistance". *J Clin Invest*, 116: PP: 1793-801
4. Simopoulos, A.P. (2006). "Evolutionary aspects of diet, the omega6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases". *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 60, 502-507.
6. Effects of Physical Activity on Creatine Phosphokinase and the Isoenzyme Creatine Kinase—MB, Carole M Schneider, Carolyn A Dennehy, Susan J Rodearmel, J. Reid Hayward,
7. Kim, H.J, Lee, Y.H, Kim, C.K. (2009). "Changes in serum cartilage oligomeric matrix protein (COMP), plasma CPK and plasma hs-CRP in relation to running distance in a marathon (42.195 km) and an ultra-marathon (200 km) race". *Eur J Appl Physiol*. 105(5): PP: 765-70.
8. Eric P. Plaisance, J. Kyle Taylor, Sofiya Alhassan, Asheber Abebe, Michael L. Mestek and Peter W. Grandjean. Cardiovascular Fitness and Vascular Inflammatory Markers after Acute Aerobic Exercise. In *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* (2007)
9. Effects of two different type of treadmill running on human blood leukocyte populations and inflammatory indices in young untrained men Tartibian, B; Azadpoor, N; Abbasi, A. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; (Jun 2009).
10. Inflammatory Effects of High and Moderate Intensity Exercise—A Systematic Review, Érica Cerqueira, Daniel A. Marinho, Henrique P. Neiva, Olga Lourenço, *Front. Physiol.*, 09 January 2020 Sec. Exercise Physiology
11. The time-frame of acute resistance exercise effects on football skill performance: the impact of exercise intensity, D Draganidis, A Chatzinikolaou, AZ Jamurtas, J Carlos Barbero, D Tsoukas, AS Theodorou *Journal of Sports Sciences*, 2013
12. Extensive inflammatory cell infiltration in human skeletal muscle in response to an ultraendurance exercise bout in experienced athletes P Marklund, CM Mattsson, B Wåhlin-Larsson, E Ponsot, B Lindvall, L Lindvall, B Ekblom *Journal of applied physiology*, 2013 journals.physiology.org
13. Recovery of Inflammation, Cardiac, and Muscle Damage Biomarkers After Running a Marathon Bernat-Adell, María D.; Collado-Boira, Eladio J.; Moles-Julio, Pilar; Panizo-González, Nayara; Martínez-Navarro, Ignacio; Hernando-Fuster, Bárbara; Hernando-Domingo, Carlos
14. Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon K Arakawa, a Hosono, K Shibata, R Ghadimi, M Fuku, C Goto, N Imaeda, Y Tokudome *Open access journal of sports medicine*, 2016.
15. Markers of Inflammation and Cardiovascular Disease: Application to Clinical and Public Health Practice: A Statement for Healthcare Professionals From the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association Thomas A. Pearson, MD, PhD (Co-Chair), George A. Mensah, MD (Co-Chair), R. Wayne Alexander, MD, PhD, Jeffrey L. Anderson, MD, Richard O. Cannon, III, MD, Michael Criqui, MD, Yazid Y. Fadl, MD, Stephen P. Fortmann, MD, Yuling Hong, MD, PhD, Gary L. Myers, PhD, Nader Rifai, PhD, Sidney C. Smith, Jr, MD, Kathryn Taubert, PhD, Russell P. Tracy, PhD, and Frank Vinicor, MD.
16. Pepys MB, Hirschfield GM. C-reactive protein: a critical update. *The Journal of clinical investigation*. 2003



17. High physical fitness is associated with reduction in basal- and exercise-induced inflammation. Kleiven, M. Bjørkavoll-Bergseth, T. Melberg, Skadberg, R. Bergseth, J. Selvåg, B. Auestad, P. Aukrust, T. Aarsland
18. Allen, J., Sun, Y., and Woods, J. A. (2015). Exercise and the regulation of inflammatory responses. *Prog. Mol. Biol. Transl.*
19. Sex Differences in the Relationship between C - reactive protein and Body Fat Get access Arrow Amit Khera, Gloria L. Vega, Sandeep R. Das, Colby Ayers, Darren K. McGuire, Scott M. Grundy, James A. de Lemos *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Volume 94, Issue 9, 1 September 2009
20. Vannella, K. M. and Wynn, T. A. 2017. Mechanisms of organ injury and repair by macrophages. *Annu. Rev. Physiol.* 79:593
21. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem*
22. Guerrero M, Guiu-Comadevall M, Cadefau JA, Parra J, Balias R, Estruch A, et al. Fast and slow myosins as markers of muscle injury. *Br J Sports Med.* 2008
23. Carrier detection in X linked recessive (Duchenne) muscular dystrophy: Serum creatine phosphokinase values in premenarchal, menstruating, postmenopausal and pregnant normal women. I Smith et al
24. Pedersen BK, Nieman DC. Exercise immunology: integration and regulation. *Immunol Today.* 1998
25. Markers of Inflammation and Cardiovascular Disease: Application to Clinical and Public Health Practice: A Statement for Healthcare Professionals From the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association Thomas A. Pearson, MD, PhD (Co-Chair), George A. Mensah, MD (Co-Chair), R. Wayne Alexander, MD, PhD, Jeffrey L. Anderson, MD, Richard O. Cannon, III, MD, Michael Criqui, MD, Yazid Y. Fadl, MD, Stephen P. Fortmann, MD, Yuling Hong, MD, PhD, Gary L. Myers, PhD, Nader Rifai, PhD, Sidney C. Smith, Jr, MD, Kathryn Taubert, PhD, Russell P. Tracy, PhD, and Frank Vinicor, MD



بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت هوازی ویژه بر فاکتور رشد اندوتلیال عروقی دختران فعال دانشگاه محقق

الناز رضایی^۱، بهارسلجوقی برنجی^۱، معرفت سیاه کوهیان^۲، آمنه پوررحیم^۳
 ۱-دانشجوی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
 ۲-استاد تمام گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
 ۳-دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی پاسخ حاد فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) متعاقب یک جلسه تمرین هوازی در دختران جوان فعال انجام شد. در این پژوهش، ۱۱ دختر جوان (۲۰ تا ۲۴ سال) که از نظر جسمانی فعال بودند، در پروتکل تمرین هوازی با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. نمونه‌های خون قبل از انجام تمرین و بلافاصله بعد از تمرین گرفته شد و مقادیر فاکتور رشد اندوتلیوم عروقی (VEGF) با استفاده از آزمون تی همبسته مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر VEGF به‌طور معناداری پس از تمرین افزایش یافته است ($p < 0.05$). این یافته‌ها حاکی از آن است که تمرین هوازی می‌تواند اثر معناداری بر سلامت عروقی در مدت کوتاهی داشته باشد.

کلمات کلیدی: فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF)، پاسخ حاد، تمرینات هوازی، کوتاه‌مدت

مقدمه

ازجمله سازگاری‌های مهمی که در پی تمرینات ورزشی رخ می‌دهد، افزایش چگالی مویرگی یا آنژیوژنز است. فاکتور رشد

آندوتلیال عروقی^۱ (VEGF) نقش میتوژنیک برای سلول‌های آندوتلیال دارد و واسطه مهمی در فرایند آنژیوژنز به شمار می‌رود (۱). آنژیوژنز به معنی رگ زایی است که فاکتورهای مختلف و سایتوکاینها و برخی پروتئین‌ها ازجمله فاکتور رشد

آندوتلیال عروقی (VEGF) به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در آن تاثیرمیگذارند آنژیوژنز به دو شکل انجام می‌گیرد: جوانه زدن و دونیمه شدن رگ. جوانه زدن به شاخه‌دار شدن و بیرون‌زدگی یک مویرگ جدید از مویرگ قبلی اشاره دارد که تکثیر بیش‌ازحد سلول‌های آندوتلیال، لازمه این رخداد است. درحالی‌که دونیمه شدن رگ، به دونیمه شدن رگ تکامل‌یافته با شکافت مویرگ از داخل (تقسیم طولی مویرگ) و تبدیل یک مویرگ به دو مویرگ اشاره دارد. در این روش، چون نیاز کمتری به تکثیر سلول آندوتلیال است در مقایسه با جوانه زدن فرآیندی کارا تر هست (۲،۳)

۱. VEGF:vascular endothelial growth factor^۹



فاکتور رشد آندوتلیال عروقی (VEGF) یک گلیکوپروتئین ۳۵ تا ۴۵ کیلو دالتونی با ایزو فرم‌های مختلف است که توسط سلول‌های عضلانی اسکلتی تولید می‌شود و می‌تواند در گردش خون ترشح شود. فعالیت بیولوژیکی فاکتور رشد آندوتلیال عروقی (VEGF) از طریق اتصال لیگاند به گیرنده‌های VEGF یعنی گیرنده ۲ شاخص رشد آندوتلیوم عروقی^{۱۰} (KDR) و گیرنده ۱ شاخص رشد فیبروبلاست (Flt-1) تولید می‌شود. VEGF برای حفظ منبع مویرگی در ماهیچه‌های اسکلتی نرمال و افزایش تراکم عروقی عضله اسکلتی ناشی از ورزش ضروری است. (۴،۵،۶) تمرین ورزشی منجر به بسیاری از سازگاری‌های ماهیچه‌های اسکلتی، از جمله افزایش شبکه مویرگی می‌شود (۷) املین و همکاران^{۱۱} (۲۰۰۷) بر روی افراد سالم (گروه ۱، n = 11؛ گروه ۲، n = 14) یک آزمون ورزش قلبی ریوی با علائم محدود را روی یک ارگومتر دوچرخه انجام دادند. سطح سرمی VEGF مستقیماً پس از ورزش افزایش می‌یابد و در افراد سالم به مدت ۲ ساعت بالا باقی می‌ماند. سطوح سرمی VEGF 142.78 ± 246.9 pg/dl قبل و 262.92 ± 160.0 pg/dl بعد از ورزش (P = ۰.۰۵۵). (۸)

واگنر و همکاران^{۱۲} (۲۰۰۰) نشان دادند که رگ زایی ناشی از ورزش، سطح مویرگی موجود برای انتشار O₂ را افزایش می‌دهد و فاصله انتشار O₂ تا میتوکندری را کاهش می‌دهد و در نهایت به افزایش ظرفیت هوازی کمک می‌کند. (۹) در مطالعه‌ای دیگر هنگ و همکاران^{۱۳} با مطالعه بر روی رت‌ها، افزایش mRNA VEGF عضله اسکلتی را پس از یک جلسه تمرین ثبت کردند که سطوح mRNA VEGF تقریباً شش عدد افزایش یافته است (۱۰) همچنین افزایش تنظیم VEGF در عضله موش به دنبال انقباضات یا با یکبار دویدن نسبتاً شدید روی تردمیل رخ می‌دهد. (۱۱) در مورد دوم، mRNA VEGF در عضله فعال موش‌ها تا پایان تمرین تقریباً دو تا چهار برابر تنظیم شد تا ۴ ساعت بعد بالا ماند، اما در عرض ۸ ساعت پس از تمرین به عضله استراحت بازگشت. تنظیم دگرگونی mRNA VEGF نیز در حین ورزش در انسان، در هر دو افراد سالم، رخ می‌دهد (۱۲) اما لندر-راموس و همکاران^{۱۴} در مطالعه‌ای بر روی ده مرد جوان سالم تمرین شده استقامتی و کم‌تحرك به این نتیجه رسیدند که ۳۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با ۷۵ درصد VO_{2max} یک واکنش رگ زایی و التهابی سیستمیک ایجاد می‌کند، اما به نظر نمی‌رسد تمرین ورزش استقامتی به‌طور قابل توجهی این پاسخ‌ها را در مردان جوان سالم تغییر دهد. (۱۳) از آنجایی که تأثیرات مثبت تمرینات هوازی و استقامتی بر کسی پوشیده نیست. (۱۴،۱۵،۱۶) در این پژوهش تأثیر یک جلسه تمرین هوازی با ۷۵٪ vo_{2max} بر سطوح فاکتور رشد VEGF را بررسی خواهیم کرد.

¹⁰ KDR :kinase insert domain receptor.

Emeline M. F et al^۳.

. Wagner PD et al ^۴

Hang J et al^۵.

Landers-Ramos et al^۶.



روش کار

جامعه آماری در این مطالعه، ۱۱ دختر جوان با میانگین سنی ۲۰ تا ۲۴ سال و قد ۱۶۰ تا ۱۷۳ سانتی‌متر بودند. این افراد از نظر بدنی فعال بوده و سابقه تمرینی حداقل ۶ ماه را داشتند. در تمرین‌های ورزشی به صورت منظم شرکت می‌کردند (هفته‌ای سه جلسه). همچنین هیچگونه آسیب جسمانی و روانی و سابقه استعمال دخانیات نداشتند. قبل از شروع پژوهش، پس از توضیحات اولیه در مورد هدف، نحوه اجرای آزمون و خطرات احتمالی آن، تمامی آزمودنیها پرسشنامه پزشکی و رضایت نامه کتبی را تکمیل کردند. و اندازه‌های آنتروپومتریک (قد، وزن و شاخص توده بدنی) اندازه‌گیری شد. پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر دوییدن به مدت ۴۰ دقیقه با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه بود برای جلوگیری از ایجاد بی نظمی و افزایش کیفیت آزمون و سهولت در فرایند خونگیری، تکنسین مجرب خونگیری در محل برگزاری آزمون خونگیری را انجام داد و آزمودنی‌ها به دو گروه تقسیم شدند و به ترتیب پروتکل تمرینی و خونگیری انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد برای جلوگیری از شرایط هیپوگلیسمی (زمانیکه سطوح گلوکز در خون به کمتر از ۷۵ میلی‌گرم بر دسیلیتر برسد) و افزایش کاذب سطوح فاکتور رشد اندوتلیوم عروق VEGF (۱۷) یک وعده بسیار سبک کربوهیدراتی مصرف کنند، سه سی سی خون از آزمودنیها در وهله زمانی قبل و سه سی سی خون بلافاصله بعد از اجرای فعالیت از سیاهرگ ورید بازویی گرفته شد (مجموعاً شش سی سی خون). خونگیری دوم آزمودنیها بلافاصله بعد از انجام آزمون و به صورت نشسته روی صندلی گرفته شد. از آزمودنیها خواسته شد که در فاصله زمانی یک الی دو ساعت بعد از خونگیری از انجام هرگونه فعالیت شدید خودداری کنند و برای جلوگیری از افت قند خون خرما مصرف کنند. برای اندازه‌گیری فاکتور رشد اندوتلیوم عروق (VEGF) نمونه‌های خونی در دو زمان، قبل از شروع تمرین (VEGF pretest) و بلافاصله پس از تمرین (VEGF posttest) جمع‌آوری شد. نمونه‌های خونی به منظور جداسازی سرم و اندازه‌گیری فاکتور اولیه رشد اندوتلیال عروق به آزمایشگاه انتقال داده شدند. خون گرفته شده در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به VEGF از کیت الایزا کارمانیا پارس ژن (ساخته ایران) استفاده شد.

تحلیل داده‌ها

سطح فاکتور رشد اندوتلیوم عروق (VEGF) در یک گروه قبل و بعد از ورزش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تجزیه و تحلیل شد. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و برای مقایسه بین دو گروه قبل و بعد از تمرین آزمون آماری تی جفت شده (paired t-test) بکار گرفته شد و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها



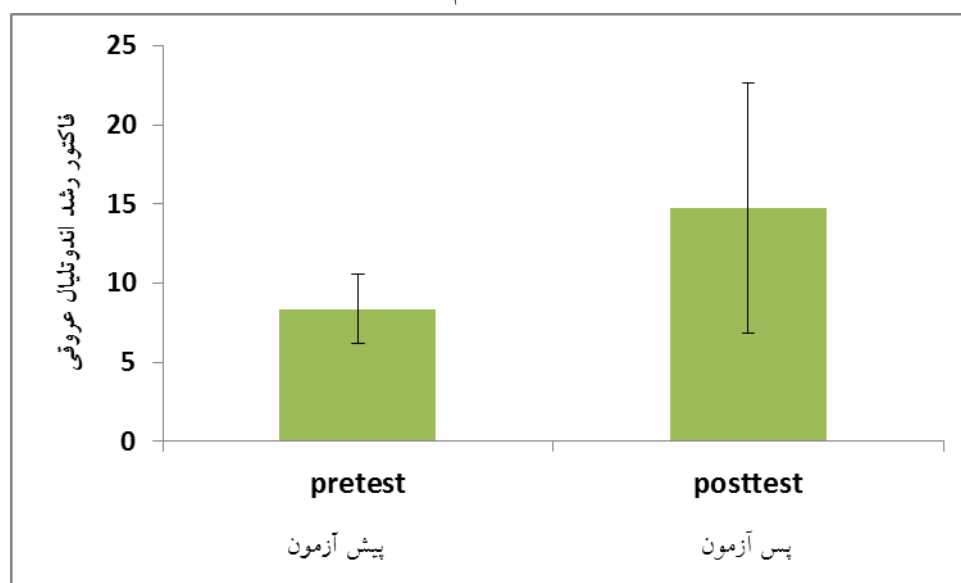
در مطالعه حاضر ۱۱ نفر داوطلب از دختران جوان فعال با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۴ سال با میانگین $21/2 \pm 1/1$ شرکت کردند.

در جدول ۱ مقادیر فاکتور رشد اندوتلیوم عروق (VEGF) و مقایسه آن‌ها در دو گروه قبل و بعد از تمرینات ورزشی هوازی با استفاده از تحلیل آماری تی جفت شده نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میزان (VEGF) فاکتور رشد اندوتلیوم عروق در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون

پس آزمون	پیش آزمون	تفاوت	درجه آزادی	مقدار احتمال
میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار			
رشد فاکتور اندوتلیوم عروق (پیکوگرم بر میلی لیتر)	$14/9 \pm 7/9$	$8/2 \pm 3/8$	$-2/48$	۱۰
				$0/032$

مقدار فاکتور رشد اندوتلیوم عروق (VEGF) در گروه پس آزمون برابر با $14/76 \pm 9/9$ است که به طور معنی داری ($p < 0.05$) از مقدار (VEGF) فاکتور رشد اندوتلیوم عروق گروه پیش آزمون که برابر با $8/38 \pm 2/2$ است، بیشتر است.



شکل ۱- نمودار مقایسه میزان (VEGF) فاکتور رشد اندوتلیوم عروق در دو گروه پیش آزمون و پس آزمون



بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می توان به اهمیت تأثیر تمرینات ورزشی مخصوصاً تمرینات هوازی بر فاکتور رشد اندوتلیال عروقی VEGF و همبستگی بین حداکثر اکسیژن مصرفی و چگالی مویرگی پی برد. از آنجایی که هدایت انتقال اکسیژن به طور مثبت با تعداد مویرگ ها در فیبر عضلانی مرتبط است، این احتمال وجود دارد که رگ زایی نقش مهمی در تسهیل انتقال اکسیژن به میتوکندری عضله اسکلتی ایفا کند و بنابراین، ممکن است بر حداکثر مصرف اکسیژن تأثیر بگذارد. (۱۸، ۱۹) در واقع بالا بودن حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}^{15}) یکی از اصلی ترین معیارها برای موفق شدن در مسابقات ورزشی مخصوصاً ورزش های استقامتی است. یکی از عواملی که این افزایش را موجب می شود، آنژیوژنز است. افزایش مویرگ (آنژیوژنز) عضله اسکلتی موجب افزایش ۱۶ درصدی VO_{2max} می شود (۲۰) که در مطالعه واگنر و همکاران (۲۰۰۰) بر رگ زایی ناشی از ورزش، نیز تأیید شد که سطح مویرگی موجود برای انتشار اکسیژن را افزایش می یابد و فاصله انتشار اکسیژن تا میتوکندری را کاهش می یابد و در نهایت به افزایش ظرفیت هوازی کمک می کند. (۹) در واقع VEGF موجب ایجاد روزهایی در اندوتلیوم مویرگ ها و افزایش نشت پذیری عروقی می شود و از این طریق مدت افزایش چگالی مویرگی از طریق افزایش سطح انتشار، افزایش زمان حضور خون در مویرگ ها و تبادل بین خون و بافت و کاهش مسافت انتشار اکسیژن موجب افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی - سیاهرگی و در نهایت افزایش VO_{2max} می شود. (۲۱، ۲۲) تمرین هوازی سبب کاهش فشارخون، کاهش ضربان قلب، افزایش vo_{2max} ، افزایش فعالیت آنزیم های هوازی و گسترش شبکه مویرگی در سطح عضله قلبی و اسکلتی می شود (۲۳). در واقع، یکی از قوی ترین محرک ها برای شروع فرایند رگ زایی هایپوکسی است که فعالیت ورزشی با ایجاد شرایط محدودیت در اکسیژن (هایپوکسی) و استرس های مکانیکی در بیان VEGF مؤثر است که سبب بیش بیانی VEGF می شود؛ و به نظر می رسد فعالیت ورزشی حاد و مزمن به صورت منظم بیان ژن VEGF را تغییر می دهد که در رگ زایی مؤثر است. (۲۴) نتایج مطالعه حاضر همسو با نتیجه مطالعه هویر و همکاران (۲۰۱۲) بود که در این مطالعه ۶۰ دقیقه دوچرخه سواری با شدت ۶۰٪ VO_{2max} سبب افزایش غلظت بین بافتی VEGF تا بیش از شش برابر در مقایسه با سطح استراحتی شد. (۲۵) عوامل مختلفی بر میزان VEGF تولیدی ناشی از تمرینات ورزشی تأثیر گذارند که از مهم ترین آن ها می توان هایپوکسی، فشار تنشی یا شیر استرس (نیروی همودینامیکی ناشی از اصطکاک جریان خون با دیواره عروقی) و... نام برد. به دنبال تأثیر این عوامل تمرینات هوازی باعث افزایش سرعت جریان خون ۵ تا ۶ برابری در جریان خون می شوند و در مدت طولانی تر باعث تغییرات ساختاری مثل افزایش قطر و هایپرتروفی عروق می شود. افزایش حاد آن سبب افزایش بیان اتساع کننده های عروق:



نیتریک اکساید، پروستاگلندینها و پروستاگلندینها می‌شود. اتساع کننده‌های عروقی در تنظیم افزایشی بیان ژنی VEGF تأثیر مثبتی دارند پس به نظر می‌رسد این افزایش سرعت و افزایش برخورد خون به دیواره عروق در سطوح VEGF تأثیرگذار باشد. (۲۶،۲۷،۲۸) نتیجه تحقیق حاضر با نتیجه مطالعه سوهر و همکاران^{۱۷} نیز همسو است، سوهر و همکارانش نشان دادند که VEGF سرمی متعاقب ۹۰ دقیقه فعالیت دوچرخه‌سواری وقتی توأم با القای لرزش بود، افزایش یافت. اجرای تمرین ورزشی همراه با لرزش نسبت به اجرای بدون لرزش موجب افزایش بیشتری در جریان خون عضله اسکلتی و در پی آن اعمال استرس مکانیکی بیشتری به جدار عروقی می‌شود و به‌نوعی در افزایش VEGF نقش مثبتی دارد (۲۹)

نتیجه‌گیری

در این تحقیق نشان داده شد که یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی با ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه موجب افزایش سطوح VEGF سرمی می‌شود. درواقع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین مقادیر VEGF قبل از تمرین و بعد از تمرین تفاوت معناداری به نفع مقادیر به‌دست‌آمده بعد از تمرین در دختران فعال جوان وجود دارد. $pretest: 8/38 \pm 2/2$ $p < 0.05$ / $posttest: 14/9 \pm 76/9$. صرف‌نظر از تفاوت‌های فردی و امکان تاثیر این تفاوت‌ها بر مقادیر VEGF می‌توان نتیجه گرفت که تمرین هوازی بر رگ زایی مؤثر است و از آنجایی که میان رگ زایی و بهبود VO_{2MAX} همبستگی مشاهده می‌شود، می‌توان گفت وجود مقادیر بالا VEGF در ورزشکاران استقامتی نشانه آمادگی تنفسی بالا است؛ اما تحقیقات آتی در این حوضه نیاز است.

منابع

۱. تأثیر دو نوع فعالیت بدنی بر پاسخ A-VEGF سرمی مردان غیر ورزشکار، علی‌اصغر رواسی، مهدی یادگاری و سیروس چوبینه / علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۳
۲. رگ زایی، مروری بر مکانیسم مولکولی. ملیحه روزبهانی، حسن جمشیدیان، اسماعیل محمودی، اصغر عرشی/بهار

۱۳۹۷

3. Egginton S. Invited review: activity-induced angiogenesis. Pflugers Arch. 2009 Mar; 457(5):963-77. Doi: 10.1007/s00424-008-0563-9. Epub 2008 Aug 13. PMID: 18704490.
4. Ferrara N. Molecular and biological properties of vascular endothelial growth factor. J Mol Med 77: 527-543, 1999.



5. Ferrara, N. H. P. Gerber & J. LeCouter (2003). "The biology of VEGF and its receptors". *Nature medicine*, 9, pp: 669-676.
6. Amaral SL, Papanek PE, and Greene AS. Angiotensin II and VEGF are involved in angiogenesis induced by short-term exercise training. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 281: H1163-H1169, 2001
7. Deanfield JE, Halcox JP, Rabelink TJ. Endothelial function and dysfunction: testing and clinical relevance. *Circulation* 115: 1285–1295, 2007
8. Emeline M. F. Van Craenenbroeck, Christiaan J. Vrints, Steven E. Haine, Katrien Vermeulen, Inge Goovaerts, Viggo F. I. Van Tendeloo, Vicky Y. Hoymans, and Viviane M. A. Conraads. A maximal exercise bout increases the number of circulating CD34+/KDR+ endothelial progenitor cells in healthy subjects. Relation with lipid profile *japphysiol*.01210.2007. 01 APR 2008
9. Wagner PD. Diffusive resistance to O₂ transport in muscle. *Acta Physiol Scand* 168: 609-614, 2000
10. Hang J, Kong L, GU JW, Adair TH. VEGF gene expression is upregulated in electrically stimulated rat skeletal muscle. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 269: H1827-H1831
11. Gustafsson T, Puntchart A, Kaijser L, Jansson E, and Sundberg CJ. Exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 276: H679–H685, (1999)
12. Richardson RS, Wagner H, Mudaliar SR, Henry R, Noyszewski EA, and Wagner PD. Human VEGF gene expression in skeletal muscle: effect of acute normoxic and hypoxic exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 277: H2247–H2252, (1999)
13. Landers-Ramos, R.Q. Jenkins, N.T. Spangenburg, E.E. et al. Circulating angiogenic and inflammatory cytokine responses to acute aerobic exercise in trained and sedentary young men. *Eur J Appl Physiol* 114, 1377–1384 (2014)
14. Gulati M. Pandey D.K. Arnsdorf M.F. Lauderdale D.S. Thisted R.A. Wicklund R.H. et al. Exercise capacity and the risk of death in women. The St James women take heart project *Circulation* (2003) 108 1554 1559
15. Myers J. Prakash M. Froelicher V. Do D. Partington S. Atwood E. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing *N Engl J Med* 2002 346 793 801
16. Paffenbarger R.S. Jr. Hyde R.T. Wing A.L. Lee I.M. Jung D.L. Kampert J.B. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men *N Engl J Med* 1993 328 538 545
17. Dantz, D. Bewersdorf, J. Fruehwald-Schultes, B. Kern, W. Jelkmann, W Born, J. Fehm, H.L. and Peters, A. (2002). "Vascular endothelial growth factor: a novel endocrine defensive response to hypoglycemia". *J Clin Endocrinol Metab* 87: PP: 835–840.
18. Richardson RS, Knight DR, Poole DC, Kurdak SS, Hogan MC, Grassi B, Wagner PD. Determinants of maximal exercise V̇o₂ during single leg knee extensor exercise in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 268: H1453-H1461
19. Richardson RS, Poole DC, Knight DR, Wagner PD. Red blood cell transit time in man: theoretical effects of capillary density. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 361st ed. Hogan DC, Mathieu-Costello O, Poole DC, Wagner PD. 1994: 521-532. Plenum New York
20. Ahmetov, I.I. Khakimullina, A.M. Popov, D.V. Missina, S.S. Vinogradova O.L. Rogozkin, V.A. (2008). "Polymorphism of the vascular endothelial growth factor gene (VEGF) and aerobic performance in athletes". *Fiziologiya Cheloveka* Vol. 34, No. 4; PP: 97–101
21. Gavin, T.P. Stallings, H.W. Zwetsloot, K.A. Westekamp, L.M. Ryan, N.A Moore, R.A. Pofahl, W.E. Hickner, R.C. (2005). "Lower capillary density but no difference in VEGF expression in obese vs. lean young skeletal muscle in humans *J Appl Physiol* 98; PP: 315-321



22. Aghajanian, A. Wittchen, E.S. Allingham, M.J. Garrett, T.A. Burrige, K(2008)"Endothelial cell junctions and the regulation of vascular permeability and Leukocyte transmigration". J Thromb Haemost 6; PP: 1453–60.
23. Tang K, Xia FC, Wagner PD, Breen EC. Exercise-induced VEGF transcriptional activation In brain, lung and skeletal muscle. Respiratory physiology & neurobiology.
- 22-16)1(170; 2010
24. Olfert IM, Howlett RA, Wagner PD, Breen EC. Myocyte vascular endothelial growth factor Is required for exercise-induced skeletal muscle angiogenesis. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2010; 299(4):R1059 R67
25. Hoier B, Nordsborg N, Andersen S, Jensen L, Nybo L, Bangsbo J, et al. Pro-and anti Angiogenic factors in human skeletal muscle in response to acute exercise and training. The Journal of physiology. 2012; 590(3):595-606
26. Hudlicka O, Brown MD. Adaptation of skeletal muscle microvasculature to increased or Decreased blood flow: role of shear stress, nitric oxide and vascular endothelial growth Factor. Journal of vascular research. 2009; 46(5):504-12
27. Sundberg C, Kaijser L. Effects of graded restriction of perfusion on circulation and Metabolism in the working leg; quantification of a human ischaemia-model. Acta Physiologica scandinavica. 1992; 146(1):1-9
28. Loufrani, L. and Henrion, D. (2008). "Role of the cytoskeleton in flow (Shear stress)-induced dilation and remodeling in resistance arteries". Med BiolEng Comput. 46(5); PP: 451–60
29. Suhr, F. Brixius, K. de Mare'es, M. Bo'lick, B. Kleino'der, H Achtzehn, S. Bloch, W. and Mester, J. (2007). "Effects of short-term vibration and hypoxia during high-intensity cycling exercise on circulating levels of angiogenic regulators in humans". J Appl Physiol 103; PP: 474–483



بررسی تمرینات ورزشی و اثر آن‌ها بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان: مروری سیستماتیک

مهسا نباتی سفیده خوان^۱، فرهاد رضازاده^۲، مهشید یوسفی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. استادیار علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه:

پیری به عنوان یک فرایند غیرقابل برگشت، پویا و پیش رونده تعریف می شود که با عوامل جسمی، اجتماعی و شناختی در ارتباط است. سالمندی را می توان دوره ای از کاهش ساختارها و عملکردهای بدن به شمار آورد، چرا که فرد در معرض بروز بیماری ها و آسیب های مرتبط با سن قرار دارد. یکی از مشکلات ناشی از سلامت ناکافی شناختی، جسمی و اجتماعی در سالمندان، زمین خوردن است. زمین خوردن به عنوان دلیل اصلی مرگ ناشی از آسیب در این گروه سنی شناخته می شود. بر اساس تحقیقات انجام شده، بیش از ۳۰ درصد از سالمندان هر سال به طور میانگین یک بار دچار زمین خوردن می شوند. اگرچه بیشتر این سقوطها منجر به آسیب جدی نمی شود، اما منجر به عارضه ای به نام «ترس از افتادن» می شود. با توجه به اینکه در سالمندی کارایی فرآیندهای مرتبط با حفظ تعادل و کنترل وضعیت قامت کاهش می یابد، به کارگیری روش های درمانی مناسب برای بهبود تعادل و کنترل پستی به منظور پیشگیری از خطر زمین خوردن ضروری است. بنا به مطالب بیان شده و اهمیت حفظ تعادل در پیشگیری از افتادن در سالمندان، هدف از مطالعه حاضر مرور بر تمرینات انجام شده و اثربخشی آن ها بر میزان تعادل می باشد.

روش کار:

مطالعه حاضر یک پژوهش مروری سیستماتیک بود. جستجو برای کلیدواژه های سالمندان، تعادل ایستا، تعادل پویا، افتادن و صفحه نیرو در پایگاه های اطلاعاتی Noormags, Google, ScienceDirect, Magiran, Google Scholar, PubMed و Scopus انجام گرفت. با استفاده از این کلیدواژه ها، ۲۸ مقاله فارسی به دست آمد که پس از حذف مقالات تکراری و عناوین نامرتبط با موضوع تحقیق و نیز اعمال معیارهای ورود و خروج (استفاده از مقالات فارسی، در دسترس بودن مقالات و مرتبط بودن آن ها با کلمات کلیدی و...)، ۸ مقاله از سال های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴ بررسی شد. هدف این مطالعه تحلیل تأثیر تمرینات ورزشی بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان در این تحقیقات بود.

بحث و نتیجه گیری:

این پژوهش بررسی تمرینات ورزشی و اثر آن ها بر میزان ترس از افتادن و تعادل سالمندان پرداختند. با توجه به اهمیت مبحث تعادل و جلوگیری از افتادن در سالمندان هدف از تحقیق حاضر بررسی تمرینات انجام شده بر روی تعادل و انتخاب مؤثرترین روش می باشد. در این راستا رئیسی و شراهی (۲۰۲۱) تأثیر هشت هفته تمرینات فال پروف نظارت شده در خانه بر تعادل، کیفیت زندگی و ترس از افتادن سالمندان را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که این



تمرینات تأثیر مثبتی بر فاکتورهای سنجیده شده داشته است. در مطالعه‌ای دیگر عظیمی زاده و همکاران (۲۰۲۱) پس از هشت هفته تمرین کاوتورن کوکسی بر تعادل و قدرت اندام تحتانی، اثر مثبت آن را بیان کردند. حسینی و همکاران (۲۰۲۱) به مطالعه اثر تمرین استقامتی در خشکی، آب و ترکیبی در راه رفتن سالمندان پرداختند و بیان کردند که این تمرینات می‌تواند بر تعادل سالمندان اثرگذار باشد هرچند به دلیل اثرگذاری بیشتر تمرینات ترکیبی، این گروه از تمرینات را توصیه کردند. قادریان و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر تمرینات چرخشی در مقایسه با تمرینات تعادلی بر عملکرد تعادل، تحرک، چرخش و ترس از سقوط در سالمندان را سنجیدند. نتایج حاکی از این بود که تمرینات چرخشی نسبت به تمرینات تعادلی، اثر بیشتری بر بهبود تعادل عملکردی نشان دادند. تأثیر تمرینات عملکردی معلق تی آر ایکس بر قدرت عضلانی اندام تحتانی، تحرک پذیری، تعادل و ترس از سقوط مردان سالمند توسط مرادی و همکاران (۲۰۲۳) بررسی شد. به نظر می‌رسد که استفاده از این شیوه تمرینی معلق، تأثیر مثبتی در بهبود عملکرد و کاهش برخی از مشکلات مرتبط با دوران سالمندی دارد. صفری و همکاران (۲۰۲۳) پس از ۸ هفته تمرینات پایداریسازی عصبی عضلانی پویا توصیه کردند که استفاده از این گروه تمرینات می‌تواند بر افزایش تعادل در سالمندان مؤثر باشد. در پژوهشی دیگر اثر تمرینات ترکیبی بر عملکرد گذر از پله توسط قادریان و همکاران (۲۰۲۳) بررسی شده و اثر مثبت آن توسط پژوهشگران تأیید شد. الحسینی و همامی (۲۰۲۴) تمرینات یوگا و مربع گام‌برداری بر زنان سالمند را سنجیده و آن را به عنوان یک روش تمرینی ساده، این شیوه برای بهبود عملکردهای جسمانی و شناختی زنان سالمند توصیه شده است.

نتایج تحقیقات حاضر اثرگذاری سودمند تمرینات ورزشی بر تعادل و کاهش ترس از افتادن را نشان می‌دهند و با یکدیگر همسو هستند. باتوجه به اثرگذاری بیشتر تمرینات ترکیبی توصیه می‌شود که جهت درمان و کاهش ترس از افتادن و افزایش تعادل از این تمرینات استفاده شود.

کلمات کلیدی: سالمندان-تعادل ایستا-تعادل پویا-افتادن-صفحه نیرو

منابع:

1. Azimzadeh MJ, Tabatabai Asl SM, Hoseini SH. The Effects of an Eight-week Cawthorne-Cooksey Training Program on Balance and Lower Limb Strength in the Elderly. *Journal of Sport Biomechanics*. 2021 Jun 10;7(1):68-77.
2. Hoseini MR, Sadeghi H, Taghva M. Impact of Dry, Wet & Combination Endurance Training on Selected Biomechanical Variables At The Voluntary Gait In Men Aged 60-75. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021 Nov 22;10(5):1080-93.
3. Safari H, Zolaktaf V. Effects of eight weeks of Dynamic Neuromuscular Stabilization exercises on the balance of older men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023 Jan 21;11(6):978-87.
4. Moradi M, Eskandari Z, Mirmoezzi M, Lashgari M. Effect of TRX Suspension Training on Balance, Mobility, Lower Limb Muscle Strength, and Fear of Falling in Older Men. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023 Nov 22;12(5):868-79.
5. Ghaderiyan M, Ghasemi G, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. The Effect of Turning Training in Comparison with Balance Training on Balance Performance, Mobility, Turning and Fear of Falling in Older Adults. *Studies in Sport Medicine*. 2022 Jul 23;14(32):43-76.



6. Puladian M, Ayatizadeh Tafti F, Samadi H. COMPARISON OF THE EFFECT OF MINDFULNESS EXERCISES AND PETTLEP MENTAL IMAGERY ON THE BALANCE AND CONTINUOUS ATTENTION OF ELDERLY WOMEN. Studies in Medical Sciences. 2023 Aug 10;34(5):278-89.
7. Ghaderian M, Ghasemi GA, Lenjannejadian S, Sadeghi Demneh E. Effect of Combined Exercises on Stair Negotiation Performance of Older Men: A Randomized Controlled Clinical Trial. Iranian Journal of Ageing. 2023 Oct 10;18(3):304-25.
8. Eskandari M, Nezakat Alhosseini M, Safavi Homami S. Comparison of Memory, Balance and Fear of Falling in Older Women After Performing Yoga and Square-stepping Exercises. Iranian Journal of Ageing. 2024 Oct 10;19(3):438-51.



بررسی جامع اثرات فعالیت بدنی بر بهبود عملکرد ریوی و تغییرات در حجم‌ها و ظرفیت‌های

ریوی

بهار سلجوقی برنجی^۱، معرفت سیاه کوهیان^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی،

اردبیل، ایران

۲- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

فعالیت بدنی به عنوان یکی از عوامل کلیدی در بهبود سلامت عمومی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن، نقش مهمی در بهبود عملکرد سیستم تنفسی دارد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات فعالیت بدنی بر عملکرد ریوی و تغییرات در حجم‌ها و ظرفیت‌های تنفسی انجام شد. روش‌ها: در این مطالعه، پژوهش‌های مرتبط با تأثیر فعالیت بدنی بر ریه جمع‌آوری شده و داده‌های مربوط به پارامترهای ریوی شامل ظرفیت‌ها و حجم‌های ریوی و همچنین عملکرد کلی سیستم تنفسی مورد بررسی قرار گرفتند. این تحقیق مقاله‌های مرتبط با واژه‌های کلیدی فعالیت بدنی، عملکرد ریوی و حجم‌های تنفسی از مقالات متعدد نمایه شده در پایگاه‌های علمی Google Scholar و PubMed استخراج شدند. یافته‌ها: مطالعات نشان می‌دهند که فعالیت بدنی منظم، به‌ویژه ورزش‌های هوازی، تأثیر مثبتی بر ظرفیت حیاتی و حجم جاری دارد و می‌تواند منجر به کاهش حجم باقیمانده و بهبود تبادل گازهای ریوی شود. همچنین، فعالیت بدنی منظم با تقویت عضلات تنفسی و افزایش انعطاف‌پذیری دیواره قفسه سینه، عملکرد کلی ریوی را بهبود می‌بخشد. این اثرات در جمعیت‌های سالم، ورزشکاران، و افراد مبتلا به بیماری‌های مزمن ریوی مانند آسم و COPD مشهود است. نتیجه‌گیری: فعالیت بدنی منظم می‌تواند به عنوان یک مداخله مؤثر در بهبود عملکرد ریوی و ظرفیت‌های تنفسی مورد استفاده قرار گیرد. طراحی برنامه‌های ورزشی متناسب با شرایط افراد، به‌ویژه بیماران مبتلا به اختلالات ریوی، می‌تواند کیفیت زندگی و سلامت تنفسی را ارتقا دهد.

کلمات کلیدی: فعالیت بدنی، عملکرد ریوی، حجم‌های تنفسی

مقدمه

فعالیت بدنی نقش مهمی در بهبود عملکرد ریوی و سلامت عمومی ایفا می‌کند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که فعالیت بدنی منظم می‌تواند ظرفیت حیاتی سریع (FVC) و جریان بازدمی سریع بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی (FEF25-75) را بهبود بخشد (۱، ۲)، اگرچه شواهد درباره تأثیر آن بر حجم بازدمی اجباری در یک ثانیه (FEV1) همچنان محدود است. این اثرات به‌ویژه در کودکان مبتلا به آسم برجسته است، زیرا ورزش به بهبود کیفیت زندگی و کاهش شدت علائم آن‌ها کمک می‌کند، اگرچه شدت و نوع فعالیت باید با دقت انتخاب شود تا خطرات بالقوه، مانند تشدید علائم، کاهش یابد (۳).

تحقیقات انجام‌شده بر روی بزرگسالان نشان داده است که فعالیت بدنی می‌تواند به حفظ عملکرد ریوی و کاهش روند افت آن با افزایش سن کمک کند. این اثر به‌ویژه در افرادی که سابقه مصرف سیگار دارند، آشکارتر است و می‌تواند از



بروز بیماری‌های انسدادی مزمن ریه (COPD) جلوگیری کند (۴) همچنین، رابطه‌ی مثبت بین تعداد گام‌های روزانه و عملکرد ریوی در بیماران COPD گزارش شده است، اگرچه آلودگی هوا می‌تواند این ارتباط را تحت تأثیر قرار دهد (۵).

با توجه به اهمیت روزافزون کاهش وابستگی به درمان‌های دارویی در مدیریت بیماری‌های ریوی، هدف از این مطالعه بررسی اثرات فعالیت بدنی بر بهبود عملکرد و حجم‌های ریوی به منظور شناسایی تأثیرات مثبت آن بر سلامت تنفسی و ارائه راهکارهای مناسب برای ارتقای کیفیت زندگی افراد می‌باشد.

روش بررسی

جستجوی مقالات در پایگاه‌های داده‌ای PubMed و Google scholar انجام شد. کلمات کلیدی جستجو شامل فعالیت بدنی، عملکرد ریوی و حجم‌های تنفسی بودند. معیار ورود شامل مطالعات بنیادی و بالینی بود که تأثیر ورزش بر ریه را بررسی کرده بودند. مقالات نظری و مطالعات با کیفیت پایین حذف شدند.

نتایج و بحث

با توجه به افزایش شیوع بیماری‌های مزمن تنفسی مانند بیماری مزمن انسدادی ریه (COPD)، آسم، و سایر اختلالات ریوی، پژوهش‌های اخیر تأکید زیادی بر روش‌های غیرتهاجمی برای بهبود عملکرد ریه‌ها دارند. فعالیت بدنی یکی از مؤثرترین روش‌ها برای تقویت سیستم تنفسی شناخته می‌شود و نقش آن در افزایش ظرفیتهای ریوی، کاهش اختلالات تنفسی و ارتقای کیفیت زندگی به‌طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته است (۶، ۷).

ورزش با تأثیرگذاری بر سیستم تنفسی می‌تواند عملکرد آن را از طریق چندین مکانیسم فیزیولوژیکی بهبود بخشد. این تأثیرات شامل تقویت عضلات تنفسی مانند دیافراگم و عضلات بین دنده‌ای، افزایش انعطاف‌پذیری بافت‌های ریوی، بهبود گردش خون در ریه‌ها، و افزایش کارایی تبادل گازها در آلوئول‌ها می‌شود. به‌طور خاص، تمرینات هوازی (مانند دویدن و شنا) با تحریک تنفس عمیق و افزایش نیاز به اکسیژن، عملکرد ریوی را به‌طور چشمگیری تقویت می‌کنند (۸).

افزایش ظرفیت حیاتی

یکی از مواردی که در چندین مقاله مورد بررسی قرار گرفته است بررسی اثرات فعالیت بدنی بر میزان ظرفیت حیاتی است. ظرفیت حیاتی ریه نه تنها بر عملکرد تنفسی بلکه بر سلامت کلی بدن تأثیر دارد. افرادی که ظرفیت ریوی بیشتری دارند، قادر به انجام فعالیت‌های فیزیکی با شدت بالا هستند و معمولاً کمتر دچار خستگی می‌شوند. این ظرفیت برای ورزشکاران حرفه‌ای که نیاز به تبادل سریع و مؤثر گازهای تنفسی دارند، حیاتی است. از سوی دیگر، در افراد با شرایط خاص مانند افراد مبتلا به COPD، آسم، یا افراد مسن، افزایش ظرفیت ریوی می‌تواند به کاهش علائم تنگی نفس و افزایش عملکرد بدنی کمک کند (۹، ۱۰).

ورزش با تأثیرگذاری بر سیستم تنفسی، ظرفیت حیاتی ریه را از طریق مکانیسم‌های مختلف و پیچیده‌ای بهبود می‌بخشد. این مکانیسم‌ها به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر ساختارها و عملکردهای مرتبط با سیستم تنفسی تأثیر می‌گذارند (۱۱). یکی از این مکانیسم‌ها تقویت عضلات تنفسی اصلی در طی فعالیت بدنی است. این عضلات شامل



دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای در حین ورزش‌های منظم، به ویژه تمرینات هوازی و مقاومتی، تقویت می‌شوند. این امر به افزایش قدرت و استقامت این عضلات کمک کرده و کارایی فرایند دم و بازدم را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان داده‌اند که این تقویت عضلانی می‌تواند به طور مستقیم در بهبود شاخص‌های تنفسی از جمله FEV1 و FVC مؤثر باشد. (۱۲، ۱۳).

در چند مطالعه دیگر هم گزارش شده است که تمرینات منظم هوازی (مانند دویدن، شنا یا دوچرخه‌سواری) و مقاومتی (مانند وزنه‌برداری یا تمرین با کش‌های ورزشی) می‌توانند قدرت انقباض عضلانی فیبرهای عضلانی دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای را افزایش دهند. این تقویت منجر به بهبود کارایی دیافراگم در ایجاد فشارهای منفی در ریه‌ها می‌شود، که موجب افزایش حجم هوای ورودی به ریه‌ها خواهد شد (۱، ۱۴).

فعالیت بدنی منظم موجب افزایش استقامت عضله نیز می‌شود، استقامت عضلات تنفسی برای اطمینان از حفظ تهویه مناسب در طول فعالیت‌های شدید و طولانی ضروری است. ورزش‌های استقامتی باعث افزایش ظرفیت تحمل عضلات تنفسی می‌شوند، که به کاهش خستگی این عضلات در فعالیت‌های طولانی‌مدت کمک می‌کند (۱۵). علاوه بر این تمرینات تنفسی خاص، می‌توانند هماهنگی بین عضلات تنفسی را بهبود بخشند. این هماهنگی به افزایش کارایی فرآیند تنفس و کاهش انرژی مصرفی در هر دم و بازدم کمک می‌کند (۱۶).

گزارشاتی در مورد اثرات مثبت تمرینات بدنی بر میزان حجم بازدمی سریع در ثانیه اول (FEV1) وجود دارد. Granger و همکارانش بیان کردند که تقویت عضلات تنفسی می‌تواند به بهبود توانایی بازدم سریع کمک کند. آنها گزارش کردند که افزایش قدرت دیافراگم و عضلات بین‌دنده‌ای در طی ورزش‌های مناسب منجر به افزایش حجم هوای تخلیه‌شده در ثانیه اول می‌شود (۱۷).

افزایش کومپلیانس ریه‌ها

افزایش کومپلیانس ریه‌ها یکی دیگر از مواردی است که تحت تاثیر تمرینات ورزشی قرار می‌گیرد. ورزش منظم می‌تواند تأثیرات مثبتی بر کومپلیانس ریه، یا قابلیت کشسانی و انعطاف‌پذیری بافت‌های ریوی، داشته باشد. فعالیت‌های ورزشی مانند تمرینات هوازی، یوگا، و تمرینات تنفسی به بهبود انعطاف‌پذیری آلوئول‌های ریوی و عضلات تنفسی کمک می‌کنند. این تمرینات می‌توانند باعث کاهش استرس در بافت‌های ریوی شده و از طریق افزایش کارایی تبادل گاز، عملکرد ریوی را بهبود دهند.

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ورزش‌های خاص، مانند تمرینات استقامتی و قدرتی، می‌توانند مقاومت مجاری هوایی را کاهش داده و قابلیت بازگشت‌پذیری بافت‌ها را تقویت کنند. همچنین، در بیماران با بیماری‌های ریوی مزمن مانند COPD، تمرینات ورزشی منظم باعث کاهش التهابات ریوی و افزایش کومپلیانس دینامیک می‌شود، که به بهبود شاخص‌هایی مانند FEV1 و VC کمک می‌کند (۱۸).

بهبود تبادل گازی در آلوئول‌ها

فعالیت بدنی بر کیفیت تبادل گازی در آلوئول‌ها نیز تاثیر دارد. Edward, Rochester و همکارانشان گزارش کردند که با افزایش جریان خون ریوی و تهویه آلوئولی ناشی از فعالیت ورزشی، تبادل گازها بهبود می‌یابد. این افزایش کارایی به



بهبود سطح اکسیژن خون و کاهش تجمع دی‌اکسیدکربن در بدن کمک می‌کند. تحقیقات نشان داده‌اند که ورزش‌های استقامتی مانند دویدن و شنا، عملکرد تبادل گازی را از طریق افزایش حجم جاری ارتقا می‌دهند (۱۹، ۲۰).

در پژوهشی دیگر Miserocchi و همکاران نیز بیان داشتند که ورزش باعث بهبود جریان خون ریوی و تهویه آلوئولی شده و در نتیجه تبادل گازها در ریه‌ها را افزایش می‌دهد. این بهبودها به دلیل افزایش برون‌ده قلبی، گسترش شبکه مویرگی ریوی، و بهبود هماهنگی تهویه-پرفیوژن در آلوئول‌ها است (۲۱). گزارشی دیگر وجود دارد مبنی بر اینکه بهبود تبادل گازی از طریق افزایش برون‌ده قلبی، افزایش تهویه ریوی و افزایش هماهنگی تهویه و پرفیوژن در طی فعالیت ورزشی، منجر به برون‌ده قلبی و جریان خون بیشتر ریه‌ها می‌شود. این امر، به ویژه در نواحی تهویه‌شده ریه‌ها، تبادل اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را بهینه می‌کند (۲۲). همین‌طور ورزش باعث افزایش تهویه آلوئولی با افزایش ریت تنفسی و عمق تنفسی می‌شود. این تغییر، آلوئول‌های غیرفعال را فعال می‌کند و فضای مرده تنفسی را کاهش می‌دهد. افزایش ظرفیت حیاتی (VC) و کاهش حجم باقیمانده (RV) نشان‌دهنده بهبود در کارایی تبادل گاز است (۲۳)، و از طرف دیگر افزایش هماهنگی بین مناطق تهویه‌شده و خون‌رسانی‌شده باعث می‌شود اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها افزایش یابد. این اثر در ورزش‌های استقامتی مانند دویدن و شنا بارزتر است (۲۴).

کاهش مقاومت راه‌های هوایی

ورزش منظم می‌تواند مقاومت مجاری هوایی را کاهش داده و عملکرد تنفسی را بهبود بخشد. این تأثیر به‌ویژه در بیماران مبتلا به آسم یا افرادی با واکنش‌پذیری بالا در مجاری هوایی قابل توجه است. مکانیسم‌های کلیدی این فرآیند شامل بهبود بازده تنفس، کاهش التهاب مجاری هوایی، و تعدیل پاسخ‌های التهابی ناشی از عوامل محرک است (۲۵، ۲۶).

تمرینات هوازی، مانند دویدن یا دوچرخه‌سواری، به کاهش التهاب مجاری هوایی از طریق کاهش سطوح سیتوکین‌های التهابی مانند اینترلوکین ۶ (IL-6) و پروتئین فعال‌کننده منوسیتها (MCP-1) Monocyte chemotactic protein-1 (1) و افزایش سیتوکین‌های ضدالتهابی کمک می‌کند. این فرآیند، به کاهش برونکواسپاسم و بهبود وضعیت تهویه کمک می‌کند، که به‌ویژه برای افراد مبتلا به آسم مفید است. همچنین، ورزش باعث کاهش حساسیت مجاری هوایی به عوامل تحریک‌کننده شده و منجر به بهبود کنترل بیماری می‌شود. کاهش سلول‌های التهابی و کاهش نیتریک اکسید بازدمی (FeNO) از دیگر تأثیرات مثبت ورزش بر مقاومت مجاری هوایی هستند که در مطالعات دیده شده‌اند (۲۷، ۲۸).

علاوه بر این، ورزش به‌عنوان یک روش غیر دارویی مؤثر در مدیریت آسم شناخته می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی می‌توانند تعداد دفعات تشدید بیماری و شدت آن را کاهش دهند و کیفیت زندگی را بهبود بخشند. برای مثال، در یک مطالعه، بیماران مبتلا به آسم متوسط تا شدید که یک برنامه ۱۲ هفته‌ای تمرینات هوازی را انجام دادند، کاهش قابل توجهی در مقاومت مجاری هوایی و التهاب سیستمیک نشان دادند (۲۹). WU و همکاران گزارش کردند که در کودکان مبتلا به آسم فعالیت ورزشی منظم باعث بهبود شاخص‌های عملکرد ریوی شده و شدت علائم



آسم را کاهش داده است. این اثرات به دلیل تقویت عضلات تنفسی و کاهش التهاب در دستگاه تنفسی مشاهده شد (۳۰).

به طور کلی، ورزش منظم، همراه با درمان‌های دارویی مناسب، می‌تواند نقش مهمی در کاهش مقاومت مجاری هوایی و بهبود کنترل تنفسی داشته باشد. این اثرات تأیید شده نشان می‌دهند که ورزش علاوه بر بهبود سلامت عمومی، تأثیرات سودمندی بر سیستم تنفسی دارد.

تحریک مکانیسم‌های ترمیمی

ورزش باعث تحریک مکانیسم‌های ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی می‌شود که می‌توانند از آسیب‌های ناشی از استرس اکسیداتیو در ریه‌ها جلوگیری کنند. این اثر به خصوص در بهبود عملکرد ریه در افرادی که از آلودگی هوا یا مصرف سیگار آسیب دیده‌اند، مشهود است (۲۰، ۳۱).

فعالیت بدنی منظم با شدت متوسط تا بالا منجر به تنظیم متقابل تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن می‌شود. این تعادل نه تنها از آسیب به سلول‌های ریوی جلوگیری می‌کند، بلکه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی مانند گلوکوتاتیون (GSH) و سوپراکسید دیسموتاز (SOD) را نیز افزایش می‌دهد. چنین مکانیسم‌هایی به کاهش آسیب به بافت ریه و بهبود عملکرد آن کمک می‌کند (۳۲).

به‌عنوان نمونه، تحقیقات نشان داده‌اند که ورزش‌های هوازی باعث کاهش بیومارکرهای استرس اکسیداتیو مانند مالون‌دی‌آلدهید (MDA) می‌شوند و همچنین سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهند. این تغییرات در بیماران مبتلا به بیماری‌های ریوی نظیر COPD یا پس از قرار گرفتن در معرض آلاینده‌های محیطی نیز مشاهده شده است. علاوه بر این، تمرینات تنفسی خاص می‌توانند تأثیر ویژه‌ای در بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش آسیب ناشی از ROS داشته باشند (۳۳، ۳۴).

همچنین، مطالعات بر روی موش‌ها نشان داده‌اند که ورزش باعث کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو ناشی از آلاینده‌ها در ریه‌ها می‌شود. این اثرات با بهبود عملکرد سیگنالینگ سلولی مرتبط با مسیرهای NF- κ B و کاهش التهاب همراه است (۳۵).

افزایش تطابق قلبی-ریوی

ورزش تأثیر چشمگیری بر هماهنگی قلب و ریه‌ها دارد که برای حفظ سلامت قلبی‌ریوی ضروری است. قلب و ریه‌ها با همکاری نزدیک، اکسیژن‌رسانی و خروج دی‌اکسید کربن از بدن را مدیریت می‌کنند. این تعاملات در طول ورزش بهبود می‌یابند، زیرا افزایش ضربان قلب و تهویه ریه‌ها نیاز بدن به اکسیژن بیشتر و دفع دی‌اکسید کربن را تأمین می‌کند. این اثر به طور مستقیم بر شاخص‌هایی مانند VO_{2max} تأثیر می‌گذارد، که با افزایش ظرفیت حیاتی ریه در ارتباط است با فعالیت بدنی، قلب توانایی پمپاژ خون بیشتری به ریه‌ها را پیدا می‌کند و ریه‌ها نیز ظرفیت تهویه‌ای بیشتری پیدا می‌کنند. این همکاری باعث می‌شود که در هر ضربان قلب، خون بیشتری اکسیژن دریافت کرده و به عضلات تحویل داده شود و همچنین گردش خون ریه‌ای که خون بدون اکسیژن را به ریه‌ها برای تصفیه می‌فرستد،



با ورزش بهبود می‌یابد. این فرآیند به همراه افزایش ظرفیت جذب اکسیژن در آلئول‌ها، باعث بهبود کارایی این حلقه می‌شود (۷، ۲۰).

از اثرات دیگر فعالیت بدنی کاهش فشار خون شریانی ریه است. ورزش باعث گشاد شدن رگ‌های خونی کوچک در ریه‌ها می‌شود و مقاومت عروقی را کاهش می‌دهد. این تغییرات نه تنها جریان خون ریه‌ای را بهبود می‌بخشد، بلکه عملکرد قلب را نیز تقویت می‌کند. مطالعات بالینی متعددی تاثیر مثبت ورزش بر فشار شریانی ریه را نشان داده‌اند. در یک مطالعه ای تاثیر یک برنامه ورزشی ۱۵ هفته‌ای شامل ورزش‌های هوازی و مقاومتی سبک را بر بیماران مبتلا به فشار خون ریوی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شرکت‌کنندگان کاهش قابل توجهی در فشار شریانی ریه و بهبود ظرفیت عملکردی داشتند (۳۶). در تحقیقی دیگر گزارش کردند که تمرینات هوازی متوسط، باعث بهبود قابل توجه در مقاومت عروقی ریوی و کاهش میزان خستگی در بیماران مبتلا به فشار خون ریوی می‌شود (۳۷). و Butar و همکارانش تاثیر تمرینات تنفسی عمیق را بر عملکرد ریوی بیماران مبتلا به فشار خون ریوی بررسی کرده و بهبود قابل توجه در میزان اشباع اکسیژن خون و کاهش فشار شریانی ریه را گزارش کردند (۳۸).

از دیگر یافته‌ها می‌توان به مواردی دیگر اشاره کرد مانند اینکه ورزش باعث افزایش توانایی پمپ کردن قلب و تقویت بطن راست فشار وارده بر شریان‌های ریوی را کاهش دهد. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی مداوم، بازده قلبی را افزایش داده و مقاومت عروقی ریوی را کاهش می‌دهد (۳۹). ورزش به بهبود خاصیت ارتجاعی دیواره‌های عروق ریوی کمک می‌کند. انعطاف‌پذیری بیشتر عروق باعث کاهش مقاومت جریان خون و در نتیجه کاهش فشار شریانی ریه می‌شود. این اثر به ویژه در تمرینات استقامتی مانند دوچرخه‌سواری و شنا دیده شده است (۴۰). اکسید نیتریک یک گشادکننده طبیعی عروق است که در حین ورزش افزایش می‌یابد. این ماده مقاومت عروق ریوی را کاهش داده و جریان خون بهتری ایجاد می‌کند (۴۱). و اینکه استرس اکسیداتیو و التهاب سیستمیک از عوامل مؤثر در بروز فشار خون ریوی هستند. ورزش منظم با کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و عوامل التهابی، اثرات حفاظتی بر عروق ریوی دارد (۴۲).

نتیجه گیری

فعالیت بدنی به عنوان یک عامل مهم در بهبود عملکرد ریوی، حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی شناخته شده است. مرور مطالعات مختلف نشان می‌دهد که تمرینات هوازی و مقاومتی می‌توانند تأثیرات مثبت قابل توجهی بر پارامترهای ریوی، از جمله افزایش ظرفیت حیاتی (VC)، حجم جاری (TV)، ظرفیت کل ریوی (TLC) و کاهش مقاومت راه‌های هوایی داشته باشند. این اثرات به ویژه در افرادی که دارای سبک زندگی کم‌تحرک یا بیماری‌های مزمن ریوی هستند، بیشتر مشاهده می‌شود.

بهبود عملکرد ریوی در اثر فعالیت بدنی، به عواملی نظیر تقویت عضلات تنفسی، افزایش انعطاف‌پذیری بافت‌های ریوی و بهبود اکسیژن‌رسانی مرتبط است. همچنین، فعالیت بدنی منظم به کاهش التهابات سیستمیک و بهبود کیفیت زندگی کمک می‌کند. بنابراین، گنجانیدن فعالیت بدنی در برنامه‌های درمانی و پیشگیرانه می‌تواند به عنوان یک رویکرد مؤثر در ارتقای سلامت ریوی توصیه شود.



در نهایت، تحقیقات آینده باید به بررسی شدت، نوع و مدت زمان فعالیت بدنی مورد نیاز برای بهینه‌سازی عملکرد ریوی در گروه‌های مختلف جمعیتی بپردازند تا بتوانند راهبردهای دقیق‌تری ارائه دهند.

منابع

1. McKenzie DC. Respiratory physiology: adaptations to high-level exercise. British journal of sports medicine. 2012;46(6):381-4.
2. Spruit MA. Pulmonary rehabilitation. European Respiratory Review. 2014;23(131):55-63.
3. Morinville V, Holterman MJ, Bellin MD. frontiers Frontiers in Pediatrics MINI REVIEW published: 26 April 2022. Insights in Pediatric Pancreatology 2022. 2023:4.
4. Fuertes E, Carsin A-E, Antó JM, Bono R, Corsico AG, Demoly P, et al. Leisure-time vigorous physical activity is associated with better lung function: the prospective ECRHS study. Thorax. 2018;73(4):376-84.
5. Fisher JE, Loft S, Ulrik CS, Raaschou-Nielsen O, Hertel O, Tjønneland A, et al. Physical activity, air pollution, and the risk of asthma and chronic obstructive pulmonary disease. American journal of respiratory and critical care medicine. 2016;194(7):855-65.
6. Holland AE, Hill CJ, Jones AY, McDonald CF. Breathing exercises for chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2012(10).
7. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine. 2014;48(16):1227-34.
8. Liesker JJ, Wijkstra PJ, Ten Hacken NH, Koëter GH, Postma DS, Kerstjens HA. A systematic review of the effects of bronchodilators on exercise capacity in patients with COPD. Chest. 2002;121(2):597-608.
9. Li Y, Ji Z, Wang Y, Li X, Xie Y. Breathing exercises in the treatment of COPD: an overview of systematic reviews. International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2022:3075-85.
10. Onofre T, Carlos R, Oliver N, Felismino A, Fialho D, Corte R, et al. Effects of a physical activity program on cardiorespiratory fitness and pulmonary function in obese women after bariatric surgery: a pilot study. Obesity surgery. 2017;27:2026-33.
11. West JB. Respiratory physiology: the essentials: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
12. Hackett DA. Lung function and respiratory muscle adaptations of endurance-and strength-trained males. Sports. 2020;8(12):160.



13. Wouters EF, Posthuma R, Koopman M, Liu W-Y, Sillen MJ, Hajian B, et al. An update on pulmonary rehabilitation techniques for patients with chronic obstructive pulmonary disease .Expert review of respiratory medicine. 2020;14(2):149-61.
14. Spruit MA, Clini EM. Towards health benefits in chronic respiratory diseases: pulmonary rehabilitation. European Respiratory Society; 2013. p. 202-4.
15. Alexiou C, Ward L, Hume E, Armstrong M, Wilkinson M, Vogiatzis I. Effect of interval compared to continuous exercise training on physiological responses in patients with chronic respiratory diseases: A systematic review and meta-analysis. Chronic Respiratory Disease. 2021;18:1479973121104150.6
16. HajGhanbari B, Yamabayashi C, Buna TR, Coelho JD, Freedman KD, Morton TA, et al. Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(6.۱۶۴۳-۶۳:(
17. Granger CL, Arbane G. Thoracic Oncology and Surgery. Textbook of Pulmonary Rehabilitation. 2018:325-35.
18. Gloeckl R, Schneeberger T, Jarosch I, Kenn K. Pulmonary rehabilitation and exercise training in chronic obstructive pulmonary disease .Deutsches Ärzteblatt International. 2018;115(8):117.
19. Edwards JJ, Griffiths M, Deenmamode AH, O'Driscoll JM. High-intensity interval training and cardiometabolic health in the general population: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. Sports Medicine. 2023;53(9):1753-63.
20. Rochester CL, Alison JA, Carlin B, Jenkins AR, Cox NS, Bauldoff G, et al. Pulmonary rehabilitation for adults with chronic respiratory disease: an official American Thoracic Society clinical practice guideline. American journal of respiratory and critical care medicine. 2023;208(4):e7-e26.
21. Miserocchi G, Beretta E. A century of exercise physiology: lung fluid balance during and following exercise. European Journal of Applied Physiology. 2023;123.۱-۲۴:(۱)
22. Nystoriak MA, Bhatnagar A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. Frontiers in cardiovascular medicine. 2018;5:408204.
23. Weatherald J, Boucly A, Montani D, Jaïs X, Savale L, Humbert M, et al. Gas exchange and ventilatory efficiency during exercise in pulmonary vascular diseases. Archivos de bronconeumologia. 2020;56(9):578-85.
24. Eisman AS, Shah RV, Dhakal BP, Pappagianopoulos PP, Wooster L, Bailey C, et al. Pulmonary capillary wedge pressure patterns during exercise predict exercise capacity and incident heart failure. Circulation: Heart Failure. 2018;11(5):e004750.
25. Cooper CB. Airflow obstruction and exercise. Respiratory medicine. 2009;103(3):325-34.



26. O'Donnell DE, Elbehairy AF, Webb KA, Neder JA. The link between reduced inspiratory capacity and exercise intolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Annals of the American Thoracic Society*. 2017;14(Supplement 1):S30-S9.
27. de Lima FF, Pinheiro DHA, Carvalho CRFd. Physical training in adults with asthma: An integrative approach on strategies, mechanisms, and benefits. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 2023;4:1115352.
28. Moraes-Ferreira R, Brandao-Rangel MAR, Gibson-Alves TG, Silva-Reis A, Souza-Palmeira VH, Aquino-Santos HC, et al. Physical training reduces chronic airway inflammation and mediators of remodeling in asthma. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022;2022(1):5037553.
29. França-Pinto A, Mendes FA, de Carvalho-Pinto RM, Agondi RC, Cukier A, Stelmach R, et al. Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2015;70(8):732-9.
30. Wu X, Gao S, Lian Y. Effects of continuous aerobic exercise on lung function and quality of life with asthma: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Disease*. 2020;12(9):4781.
31. Ubolnuar N, Tantisuwat A, Thaveeratitham P, Lertmaharit S, Kruapanich C, Mathiyakom W. Effects of breathing exercises in patients with chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis. *Annals of rehabilitation medicine*. 2019;43(4):509-23.
32. Ye Y, Lin H, Wan M, Qiu P, Xia R, He J, et al. The effects of aerobic exercise on oxidative stress in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2021;12:701151.
33. Domaszewska K, Górna S, Pietrzak M, Podgórski T. Oxidative Stress and Total Phenolics Concentration in COPD Patients—The Effect of Exercises: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2022;14(9):1947:(
34. Wang X, Wang Z, Tang D. Aerobic exercise alleviates inflammation, oxidative stress, and apoptosis in mice with chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*. 2021:1369-79.
- ۳۵ Metsios GS ,Moe RH, Kitas GD. Exercise and inflammation. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2020;34(2):101504.
- ۳۶ Mereles D, Ehlken N, Kreuscher S, Ghofrani S, Hoeper MM, Halank M, et al. Exercise and respiratory training improve exercise capacity and quality of life in patients with severe chronic pulmonary hypertension. *Circulation*. 2006;114(14):1482-9.
- ۳۷ Ehlken N, Lichtblau M, Klose H, Weidenhammer J, Fischer C, Nechwatal R, et al. Exercise training improves peak oxygen consumption and haemodynamics in patients with severe pulmonary arterial hypertension and inoperable chronic thrombo-embolic pulmonary hypertension: a prospective, randomized, controlled trial. *European heart journal*. 2016;37(1):35-44.



- ۳۸ Butar SB, Gamayana Y, Yemina L. The effect of deep breathing relaxation on changes of blood pressure on hypertention patients. Jurnal Keperawatan Komprehensif (Comprehensive Nursing Journal). 2022;8(4).
- ۳۹ Roncato G, da Fontoura FF, Spilimbergo FB, Meyer GMB, Watte G, de Vargas WO, et al. Parasympathetic modulation withdrawal improves functional capacity in pulmonary arterial hypertension. Respiratory Physiology & Neurobiology. 2021;287:103620.
- ۴۰ VanAken G, Rubick D, Wieczorek D, Chatterjee S, Moles VM, Agarwal PP, et al. Exercise Training in Patients with Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension and Pulmonary Arterial Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Heart Failure Clinics. 2025;21(1):137-48.
- ۴۱ Hasuda T, Satoh T, Shimouchi A, Sakamaki F, Kyotani S, Matsumoto T, et al. Improvement in exercise capacity with nitric oxide inhalation in patients with precapillary pulmonary hypertension. Circulation. 2000;101(17):2066-70.
- ۴۲ Magherini F, Fiaschi T, Marzocchi R, Mannelli M, Gamberi T, Modesti PA, et al. Oxidative stress in exercise training: The involvement of inflammation and peripheral signals. Free radical research. 2019;53(11-12):1155-65.



بررسی جامع افتادن در سالمندان

محمدحسین رجبی^۱، حسین ملکی^۲

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

mohammadhr6911@gmail.com

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

سقوط در سالمندان به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامت عمومی در جوامع سالمندانشین، عواقب جدی و گسترده‌ای را به دنبال دارد. این مطالعه مروری با هدف بررسی جامع عوامل خطر، پیامدها و مداخلات پیشگیرانه سقوط در سالمندان، به ارزیابی سیستماتیک پژوهش‌های منتشر شده در این زمینه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که عوامل خطر سقوط در سالمندان بسیار متنوع و چندوجهی بوده و علاوه بر عوامل فیزیولوژیکی، عوامل روانشناختی و اجتماعی نیز نقش مهمی در افزایش خطر سقوط ایفا می‌کنند. پیامدهای سقوط فراتر از آسیب‌های فیزیکی بوده و شامل عوارض روانی، اجتماعی و اقتصادی می‌شود. مداخلات پیشگیرانه متنوعی از جمله تمرینات تعادلی و قدرتی، اصلاح محیط زندگی، آموزش سالمندان، تجویز مجدد داروها، استفاده از تجهیزات کمکی، مداخلات روانشناختی و مداخلات اجتماعی می‌تواند به طور مؤثر خطر سقوط را کاهش دهد. این مقاله با ارائه شواهد علمی قوی، اهمیت پیشگیری از سقوط در سالمندان را برجسته کرده و راهکارهایی برای کاهش این مشکل در سطح فردی، خانوادگی و جامعه پیشنهاد می‌کند.

کلمات کلیدی: سقوط، سالمندان، عوامل خطر، پیامدها، مداخلات پیشگیرانه، ضعف عضلانی، اختلالات تعادل.

مقدمه

افزایش امید به زندگی و رشد جمعیت سالمندان در سراسر جهان، منجر به افزایش شیوع مشکلات بهداشتی مرتبط با سن شده است. یکی از مهم‌ترین این مشکلات، افتادن در سالمندان است که عواقب جدی فردی، اجتماعی و اقتصادی به همراه دارد. افتادن به عنوان یک رویداد غیرمنتظره تعریف می‌شود که منجر به قرار گرفتن فرد بر روی زمین یا سطح پایین می‌شود. شیوع این مشکل در سالمندان بالای ۶۵ سال قابل توجه است و با افزایش سن، این شیوع بیشتر می‌شود. عوامل متعددی در افتادن سالمندان نقش دارند که به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: عوامل ذاتی و عوامل بیرونی. عوامل ذاتی شامل سن، جنس، سابقه افتادن، بیماری‌های مزمن، اختلالات تعادل، ضعف عضلانی، اختلالات بینایی و مصرف داروها هستند. در مقابل، عوامل بیرونی مانند خطرات محیطی (مانند فرش‌های شل، نور ناکافی و پله‌ها) نیز نقش مهمی در افزایش خطر افتادن ایفا می‌کنند. این حوادث می‌توانند به آسیب‌های جسمی (مانند شکستگی لگن، آسیب‌های سر و کبودی) و عوارض روانی (مانند ترس از افتادن مجدد، کاهش اعتماد به نفس، انزوا و افسردگی) منجر شوند. ترس از افتادن ممکن است به کاهش فعالیت بدنی، کاهش کیفیت زندگی و افزایش احتمال افتادن مجدد



منجر گردد. با افزایش سن، خطرات دیگری مانند پوکی استخوان و کاهش بازسازی بافت‌ها نیز مطرح می‌شود که احتمال شکستگی را افزایش می‌دهد. در این میان، کاهش تولید مایعات مفصلی، خشک شدن مفاصل و روند صعودی آرتروز در سالمندان باعث محدودیت‌های حرکتی و افزایش خطر افتادن می‌شود. این شرایط می‌تواند به شکستگی در قسمت‌هایی مانند دست، پا، لگن و سر منجر شوند که اغلب باعث خانه‌نشینی سالمندان و کاهش کیفیت زندگی آنان می‌گردد. برای مقابله با این مشکلات، اتخاذ تدابیر پیشگیرانه ضروری است. ورزش منظم، به‌ویژه تمرینات تعادلی و قدرتی، نقش مهمی در کاهش خطر افتادن دارد. این فعالیت‌ها باعث بهبود تعادل، تقویت عضلات و افزایش سرعت واکنش سالمندان می‌شوند. علاوه بر این، رفع خطرات محیطی و ایجاد محیطی ایمن نیز می‌تواند به کاهش خطر افتادن کمک کند. مدیریت صحیح داروها توسط پزشک برای جلوگیری از عوارضی مانند سرگیجه یا افت فشار خون نیز بسیار مهم است. آموزش سالمندان درباره عوامل خطر و روش‌های پیشگیری نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. افزایش آگاهی سالمندان و خانواده‌های آن‌ها درباره خطرات افتادن، به همراه اجرای راهکارهای عملی، می‌تواند به کاهش احتمال این حوادث کمک کند. با اجرای این اقدامات، می‌توان از عواقب ناگواری مانند کاهش کیفیت زندگی، شکستگی‌های جبران‌ناپذیر و حتی مرگ پیشگیری کرد و شرایط بهتری را برای سالمندان فراهم آورد.

روش کار

مقاله حاضر از نوع مروری می‌باشد و جستجو در پایگاه‌های داده ای معتبر مانند PubMed، Scopus و Google Scholar با کلید واژه‌های مورد نظر صورت گرفت و اطلاعات چهار مقاله علمی مرتبط با موضوع افتادن در سالمندان مورد استفاده قرار گرفت. این اطلاعات شامل هدف تحقیق، روش کار، یافته‌های کلیدی و نتیجه‌گیری هر مقاله بود. در نهایت، با تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده، یک دیدگاه کلی نسبت به عوامل خطر، عواقب و راهکارهای پیشگیری و مدیریت افتادن در سالمندان ارائه شد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ها در مقالات مختلف عوامل گوناگونی را در رابطه با افتادن در سالمندان نشان می‌دهند که برخی از آن‌ها شامل مشکلات بینایی، شنوایی، دیابت، نوروپاتی، فشار خون و ورزش هستند. یکی از عوامل مهم افتادن در سالمندان مشکلات بینایی است، به طوری که در عدسی چشم به دلیل عدم دفع سلول‌های نکروز، لایه‌های سلول‌های مرده باقی می‌مانند و باعث تاری عدسی و در نتیجه آب مروارید می‌شود که کاهش بینایی را به همراه دارد. همچنین مشکلات شنوایی نیز عامل دیگری است؛ چرا که گوش نقش مهمی در تعادل بدن دارد و آسیب به سلول‌های مویی آن می‌تواند باعث سرگیجه (vertigo) شود. از طرف دیگر، دیابت با هیپوگلیسمی و کاهش قند خون می‌تواند منجر به سقوط ناگهانی شود، در حالی که نوروپاتی دیابتی باعث اختلال در اعصاب محیطی می‌شود که در تعادل افراد نقش دارد. همچنین فشار خون بالا (هایپرتنشن) یا پایین می‌تواند خطر افتادن را افزایش دهد. ورزش نقش قابل توجهی در کاهش این عوامل دارد، به طوری که با کاهش روند سارکوپنی و افزایش تولید مایع مفصلی، دامنه حرکتی و بازسازی استخوان را افزایش داده و در کنترل بیماری‌های زمینه‌ای موثر است. تحقیقات نشان می‌دهند که ورزش در آب، چه در عمق کم



یا زیاد، تأثیر بسزایی در بهبود تعادل سالمندان دارد. افتادن در سالمندان یک پدیده چندعاملی است که با عوامل مختلفی از جمله بیماری‌های مزمن (مانند دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی، آرتروز)، ضعف عضلانی، اختلالات تعادل، اختلالات بینایی، مصرف داروهای خاص و خطرات محیطی در ارتباط است. عواقب این اتفاق می‌تواند بسیار جدی باشد و منجر به آسیب‌های جسمی مانند شکستگی لگن، آسیب‌های سر، کبودی و جراحت شود. یکی از شایع‌ترین و جدی‌ترین عوارض افتادن، شکستگی لگن است که می‌تواند منجر به کاهش تحرک، وابستگی به دیگران و حتی مرگ شود. علاوه بر آسیب‌های جسمی، افتادن می‌تواند عواقب روانی مانند ترس از افتادن مجدد، کاهش اعتماد به نفس، انزوا و افسردگی را به همراه داشته باشد. پیشگیری از افتادن در سالمندان اهمیت زیادی دارد و مداخلات ورزشی مانند تمرینات تعادلی و قدرتی می‌توانند بهبود تعادل و قدرت عضلانی سالمندان را به همراه داشته و خطر افتادن را کاهش دهند. اصلاح محیط زندگی و مدیریت داروها نیز می‌توانند از افتادن جلوگیری کنند. برای مدیریت ترس از افتادن، روش‌های مختلفی مانند روان‌درمانی و آموزش فیزیکی وجود دارد. پیشگیری و مدیریت افتادن در سالمندان با توجه به افزایش جمعیت سالمندی از اهمیت بالایی برخوردار است و تحقیقات آینده باید بر توسعه مداخلات موثر برای پیشگیری و کاهش خطر افتادن در سالمندان، به ویژه در گروه‌های پرخطر تمرکز کنند.

منابع

- Vaishya, R., & Vaish, A. (2020). Falls in Older Adults are Serious. *Indian Journal of Orthopaedics*, 54(1), 69-74.
- Alshammari, S. A., Alhassan, A. M., Aldawsari, M. A., Bazuhair, F. O., Alotaibi, F. K., Aldakhil, A. A., & Abdulfattah, F. W. (2018). Falls among elderly and its relation with their health problems and surrounding environmental factors in Riyadh. *Journal of Family and Community Medicine*, 25(1), 29.
- Tang, S., Liu, M., Yang, T., Ye, C., Gong, Y., Yao, L., ... & Bai, Y. (2022). Association between falls in elderly and the number of chronic diseases and health-related behaviors based on CHARLS 2018: health status as a mediating variable. *BMC Geriatrics*, 22(1), 1-13.
- Savvakis, I., Adamakidou, T., & Kleisiaris, C. (2024). Physical-activity interventions to reduce fear of falling in frail and pre-frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *European Geriatric Medicine*, 15(3), 333-344.
- Lanjan Nezhad, Sh., Khayambashi, Kh., Fakhari, M., & Kachoui, A. (2021). The effect of 8 weeks of aerobic exercise on foot pressure distribution pattern in patients with diabetic neuropathy. *Pejuhesh dar Olom-e Toanbakhshi*, 8(11), 269. doi:10.22122/JRRS.V811.269
- Rezizadeh Nima, M., Meshraf Dehkordi, N., & Elahe, A. (2019). The effect of benign paroxysmal positional vertigo on verbal memory. *Majalleh-ye Pezeshki-ye Balini-ye Ibn Sina*, 10(5), 269-292. doi:10.1234/56789
- Larijani, A., Zahedi, M. B., & Farzaneh, F. (2000). The effect of hypoglycemia on cognitive function in elderly patients. *Majalleh-ye Ghodd-e Daroon Riz va Metabolizm-e Iran*, 2(15), 49-62.
- Hemayoun, Torab & Sajjadiye. (1976). Prevention and medical treatment of cataracts (2). *Journal of Tehran University of Medical Sciences*, 34(2), 57-61
- Pishgam, F. Osteoporosis. (1390) *Payam Zan*, 232(2).



بررسی جامع تأثیر تمرینات بدنی در خانه بر سلامت بیماری‌های قلبی-عروقی: یک مطالعه مروری

معرفت سیاهکوهیان^۱، محمدرضا محسن‌الزبیدی^۲

۱. استاد، رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی
 ۲. دانشجو، کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، رایانامه (Nabeelniyazikamil1996@gmail.com)، (نویسنده مسئول)

چکیده

مقدمه: روند گسترش زندگی شهری و کاهش فعالیت‌های فیزیکی در جوامع، به‌ویژه در ایران، سبب افزایش بیماری‌های غیرمسمری نظیر مشکلات قلبی-عروقی شده است. علی‌رغم فواید اثبات‌شده تمرینات جسمانی، از جمله ورزش‌های استقامتی و مقاومتی در محیط‌های کنترل‌شده، میزان مشارکت و تعهد بیماران، خصوصاً سالمندان، در این برنامه‌ها پایین است. محدودیت‌هایی نظیر عدم امکان دسترسی به مراکز درمانی، هزینه‌های سنگین، مشکلات حرکتی، وظایف خانوادگی و کاری، و نبود انگیزه کافی، از مهم‌ترین موانع در انجام فعالیت‌های فیزیکی محسوب می‌شوند. تمرینات بدنی مبتنی بر خانه (HBET) به‌عنوان یک راهکار مکمل یا جایگزین برای برنامه‌های توان‌بخشی بیمارستانی مطرح شده و می‌تواند سطح سلامتی و کیفیت زندگی بیماران را ارتقا دهد. این مطالعه با هدف تحلیل جامع تأثیرات ورزش خانگی بر بیماران مبتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی از طریق یک مرور سیستماتیک انجام شده است.

روش‌شناسی: برای جمع‌آوری اطلاعات، منابع علمی داخلی از جمله پایگاه‌های SID و Magiran و مقالات پژوهشی معتبر تأییدشده از سوی وزارت علوم، در بازه ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱ بررسی شدند. برای جست‌وجوی داده‌های بین‌المللی، پایگاه‌های PubMed، Megapaper، و Google Scholar مورد استفاده قرار گرفتند. کلیدواژه‌های تمرینات ورزشی خانگی، نارسایی قلبی، بیماری‌های قلبی-عروقی، ورزش استقامتی و تمرینات مقاومتی در فرآیند جست‌وجو به‌کار گرفته شد. در مرحله اولیه، ۷۸ مقاله شناسایی شد که پس از حذف مطالب نامرتبط (۵ مقاله با دسترسی محدود، ۲۰ مقاله در حوزه بیماری‌های دیگر و ۴ مقاله با نتایج مشابه)، ۴۹ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج بررسی منابع نشان داد که تمرینات بدنی در منزل هنوز به‌عنوان یک روش جدید در فاز توسعه قرار دارد و ابعاد مختلف آن از جمله شدت، مدت و نحوه اجرای مطلوب هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است. بااین‌حال، پیشرفت‌های فناوری، از جمله اپلیکیشن‌های دیجیتال، نظارت آنلاین، و پلتفرم‌های مجازی توان‌بخشی، مشارکت بیماران را افزایش داده و موانع ورزش را کاهش داده است. تمرینات هوازی در خانه موجب بهبود مصرف اکسیژن، افزایش ظرفیت تحمل فعالیت‌های فیزیکی و ارتقای کیفیت زندگی بیماران قلبی شده و میزان نیاز به بستری مجدد در بیمارستان را کاهش داده است. از طرف دیگر، تمرینات قدرتی باعث تقویت عضلات پا، بهبود نیروی



انقباضی، افزایش استحکام عضلات ران، کاهش فشارخون، کاهش میزان برون ده قلبی و کاهش تعداد ضربان قلب در حالت استراحت شده است. اما تغییر محسوسی در مقاومت محیطی عروقی مشاهده نشده است. تمرینات ترکیبی خانگی (شامل تمرینات هوازی و مقاومتی) تأثیرات مشابه تمرینات انجام شده در باشگاه ها را نشان داده و موجب کاهش چربی بدن، کاهش شاخص توده بدنی، کاهش دور کمر، افزایش ظرفیت هوازی، افزایش توان ورزشی، بهبود انعطاف پذیری، تقویت عضلات اندام های تحتانی، کاهش فشارخون، بهبود عملکرد قلب، افزایش سطح کلسترول مفید (HDL)، کاهش میزان تری گلیسرید و گلوکز خون و همچنین کاهش تعداد دفعات بستری شدن بیماران شده است. شواهد علمی نشان می دهند که اجرای تمرینات ورزشی در منزل به عنوان جایگزین یا مکملی برای برنامه های بیمارستانی، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه، از نظر اجرایی در دسترس، و از نظر ایمنی مناسب است. این روش باعث کاهش موانع فیزیکی و روانی تمرین شده و تعهد بیماران را به فعالیت بدنی افزایش می دهد. در حالی که داده های مربوط به تمرینات ترکیبی خانگی در جمعیت ایرانی محدود است، تحقیقات در سایر کشورها نشان داده که این شیوه تمرینی می تواند نقش مهمی در بهبود سلامت بیماران قلبی-عروقی داشته باشد. انجام مطالعات گسترده تر و بالینی برای طراحی الگوهای بهینه تمرینات خانگی، متناسب با شرایط بیماران ایرانی، پیشنهاد می شود. همچنین، رعایت اصول مهمی نظیر تعداد تکرار، شدت، مدت زمان و نوع تمرین، از عوامل کلیدی در اثربخشی این برنامه ها محسوب می شود. کلمات کلیدی: تمرینات ورزشی خانگی (HBET)، بیماری های قلبی-عروقی، نارسایی قلبی، ورزش استقامتی



مروری بر اثرات مداخلات فعالیت ورزشی در درمان افسردگی

فروزان شقاقی

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی و تندرستی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی،

researchist1sh@gmail.com اردبیل، ایران

چکیده

افسردگی یکی از شایع‌ترین اختلالات روانی است که می‌تواند به طور جدی بر کیفیت زندگی افراد تأثیر بگذارد. تحقیقات نشان می‌دهند که فعالیت بدنی منظم می‌تواند به عنوان یک مداخله مؤثر در کاهش علائم افسردگی عمل کند. این مقاله مروری به بررسی اثرات مثبت ورزش و فعالیت‌های بدنی بر روی افسردگی می‌پردازد. افسردگی با علائمی نظیر خستگی، بی‌حوصلگی و کاهش تمرکز همراه است و در صورت عدم درمان، می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری به بار آورد. در این راستا، فعالیت بدنی به عنوان یک روش غیر دارویی با تأثیرات مثبت شناخته شده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که ورزش‌های هوازی، مانند پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و شنا، می‌توانند به طور قابل توجهی علائم افسردگی را کاهش دهند. این تأثیرات معمولاً پس از چند هفته از شروع فعالیت بدنی محسوس می‌شوند و شامل بهبود خلق و خو، افزایش انرژی و کاهش اضطراب است. فعالیت بدنی منجر به ترشح هورمون‌های خوشحال‌کننده مانند اندورفین‌ها و سروتونین می‌شود که به بهبود وضعیت روحی کمک می‌کند. همچنین، فعالیت ورزشی می‌تواند با کاهش سطح هورمون‌های استرس مانند کورتیزول، اثرات منفی استرس را کاهش دهد به طور کلی، گنجاندن فعالیت بدنی در برنامه روزانه افراد مبتلا به افسردگی نه تنها به عنوان یک روش پیشگیرانه بلکه به عنوان یک درمان مکمل مؤثر شناخته می‌شود. پیشنهاد می‌شود که حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی در روز برای دستیابی به نتایج مطلوب انجام شود. این مقاله مروری بر اهمیت و تأثیر فعالیت بدنی بر افسردگی را مورد بررسی قرار داده و ضرورت توجه به ورزش در درمان این اختلال را تأکید می‌کند.

کلیدواژگان

اختلال افسردگی، فعالیت ورزشی، فاکتور نورون زایی مشتق شده از مغز، کاهش علائم افسردگی

مقدمه

افسردگی یک بیماری رایج سلامت روان در سراسر جهان است که بر کیفیت زندگی و توانایی کار ما تأثیر می‌گذارد. اگرچه تحقیقات قبلی از سیگنال‌های نوار مغزی برای افزایش دقت برای شناسایی افسردگی استفاده کرده است، اما میزان تشخیص نادرست همچنان بالاست و روش‌های جدیدی برای شناسایی افسردگی مورد نیاز است [1]. افسردگی با خلق و خوی ضعیف، بی‌لذتی و از دست دادن علاقه مشخص می‌شود. شیوع نسبتاً بالایی دارد که بر سلامت روحی و جسمی تأثیر می‌گذارد و بار سنگینی بر افراد، خانواده‌ها و جامعه وارد می‌کند [2]. این اختلال سلامت روان در هر لحظه حدود ۱۵۰ میلیون نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. تقریباً از هر ۵ زن ۱ نفر و از هر ۸ مرد ۱



نفر در طول زندگی خود از یک دوره افسردگی اساسی رنج می‌برند. علاوه بر بار زیاد بر کیفیت زندگی، اختلال افسردگی با بار اقتصادی قابل توجهی نیز همراه است [۳]. مشارکت در ورزش ساختاریافته در کاهش علائم افسردگی بالینی نویدبخش است. از اوایل دهه ۱۹۰۰، محققان به ارتباط بین فعالیت ورزشی و افسردگی علاقه مند بودند. مطالعات موردی اولیه به این نتیجه رسیدند که حداقل برای برخی، فعالیت ورزشی با شدت متوسط باید برای افسردگی مفید باشد و منجر به خلق و خوی شادتر شود. علاوه بر این، به نظر می‌رسد که رابطه بین ظرفیت کار فیزیکی و افسردگی وجود داشته باشد، اما ماهیت جهت دار این رابطه را نمی‌توان از طریق مطالعات موردی و مقطعی مورد بررسی قرار داد. با این حال، محققان همچنان به اثرات ضد افسردگی ورزش علاقه مند هستند و اخیراً از طرح‌های تجربی برای مطالعه این ارتباط استفاده کرده‌اند [4]. یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز شامل بیش از ۲ میلیون نفر در سال نشان داد که حتی دوزهای کوچک فعالیت بدنی با خطرات قابل توجهی کاهش ابتلا به افسردگی مرتبط است. به طور خاص، بزرگسالانی که حداقل ۲.۵ ساعت پیاده روی سریع در هفته دارند، در مقایسه با افرادی که در هیچ فعالیت بدنی شرکت نمی‌کنند، به طور قابل توجهی در معرض خطر کمتری قرار دارند. این مطالعه یک رابطه منحنی خطی معکوس را برجسته می‌کند، که نشان می‌دهد سطوح پایین‌تر فعالیت باعث کاهش قابل توجهی در خطر افسردگی می‌شود [۵]. یک مطالعه با تمرکز بر روی نوجوانان چینی نشان داد که افزایش دفعات فعالیت بدنی با کاهش نمره افسردگی مرتبط است. به طور خاص، هر جلسه فعالیت بدنی اضافی در هفته با کاهش میانگین ۰/۳۵۴ امتیاز در نمره افسردگی مرتبط است. جالب توجه است که رابطه بین فعالیت بدنی و افسردگی به شکل U شکل است که نشان می‌دهد سطوح متوسط فعالیت برای مزایای سلامت روان بهینه است. این تحقیق بر اهمیت درگیری فیزیکی منظم به عنوان یک درمان مکمل برای افسردگی نوجوانان تاکید می‌کند [6]. در محیط‌های دانشگاهی، نشان داده شده است که فعالیت ورزشی به طور منفی حالات افسردگی را در بین دانشجویان پیش‌بینی می‌کند. این مطالعه عزت نفس و سرمایه روانشناختی مثبت را به عنوان میانجی در این رابطه شناسایی کرد. ورزش منظم نه تنها خلق و خوی را بهبود می‌بخشد، بلکه باعث افزایش عزت نفس می‌شود که به نوبه خود علائم افسردگی را کاهش می‌دهد. این نشان می‌دهد که ترویج فعالیت بدنی می‌تواند یک استراتژی موثر برای بهبود سلامت روان در بین دانشجویان باشد [7]. مطالعات متعدد تایید کرده‌اند که ورزش ساختاریافته به طور قابل توجهی علائم افسردگی بالینی را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال، نشان داده شده است که ورزش هوازی منظم باعث کاهش متوسط تا زیاد در شدت افسردگی می‌شود، با برخی از مداخلات منجر به ۲۲٪ بیشتر احتمال بهبودی در مقایسه با درمان‌های استاندارد می‌شود [8, 4]. علاوه بر این، فعالیت بدنی اغلب به اندازه روان‌مانی و داروهای ضد افسردگی در مدیریت علائم افسردگی موثر است [9]. سازمان جهانی بهداشت انجام حداقل ۱۵۰ تا ۳۰۰ دقیقه فعالیت هوازی با شدت متوسط در هفته را توصیه می‌کند. پیروی از این دستورالعمل‌ها با کاهش ۲۸ درصدی خطر افسردگی اساسی همراه است [8, 6]. علاوه بر این، اشکال خاصی از ورزش مانند پیاده‌روی، دویدن، یوگا و تمرینات قدرتی برای درمان افسردگی مؤثر بوده‌است [10]. یک بررسی سیستماتیک نشان می‌دهد که فعالیت ورزشی اثرات درمانی در تمام گروه‌های سنی دارد و به عنوان یک درمان مستقل یا همراه با سایر درمان‌ها عمل می‌کند. فعالیت بدنی باعث ایجاد فرآیندهای بیولوژیکی می‌شود که عملکرد مغز و



تنظیم خلق و خو را بهبود می بخشد. رشد سلول‌های عصبی را در هیپوکامپ، ناحیه‌ای که با تنظیم خلق و خو مرتبط است، تقویت می‌کند و در نتیجه خلق و خو و عملکرد شناختی را بهبود می‌بخشد [2]. علاوه بر این، فعالیت ورزشی باعث افزایش ترشح اندورفین و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز می‌شود که هر دو با بهبود نتایج سلامت روان مرتبط هستند [4]. ورزش به عنوان یک ابزار قدرتمند در مبارزه با افسردگی از طریق مکانیسم‌های مختلف بیولوژیکی از جمله آزادسازی اندورفین و نوروتزن عمل می‌کند. اثربخشی آن با داروهای ضد افسردگی سنتی رقابت می‌کند و آن را به یک گزینه درمانی خط اول مناسب تبدیل می‌کند. برای نتایج بهینه، افراد باید به طور مداوم در فعالیت‌های هوازی با شدت متوسط شرکت کنند، در حالی که تمرین‌هایی را انتخاب می‌کنند که از آن لذت می‌برند تا پایداری طولانی‌مدت را تسهیل کنند.

روش کار

برای جمع‌آوری اطلاعات، مقالات با استفاده از کلیدواژه‌های BDNF, Physical activity, Depressive disorder و reduction of depression symptoms پایگاه اطلاعاتی PubMed, Google Scholar از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۴ مورد مطالعه قرار گرفت. مقالات از پایگاه‌های معتبر به زبان انگلیسی منتشر شده‌اند و اطلاعات این مقاله به صورت خلاصه از مقالات استخراج گردید و مورد بررسی قرار گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

یک بررسی سیستماتیک که که سطوح بالاتر فعالیت بدنی با کاهش خطر ابتلا به افسردگی و اختلالات اضطرابی مرتبط است. این بررسی گزارش داد که افراد با سطح فعالیت بدنی بالا در مقایسه با افرادی که سطح فعالیت پایینی داشتند، ۱۷ درصد کمتر در معرض خطر ابتلا به افسردگی قرار داشتند. این نشان می‌دهد که یک رابطه علت و معلولی احتمالی بین فعالیت بدنی و بهبود سلامت روان وجود دارد [۱۱]. فعالیت بدنی برای بهبود علائم افسردگی، اضطراب و پریشانی در طیف وسیعی از جمعیت بزرگسال، از جمله جمعیت عمومی، افراد مبتلا به اختلالات سلامت روان تشخیص داده شده و افراد مبتلا به بیماری مزمن بسیار مفید است. فعالیت بدنی باید یک رویکرد اصلی در مدیریت افسردگی، اضطراب و پریشانی روانی باشد [۱۱]. فعالیت ورزشی اثرات درمانی بر افسردگی در تمام گروه‌های سنی (بیشتر ۱۸ تا ۶۵ سال) دارد، به عنوان یک درمان منفرد، یک درمان کمکی یا یک درمان ترکیبی، و مزایای ورزش درمانی با درمان‌های سنتی افسردگی قابل مقایسه است. فعالیت ورزشی با شدت متوسط برای کاهش علائم افسردگی کافی است، اما فعالیت ورزشی با دوز بالاتر برای عملکرد کلی بهتر است. ورزش درمانی به دلیل فوایدی که برای سیستم قلبی عروقی، وضعیت عاطفی و عملکردهای سیستمی دارد، به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. ورزش هوازی/ورزش ذهن و بدن (۳-۵) جلسه در هفته با شدت متوسط به مدت ۴ تا ۱۶ هفته توصیه می‌شود [۲]. فعالیت ورزشی یک درمان مؤثر برای افسردگی است، با پیاده‌روی یا دویدن، یوگا و تمرینات قدرتی مؤثرتر از سایر ورزش‌ها، به‌ویژه زمانی که شدید باشد. یوگا و تمرینات قدرتی در مقایسه با سایر درمان‌ها به خوبی تحمل شدند. به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی برای افراد با و بدون بیماری‌های همراه و با سطوح پایه مختلف افسردگی به همان اندازه مؤثر



است. این اشکال ورزش را می توان در کنار روان درمانی و داروهای ضد افسردگی به عنوان درمان اصلی افسردگی در نظر گرفت [۱۰]. در این مطالعه بررسی "اثرات فعالیت بدنی بر افسردگی نوجوانان: شواهدی از چین" رابطه بین فعالیت بدنی و افسردگی در بین نوجوانان چینی می پردازد. هدف از این مطالعه بررسی چگونگی تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح افسردگی در نوجوانان با تمرکز بر تعداد دفعات و مدت زمان فعالیت بدنی است. این مطالعه نشان داد که افزایش دفعات فعالیت بدنی (به اندازه یک جلسه در هفته) با کاهش معنی دار نمره افسردگی با میانگین کاهش ۰.۳۵۴ امتیاز همراه بود ($p < 0.01$). برعکس، هر جلسه اضافی در هفته نیز با افزایش ۱ درصدی احتمال ابتلا به افسردگی همراه بود ($p < 0.05$)، که نشان دهنده یک رابطه پیچیده است [۶].

منابع

۱. Lei, X., et al., *Research on the Method of Depression Detection by Single-Channel Electroencephalography Sensor*. Front Psychol, 2022. 13: p. 850159.
۲. Xie, Y., et al., *The Effects and Mechanisms of Exercise on the Treatment of Depression*. Front Psychiatry, 2021. 12: p. 705559.
۳. Hu, M.X., et al., *Exercise interventions for the prevention of depression: a systematic review of meta-analyses*. BMC Public Health, 2020. 20(1): p. 1255.
۴. Craft, L.L. and F.M. Perna, *The Benefits of Exercise for the Clinically Depressed*. Prim Care Companion J Clin Psychiatry, 2004. 6(3): p. 104-111.
۵. Pearce, M., et al., *Association Between Physical Activity and Risk of Depression: A Systematic Review and Meta-analysis*. JAMA Psychiatry, 2022. 79(6): p. 550-559.
۶. Chen, H., et al., *The effects of physical activity on adolescents' depression: evidence from China*. Front Psychol, 2024. 15: p. 1430145.
۷. Wei, X., et al., *The effect of physical activity on depression in university students: the mediating role of self-esteem and positive psychological capital*. Front Psychol, 2024. 15: p. 1485641.
۸. Belvederi Murri, M., et al., *Physical Exercise in Major Depression: Reducing the Mortality Gap While Improving Clinical Outcomes*. Front Psychiatry, 2018. 9: p. 762.
۹. Wanjau, M.N., et al., *Physical Activity and Depression and Anxiety Disorders: A Systematic Review of Reviews and Assessment of Causality*. AJPM Focus, 2023. 2(2): p. 100074.
۱۰. Noetel, M., et al., *Effect of exercise for depression: systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials*. Bmj, 2024. 384: p. e075847.
۱۱. Singh, B., et al., *Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews*. Br J Sports Med, 2023. 57 (18): p. 1203-1209.



دومین همایش بین المللی فیزیولوژی ورزشی

دانشگاه محقق از دیبلی
بهمن ماه ۱۴۰۳

از ارسال مقالات تا بهمن ماه ۱۴۰۳
اعلام نتایج داوری تا بهمن ماه ۱۴۰۳
آخرین مهلت ارسال مقاله تا بهمن ماه ۱۴۰۳
برگزاری همایش
بهمن ماه ۱۴۰۳

https://events.uma.ac.ir/exercise_physiology
umaexercisephysiology@gmail.com



مروری بر اختلالات اپی ژنتیک در پیری قلبی-عروقی و اثرات ورزش

فرناز سیفی اسگ شهر، نیما مولودی چپانه

1. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

ایمیل: f.seify@uma.ac.ir

. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل 2

چکیده

پیری یک عامل شناخته شده برای بیماری‌های قلبی-عروقی است. و بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD) به عنوان شایع‌ترین علت مرگ و میر در افراد مسن در نظر گرفته شده است. اهمیت بهبود اقدامات پیشگیرانه و درمانی به طور مداوم رو به افزایش است، و برای دستیابی به چنین نتیجه‌ای تحقیقات متمرکز بر مکانیسم‌های مولکولی زیربنایی، مانند زمینه‌ای اپی ژنتیک بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تا از طریق تقویت پیشگیری اولیه، این هدف را دنبال کنند. در این مطالعه جستجوی مقالات به زبان لاتین بود. که در پایگاه تخصصی Google scholar صورت پذیرفت. پذیرفتن مقالات بر اساس عنوان مقاله بود. ۱۹ مقاله براساس معیارهای ورود خروج انتخاب شدند. تعداد ۸ مقاله که با هدف اختلالات اپی ژنتیک در پیری قلبی-عروقی و اثرات ورزش بود انتخاب شد. نتایج سه تحقیق در خصوص اثر تمرین بر اختلالات اپی ژنتیک در پیری قلبی-عروقی نشان داد که اثر مثبتی می‌تواند داشته باشد. در نتیجه مطالعه مروری حاضر نشان داد که فعالیت بدنی تاثیر مستقیمی بر فرایند اختلالات اپی ژنتیک و روند پیری قلب-عروق دارد. کلمات کلیدی: اپی ژنتیک، پیری قلبی-عروقی، متیلاسیون دی‌ان‌ای، مکانیسم مولکولی

مقدمه

بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD)، از جمله نارسایی قلب، فشار خون بالا، آترواسکلروز (سفتی در دیواره شریان) و کاردیومیوپاتی (بیماری عضلات قلب)، همچنان به عنوان اصلی‌ترین علت مرگ در سراسر جهان شناخته شده و بار اقتصادی اجتماعی شدیدی را به همراه دارد. در حالی که عوامل زیادی در توسعه CVD نقش دارند، از جمله رژیم غذایی، ژنتیک و محیط زیست، پیری یکی از عوامل مستقل خطر برای تقریباً همه افراد مبتلا به CVD است. (۴) تلاش‌های مداومی برای مشخص کردن مکانیسم‌های مهم پشت تخریب عملکرد قلبی-عروقی در طول پیری انجام شده است. (۵) نشانگرهای خاص مرتبط با پیری تسریع شده، مانند طول تلومر (TL) و ساعت‌های اپی ژنتیکی، راهی امیدوارکننده برای ارزیابی پیشرفت بهبودی و پیش‌آگهی هستند. (۸) اپی ژنوم انسان، یک پیوند زیست‌شناختی مهم بین سلامت قلب-عروق در اوایل زندگی تا بیماری قلب-عروقی در سنین بالاتر شناخته شده است. (۷) تغییرهای اپی ژنتیکی به عنوان یک پیوند حیاتی بین چشم‌انداز ژنتیکی ذاتی و تأثیرات محیطی بیرونی ظهور کرده‌اند. اپی ژنتیک نمایانگر طیف گسترده‌ای از تغییرات در بیان ژن مستقل از تغییرات توالی DNA است. (۵) اپی ژنتیکی بر فعالیت ژن‌ها



و بیان مرتبط با CVD از طریق متیلاسیون DNA، اصلاح هیستون‌ها و تنظیم RNAهای غیرکدکننده (ncRNAs) تأثیر می‌گذارد. (۶) بیشتر ساعت‌های اپی‌ژنتیکی بر اساس الگوهای متیلاسیون DNA (DNAm) ساخته شده‌اند. (۸) متیلاسیون DNA یک اصلاح اپی‌ژنتیکی است که باعث تغییر بیان ژن از طریق افزودن گروه متیل به DNA شده و عموماً منجر به خاموش شدن ژن‌ها می‌شود. (۲) در واقع افزودن یک گروه متیل به موقعیت ۵' حلقه پیریمیدین سیتوزین در دینوکلوئیدهای سیتوزین-فسفات-گوانین (CpG)، که یک پارامتر ژنومی انعطاف‌پذیر است که می‌تواند بیان ژن را بدون تغییر توالی DNA تغییر دهد. (۸) اما ورزش بعنوان یک تغییر دهنده ی مهم سبک زندگی اثرات مثبتی روی سلامت CV دارد که تحت تأثیر مکانیزم‌های اپی‌ژنتیکی قرار دارد. (۶) ورزش را می‌توان به عنوان یک درمان پزشکی ارزان‌قیمت و در دسترس با پیامدهای اجتماعی و اقتصادی مثبت در نظر گرفت. (۳) مطالعات نشان داده‌اند که ورزش حاد و مزمن هر دو ظرفیت دارند که به طور قابل توجهی بر DNAm، به روشی بسیار بافتی و ژنی خاص تأثیر بگذارند. علاوه بر این، در سطح مولکولی عمیق‌تر، مشخص شده است که فعالیت بدنی به طور خاص سن بیولوژیکی را تعدیل می‌کند، که توسط ساعت‌های DNAm مختلف اندازه‌گیری می‌شود، با این پتانسیل که روند پیری را کاهش دهد. تحقیقات علمی در مورد اثرات ورزش و فعالیت بدنی بر DNAm و ساعت‌های اپی‌ژنتیکی منجر به تولید DNAmFitAge شده است، یک ساعت DNAm که ورزش را به اپی‌ژنوم متصل می‌کند و ارتباط بین فعالیت بدنی منظم و پیری آهسته‌تر را برجسته می‌کند. علاوه بر این، تناسب اندام قلبی عروقی در مردان مسن‌تر با سن بیولوژیکی بر اساس ساعت DNAm-Age Acceleration رابطه معکوس داشت. تا به امروز، رابطه بین ورزش، DNAm و ساعت اپی‌ژنتیکی پیچیده است و به طور کامل درک نشده است، احتمالاً وابسته به عواملی مانند ویژگی‌های ورزش (یعنی نوع، فرکانس، شدت و مدت)، ویژگی بافتی و تغییرات ژنتیکی فردی. اگرچه برخی از شواهد نشان می‌دهد که ورزش منظم می‌تواند به طور مثبت بر ساعت DNAm تأثیر بگذارد. (۸) در نهایت فعالیت بدنی با مقابله با تخریب مرتبط با سن مکانیسم‌هایی که حیاتی برای تعادل سلامت قلبی-عروقی هستند نقش مهمی در پیشگیری اولیه و ثانویه بیماری‌های قلبی-عروقی در افراد مسن دارد. (۱)

روش کار

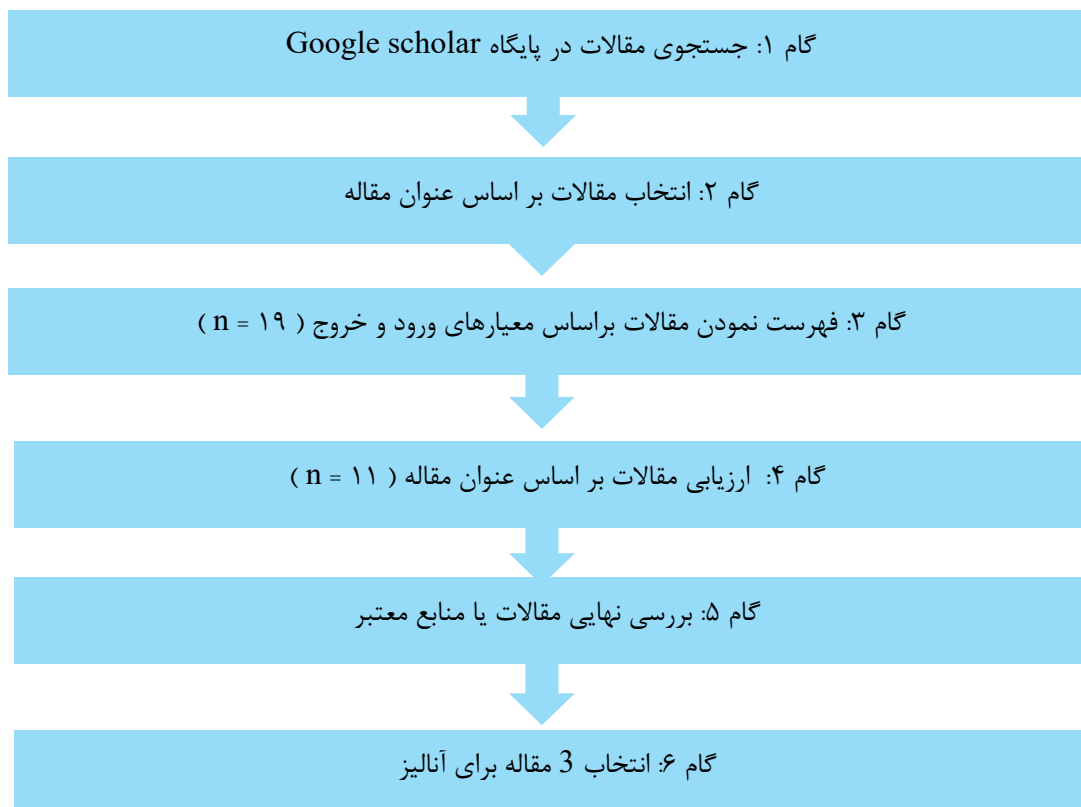
مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بود. جستجوی مقالات به زبان انگلیسی از ابتدای سال ۲۰۱۵ تا ابتدای سال ۲۰۲۵ در پایگاه تخصصی Google scholar صورت پذیرفت. مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های Methylation DNA, Epigenetics, Cardiovascular Aging, Molecular Mechanism استفاده شد. انتخاب مقالات بر اساس عنوان مقاله بود. برای ارزیابی مقالات منتخب از پرسشنامه کیفیت سنجی Downs-Black استفاده شد. (۹) این پرسشنامه برای ارزیابی کیفیت مقالات بالینی می‌باشد. در این پرسشنامه ۲۷ سوال در مورد مقالات طراحی شده است. عدد ۱ به معنای تایید و عدد ۰ به معنای عدم تایید می‌باشد. در مورد سوال ۲۷ (آیا مقاله مورد بررسی در مورد ۲۶ سوال قبلی قابلیت استنادی را دارد؟) عددی بین ۰ و ۵ می‌باشد. که براساس ارزش عدد از استنادی ضعیف تا استنادی قوی را شامل می‌شود. ۱۹ مقاله بر اساس معیارهای ورود و خروج که شامل موارد: ۱. مقالاتی که در مورد شرایط پیر قلبی-عروقی مطالعه کردند. ۲. مقالاتی که در مورد



اختلالات اپیژنتیک در پیری مطالعه کردند. ۳. مقالاتی که به اثر ورزش بر اختلالات اپیژنتیک پرداختند. انتخاب شدند. تعداد ۱۴ مقاله نزدیک به عنوان پژوهش بودند. پس از بررسی مجدد مقالات، تعداد ۱۱ مقاله که با هدف اختلالات اپیژنتیک در پیری قلبی-عروقی و اثرات ورزش بود انتخاب شد. ۳ مقاله جهت آنالیز انتخاب گردید.



جدول ۱: نحوه بررسی کیفیت مقالات



جدول ۲: ارزیابی کیفیت مقالات مورد بررسی توسط پرسشنامه Downs-Black

سوال / نویسندگان	لوکافراری و همکاران (۱۰)	هایکه همکاران (۱۱)	بیشوف و همکاران (۱۲)	فابین و همکاران (۱۲)
سوال ۱	۱	۱	۱	۱
سوال ۲	۱	۱	۱	۱
سوال ۳	۱	۱	۱	۱
سوال ۴	۱	۱	۱	۱
سوال ۵	۰	۰	۰	۰



سوال ۶	۱	۱	۱
سوال ۷	۱	۱	۱
سوال ۸	۱	۱	۱
سوال ۹	۱	۱	۱
سوال ۱۰	۱	۱	۱
سوال ۱۱	۱	۱	۱
سوال ۱۲	۱	۱	۱
سوال ۱۳	۱	۱	۱
سوال ۱۴	۰	۰	۰
سوال ۱۵	۰	۰	۰
سوال ۱۶	۱	۱	۱
سوال ۱۷	۱	۱	۱
سوال ۱۸	۱	۱	۱
سوال ۱۹	۱	۱	۱
سوال ۲۰	۱	۱	۱
سوال ۲۱	۱	۱	۱
سوال ۲۲	۱	۱	۱
سوال ۲۳	۱	۱	۱
سوال ۲۴	۱	۱	۱
سوال ۲۵	۱	۱	۱
سوال ۲۶	۱	۱	۱
سوال ۲۷	۳	۳	۴



نتایج

در مطالعه حاضر ۱۱ مقاله با استفاده از معیارهای ورود و خروج انتخاب شد و تنها ۳ مقاله براساس عنوان مقاله مورد تحلیل قرار گرفت. یافته های سه مقاله نشان دهنده تاثیر مثبت ورزش بر اختلالات اپی ژنتیک در پیری قلبی-عروقی بود. (۱۰، ۱۱، ۱۲) یک مطالعه به تاثیر تمرین هوازی بر متیلاسیون دی ان ای پرداخت که تمرین اثر مثبتی بر این شاخص و روند پیری در قلبی-عروقی دارد. (۱۰) یک مطالعه دیگر به تاثیر مثبت فعالیت بدن همراه با امگا ۳ و ویتامین D بر ساعت اپی ژنتیک پرداخت. (۱۱) در مطالعه آخر به مطالعه و اثر مثبت تمرین بر تاخیر در روند پیری اپی ژنتیک و سلامت قلبی-عروقی پرداخت. (۱۲)

جدول ۳: مطالعات اختلالات اپی ژنتیک در پیری قلبی-عروقی و اثرات ورزش

نویسندگان	نام مجله	سال	نوع	نوع	مدت	گروه	آزمودنی	نتیجه اصلی
ار	ه	مطالع	تمرین	مداخل	کنت	۱		
لوکا فراری و همکاران (۱۰)	Environmental Research And Public Health	۲۰۱۹	نیمه تجربی	ورزش هوازی دویدن یا دوچرخه سواری	۱۲ هفته	ندارد	۶۸ نفر	اندازه گیری ها ی فردی از متیلاسیون DNA ممکن است برای ارزیابی اثر سودمند فعالیت بدنی و پیش بینی کاهش خطر قلبی-عروقی مفید باشند.
هایکه بیشوف و همکاران (۱۱)	Nature Aging	۲۰۲۴	نیمه تجربی	ورزش خانگی همراه با امگا ۳ و ویتامین D	بلند مدت	ندارد	۷۷۷ نفر	فعالیت بدنی و ویا امگا ۳ و ویتامین D اثر مثبتی بر ساعت



فابین و همکاران (۱۲)	Aging Cell Wiley	۲۰۲۳	نیمه تجربی	تمرین گام برداشت ن یا دویدن نسبت به شخص	بلند مدت	ندارد	۳۵۶۷ نفر (بین ۳۰ الی ۹۰ سال) زن (۵۴.۸٪) مرد (۴۵.۲٪) (سیستم ایمنی اثر دارد.)	اپی ژنتیک داشتند.
----------------------	------------------	------	------------	---	----------	-------	---	-------------------

بحث و نتیجه گیری

پیری یکی از عوامل مستقل خطر برای تقریباً همه افراد مبتلا به CVD است. قبلاً تخمین زده شده بود که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۲۰ درصد جمعیت ایالات متحده ۶۵ سال یا بیشتر سن خواهند داشت و CVD مسئول ۴۰ درصد مرگ و میر این گروه خواهد بود، بنابراین CVD اصلی ترین علت مرگ خواهد بود. (۴) دانش فعلی در مورد نقش اپی ژنتیک در پیری و بیماری های قلبی عروقی به طور قابل توجهی در دهه افزایش یافته است. با این حال، درک ما از تنظیم اپی ژنتیک در طول پیری در سیستم قلبی-عروقی تکه تکه باقی می ماند. (۵) علائم اپی ژنتیکی بعنوان شاخص های مولکولی مهم برای تشخیص زودرس CVD عمل کرده و تا مسیرهای بحرانی را شامل می شوند. به دلیل ماهیت برگشت پذیر این اصلاحات، ژن ها و پروتئین های دخیل در آن نواحی هدف جدید برای درمان CVD فراهم کرده اند که منجر به تحقیقات گسترده ای در زمینه رویکردهای درمانی مبتنی بر استراتژی های اپی ژنتیکی شده است. (۶) اپی ژنتیک نمایانگر طیف گسترده ای از تغییرات در بیان ژن مستقل از تغییرات توالی DNA است. این تغییرات ممکن است از طریق متیلاسیون یا هیدروکسی متیلاسیون DNA، اصلاح هیستون ها یا بازسازی کروماتین رخ دهند. (۵) متیلاسیون DNA یک اصلاح اپی ژنتیکی است که باعث تغییر بیان ژن از طریق افزودن گروه متیل به DNA شده و عموماً منجر به خاموش شدن ژن ها می شود. (۲) اما فعالیت بدنی یک ابزار موثر برای دستیابی و حفظ سلامت CV است. (۱) تحقیقات علمی در مورد اثرات فعالیت بدنی بر DNAm و ساعت های اپی ژنتیکی منجر به تولید DNAmFitAge شده است، یک ساعت DNAm که ورزش را به اپی ژنوم متصل می کند و ارتباط بین فعالیت بدنی منظم و پیری آهسته تر را برجسته می کند. (۸) فعالیت بدنی با مقابله با تخریب مرتبط با سن مکانیسم هایی که حیاتی برای تعادل CVS هستند نقش مهمی در پیشگیری اولیه و ثانویه CVD در افراد مسن دارد. (۱)

نتایج مطالعات در مورد فعالیت بدنی در شرایط اختلالات اپی ژنتیک نشان داد که فعالیت بدنی اثر قابل توجهی بر عواملی که باعث اپی ژنتیک و شروع روند پیری در سیستم قلبی-عروقی می شود مانند متیلاسیون DNA، اصلاح هیستون ها دارد.



منابع

1. Recchioni R, Marcheselli F, Antonicelli R, Mensa E, Lazzarini R, Procopio AD, Olivieri F. Epigenetic effects of physical activity in elderly patients with cardiovascular disease. *Experimental Gerontology*. 2017;100:17-27.
2. Mega F, de Meireles ALF, Piazza FV, Spindler C, Segabinazi E, dos Santos Salvalaggio G, et al. Paternal physical exercise demethylates the hippocampal DNA of male pups without modifying the cognitive and physical development. *Behavioural brain research*. 2018;348:1-8.
3. Zimmer P, Bloch W. Physical exercise and epigenetic adaptations of the cardiovascular system. *Herz*. 2015;40(3):353.
4. Herman AB, Ocean JR, Sen P. Epigenetic dysregulation in cardiovascular aging and disease. *The journal of cardiovascular aging*. 2021;1.
5. Zhang W, Song M, Qu J, Liu G-H. Epigenetic modifications in cardiovascular aging and diseases. *Circulation research*. 2018;123(7):773-86.
6. Sun Y, Peng Z, Liang H. Role of physical activity in cardiovascular disease prevention: impact of epigenetic modifications. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2025;12:1511222.
7. Joyce BT, Gao T, Zheng Y, Ma J, Hwang S-J, Liu L, et al. Epigenetic age acceleration reflects long-term cardiovascular health. *Circulation research*. 2021;129(8):770-81.
8. Moulton C, Grazioli E, Ibáñez-Cabellos JS, Murri A, Cerulli C, Silvestri M, et al. Physical Activity and Epigenetic Aging in Breast Cancer Treatment. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(16):8596.
9. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health* ۱۹۹۸; ۵۲(۶): ۳۷۷-۳۸۴.
10. Ferrari L, Vicenzi M, Tarantini L, Barretta F, Sironi S, Baccarelli AA, et al. Effects of physical exercise on endothelial function and DNA methylation. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(14):2530.
11. Bischoff-Ferrari HA, Gängler S, Wiczorek M, Belsky DW, Ryan J, Kressig RW, et al. Individual and additive effects of vitamin D, omega-3 and exercise on DNA methylation clocks of biological aging in older adults from the DO-HEALTH trial. *Nature Aging*. 2025:1-10.
12. Fox FA, Liu D, Breteler MM, Aziz NA. Physical activity is associated with slower epigenetic ageing—Findings from the Rhineland study. *Aging Cell*. 2023;22(6):e13828.



مروری بر ارتباط شاخص توده بدن با نرخ بارگذاری عمودی نیروی عکس العمل زمین

حسین فرض اللهی^۱، امیرعلی جعفرنژاد گرو^۲

کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

ایمیل: <mailto:Farzollahihossein@student.uma.ac.ir>

دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

مقدمه: شاخص توده بدن (BMI) ابزاری اساسی برای ارزیابی وضعیت وزن و سلامت افراد است و در تعیین ارتباط بین وزن و خطر ابتلا به بیماری‌ها و مرگ‌ومیرها اهمیت دارد. تحقیقات نشان می‌دهند که افرادی با BMI کمتر از ۲۰ یا بیشتر از ۳۰ kg/m^2 با افزایش خطر مرگ‌ومیر نسبی مواجه‌اند. از نظر بیومکانیکی، مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین (vGRF) به دلیل بالاتر بودن مقدار آن نسبت به مؤلفه‌های دیگر، نقش کلیدی در فعالیت‌های حرکتی مانند دویدن و راه‌رفتن ایفا می‌کند. این مطالعه به بررسی ارتباط بین BMI و نرخ بارگذاری عمودی vGRF می‌پردازد تا تأثیر تغییرات BMI بر الگوهای بارگذاری و سلامت عمومی افراد را شناسایی کند.

روش پژوهش: در این پژوهش مروری که به زبان‌های فارسی و لاتین انجام شده است، از پایگاه‌های معتبر علمی به‌ویژه Google Scholar برای جستجوی مقالات مرتبط استفاده گردید. پس از بررسی و بازبینی مجدد مقالات، مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین شاخص توده بدن (BMI) و نرخ بارگذاری عمودی نیروی عکس‌العمل زمین (vGRF) در حین فعالیت‌های مختلف مانند راه‌رفتن، دویدن و پرش در مردان و زنان پرداخته بودند، انتخاب شدند.

یافته‌ها: نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بین شاخص توده بدن (BMI) و نیروی عکس‌العمل زمین (GRF) در حین بارگذاری عمودی ارتباط نزدیکی وجود دارد. این ارتباط تحت تأثیر جنسیت، نمایه توده بدنی و وضعیت تحرک افراد متفاوت است. به طور خاص، در افراد چاق، نیروی عکس‌العمل زمین رابطه‌ای مستقیم با BMI دارد، درحالی‌که در افراد با توده بدون چربی، این رابطه معکوس است. همچنین، در حین ایستادن، نیروی عکس‌العمل زمین در زنان با BMI رابطه‌ای مستقیم نشان می‌دهد. این عوامل به طور مشترک می‌توانند منجر به بروز آسیب‌ها و ناهنجاری‌ها در بدن، به‌ویژه در اندام تحتانی و ستون فقرات شوند و تأثیر منفی بر روی مفاصل حمایت‌کننده بدن بگذارند.

نتیجه‌گیری: شاخص توده بدن و نرخ بارگذاری عمودی نیروی عکس‌العمل زمین هر دو به طور مستقل بر فعالیت‌های عضلات، به‌ویژه در اندام‌های تحتانی تأثیر می‌گذارند. ترکیب این دو عامل می‌تواند منجر به تغییرات قابل‌توجهی در الگوهای حرکتی و افزایش خطر آسیب‌دیدگی شود. درک بهتر این تأثیرات می‌تواند به توسعه برنامه‌های توان‌بخشی، ارتقای سلامت و پیشگیری از آسیب در این افراد کمک شایانی نماید.

کلمات کلیدی: شاخص توده بدن (BMI)، نیروی عکس‌العمل زمین، راه‌رفتن، دویدن، ایستادن



مروری بر تاثیر تمرین تناوبی با شدت بالا بر سایتوکاین های پیش التهابی در بازیکنان هاکی

مریم اقبالی

چکیده

زمینه و هدف: ورزش هاکی، به عنوان یک رشته ورزشی تیمی پرتلفردار و پویا، نیازمند سطوح بسیار بالایی از آمادگی جسمانی و عملکرد بهینه بازیکنان است (۱، ۲). این ورزش، که ترکیبی از سرعت، قدرت، استقامت و مهارت های تکنیکی پیچیده را می طلبد، شامل فعالیت های شدید و متناوب مانند دوندگی های سرعتی کوتاه و بلند، تغییر جهت های ناگهانی و مکرر، پرش ها، تکل ها، و ضربات توپ با شدت های متفاوت است (۳، ۴). این الگوی فعالیت، بار فیزیولوژیکی قابل توجهی بر سیستم های مختلف بدن بازیکنان، از جمله سیستم قلبی عروقی، سیستم عصبی عضلانی، و سیستم ایمنی، وارد می کند. به همین دلیل، برنامه های تمرینی موثر و کارآمد برای بهبود عملکرد بازیکنان در تمامی ابعاد جسمانی و تکنیکی، و همچنین جلوگیری از آسیب دیدگی در این ورزشکاران از اهمیت بسزایی برخوردار است (۵، ۶). در دنیای مدرن ورزش، مربیان و دانشمندان علوم ورزشی همواره در جستجوی روش های تمرینی نوینی هستند که بتواند بهترین نتایج ممکن را برای ورزشکاران به ارمغان آورد. یکی از روش های تمرینی مورد توجه در سال های اخیر، تمرینات هوازی با شدت بالا است (۷، ۸). این نوع تمرین، که به عنوان تمرینات اینتروال شدید نیز شناخته می شود، شامل دوره های کوتاه مدت فعالیت شدید است که با دوره های استراحت یا فعالیت سبک متناوب می شود (۹، ۱۰). التهاب، به عنوان یک پاسخ فیزیولوژیکی پیچیده به استرس ناشی از فعالیت ورزشی، نقش مهمی در فرآیندهای ترمیم و سازگاری عضلانی ایفا می کند (۱۱). برخی مطالعات نشان داده اند که تمرینات تمرین تناوبی با شدت بالا می توانند منجر به افزایش سطح سیتوکاین های پیش التهابی، مانند $TNF-\alpha$ و $IL-6$ ، شوند (۱۱). بنابراین، بررسی دقیق و جامع تأثیر تمرینات تمرین تناوبی با شدت بالا بر پاسخ های سیتوکینی پیش التهابی در ورزشکاران هاکی، به منظور بهینه سازی برنامه های تمرینی، کنترل بار تمرینی، و جلوگیری از پیامدهای نامطلوب آن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این مطالعه مروری با هدف بررسی و تجزیه و تحلیل شواهد موجود در مورد تأثیر تمرینات تمرین تناوبی با شدت بالا بر پاسخ های سیتوکینی پیش التهابی، به ویژه $TNF-\alpha$ و $IL-6$ ، در بازیکنان هاکی انجام شد.

نتیجه گیری: یافته ها نشان می دهد که تمرین تناوبی با شدت بالا می تواند اثرات پیچیده ای بر پاسخ های التهابی داشته باشد، به طوری که برخی از مطالعات کاهش سیتوکاین های پیش التهابی و برخی دیگر افزایش یا عدم تغییر را نشان می دهند. تمرین تناوبی با شدت بالا می تواند باعث آسیب عضلانی شود، که منجر به آزاد شدن سیتوکاین های پیش التهابی مانند $TNF-\alpha$ ، $IL-6$ و $MCP-1$ می شود به طور کلی، شواهد نشان می دهد که تمرین تناوبی با شدت بالا می تواند اثرات پیچیده ای بر پاسخ های التهابی در بازیکنان هاکی داشته باشد. تحقیقات بیشتری برای درک کامل اثرات تمرین تناوبی با شدت بالا بر پاسخ های التهابی در بازیکنان هاکی مورد نیاز است.

کلیدواژه ها: تمرین هوازی با شدت بالا، سیتوکاین های پیش التهابی، $TNF-\alpha$ ، $IL-6$ ، بازیکنان هاکی

منابع



Gabbett TJ. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? British journal of sports medicine. 2016;50(5):273-80.

Mujika I, Halson S, Burke LM, Balagué G, Farrow D. An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. International journal of sports physiology and performance. 2018;13(5):538-61.

Ihsan M, Yeo V, Tan F, Joseph R, Lee M, Aziz AR. Running demands and activity profile of the new four-quarter match format in men's field hockey. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2021;35(2):512-8.

McGuinness A, McMahon G, Malone S, Kenna D, Passmore D, Collins K. Monitoring wellness, training load, and running performance during a major international female field hockey tournament. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2020;34(8):2312-20.

Vigh-Larsen JF, Mohr M. The physiology of ice hockey performance: An update. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2024;34(1):e14284.

Aziz A, Chia M, Teh K. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. Journal of sports medicine and physical fitness. 2000;40(۱۹۵):۳

Krustrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, Bangsbo J. Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005;37(7):1242-8.

Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. Sports medicine. 2013;43(5):313-38.

Millet GP, Girard O, Beard A, Brocherie F. Repeated sprint training in hypoxia—an innovative method. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2019;2019(5):115-22.

Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. Physiological reviews. 2000.

Bruun JM, Lihn AS, Pedersen SB, Richelsen B. Monocyte chemoattractant protein-1 release is higher in visceral than subcutaneous human adipose tissue (AT): implication of macrophages resident in the AT. The Journal of clinical endocrinology & metabolism. 2005;90(4):2282-9.



مروری بر تأثیر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی

نیما مولودی چپانه، علی نصری اصل، معرفت سیاهکوهیان

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

ایمیل: moludiinima@gmail.com

۲. کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

مفهوم تمرینات ارتفاع یا هیپوکسی یک تکنیک رایج است که توسط ورزشکاران برای بهبود ظرفیت هوازی و عملکرد استقامتی در مسابقات استفاده می‌شود. برای داشتن آمادگی هوازی علاوه سیستم قلبی-ریوی با ظرفیت بالا باید تغییراتی در خون و سطح سلولی ایجاد شود. مروری بر اثر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی به دلیل تأثیر مثبت پروتکل های تمرین در شرایط کمبود اکسیژن بر شاخص های خونی اهمیت ویژه ای دارد. در این مطالعه جستجوی مقالات به زبان های فارسی و لاتین بود. که در پایگاه تخصصی Google scholar صورت پذیرفت. پذیرفتن مقالات بر اساس عنوان مقاله بود. ۱۹ مقاله براساس معیارهای ورود خروج انتخاب شدند. تعداد ۷ مقاله که با هدف اثر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی بود انتخاب شد. نتایج سه تحقیق در خصوص تمرین در شرایط هیپوکسی نشان داد که تمرین در شرایط کمبود اکسیژن تأثیر مثبتی بر شاخص های خونی دارد. در نتیجه مطالعه مروری حاضر با رویکرد تأثیر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی نشان داد تمرین در شرایط هیپوکسی اثر مثبتی بر شاخص های خونی دارد.

کلمات کلیدی: هیپوکسی، کمبود اکسیژن، سلول های قرمز خون، شاخص های خونی

مقدمه

مفهوم تمرینات در ارتفاع یا هیپوکسی برای بهبود عملکرد ورزشی در سطح دریا تقریباً ۴۰ سال است که شناخته شده است. (۶) مطالعه تأثیر تمرینات هیپوکسی بر بدن انسان و حیوان همچنان در فیزیولوژی و پزشکی از اهمیت بالایی برخوردار است. هیپوکسی برای درمان و اصلاح طیف وسیعی از بیماری ها، بهبود ظرفیت های فیزیولوژیکی ورزشکاران و کمک به سازگاری با زیستگاه های مختلف استفاده می‌شود. (۲) قرارگیری در معرض هیپوکسی می‌تواند تغییرات متعددی را در سطح متابولیکی و فیزیولوژیکی ایجاد کند. (۴) سازگاری با هیپوکسی یک فرآیند چندعاملی و مهم است که شامل تمام ارگان ها و سیستم های بدن، به ویژه سیستم های گردش خون و قلبی-عروقی می‌شود. هیپوکسی از دیدگاه فرآیندهای پاتولوژیک و سازگاری جالب توجه است، زیرا با کاهش مولکول اکسیژن (O₂) مشخص می‌شود و یا با تنظیم سطوح اکسیژن در طول واکنش های اکسیداسیون داخل سلولی مرتبط است. (۲) هیپوکسی ممکن است عملکردهای اریتروپوئیتیک، متابولیک و همودینامیک را تقویت کند که سنتز اریتروپوئیتین سرم را تحریک کرده، حجم

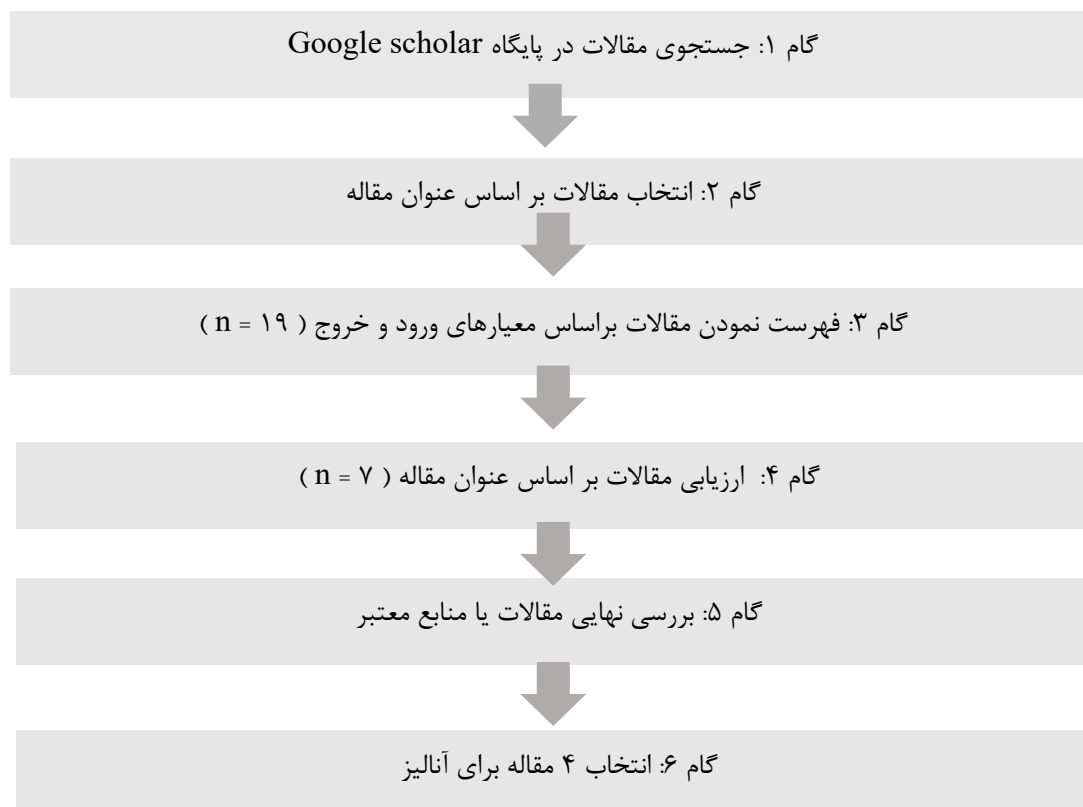


گلبول‌های قرمز را افزایش می‌دهد، اقتصاد انرژی فیزیولوژی ورزش را بهبود می‌بخشد و جریان خون را افزایش دهد که منجر به بهبود تأمین و استفاده از بافت‌ها می‌شود. (۵) اریتروپویتین، یکی از مواردی است که بر افزایش تولید سلول‌های قرمز خون تاثیر دارد. تحریک اریتروپویتین فقط در شرایطی مسیر است که بدن با کمبود اکسیژن (هیپوکسی) مواجه شود. هیپوکسی، به معنی رهاش اکسیژن کمتر در بافت‌های بدن است. وقتی اکسیژن کمتری به بدن برسد، تهویه بیشتر شده، ترشح هورمون اریتروپویتین بیشتر و در نتیجه با ادامه این شرایط تولید سلول‌های قرمز خونی بیشتر می‌شود. همراه با بالا رفتن سلول‌های قرمز خون، سطوح هموگلوبین، هماتوکریت و شمار رتیکولوسیت نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. (۱) چندین استراتژی از تمرینات ارتفاع، مانند "زندگی در ارتفاع بالا - تمرین در ارتفاع بالا" (LHTH) یا "زندگی در ارتفاع بالا - تمرین در ارتفاع پایین" (LHTL) پیشنهاد شده است. این استراتژی‌ها بر اساس تغییرات سازگاری انسان‌ها به هیپوکسی مزمن استوار هستند. (۷) تمرین در ارتفاع به‌طور مکرر توسط ورزشکاران استقامتی برای بهبود عملکرد استفاده می‌شود. (۳) به‌طور نظری، استرس ناشی از قرارگیری در معرض هیپوکسی، علاوه بر استرس ناشی از تمرین، سازگاری‌های تمرینی را که با تمرین استقامتی نرمال تجربه می‌شود، تقویت کرده و منجر به بهبودهای بیشتری در عملکرد خواهد شد. (۶) لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص‌های خونی است.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک بود. جستجوی مقالات به زبان فارسی و زبان انگلیسی از ابتدای ماه نوامبر سال ۲۰۰۲ تا ابتدای ماه نوامبر سال ۲۰۲۴ در پایگاه تخصصی Google scholar صورت پذیرفت. مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های هموگلوبین، هماتوکریت، سلول‌های قرمز خون، hypoxia, exercise, Oxygen transport, Intermittent hypoxic training, endurance, performance, maximal oxygen uptake, hematocrit استفاده شد. انتخاب مقالات بر اساس عنوان مقاله بود. برای ارزیابی مقالات منتخب از پرسشنامه کیفیت سنجی Downs-Black استفاده شد. (۸) این پرسشنامه برای ارزیابی کیفیت مقالات بالینی می‌باشد. در این پرسشنامه ۲۷ سوال در مورد مقالات طراحی شده است. عدد ۱ به معنای تایید و عدد ۰ به معنای عدم تایید می‌باشد. در مورد سوال ۲۷ (آیا مقاله مورد بررسی در مورد ۲۶ سوال قبلی قابلیت استنادی را دارد؟) عددی بین ۰ و ۵ می‌باشد. که براساس ارزش عدد از استنادی ضعیف تا استنادی قوی را شامل می‌شود. ۱۹ مقاله بر اساس معیارهای ورود و خروج که شامل موارد: ۱. مقالاتی که در مورد تمرین در شرایط هیپوکسی مطالعه کردند. ۲. مقالاتی که در مورد شاخص‌های خونی در شرایط هیپوکسی مطالعه کردند. تعداد ۷ مقاله که با هدف اثر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص‌های خونی بود انتخاب شد. ۴ مقاله جهت آنالیز انتخاب گردید.

جدول ۱: نحوه بررسی کیفیت مقالات



جدول ۲: ارزیابی کیفیت مقالات مورد بررسی توسط پرسشنامه Downs-Black

سوالات/ نویسندگان	رواسی همکاران (۱)	و دمچنکو همکاران (۲)	و میلوش همکاران (۶)	و کامپو و همکاران (۷)
سوال ۱	۱	۱	۱	۱
سوال ۲	۱	۱	۱	۱
سوال ۳	۱	۱	۱	۱
سوال ۴	۱	۱	۱	۱
سوال ۵	۰	۰	۰	۰
سوال ۶	۱	۱	۱	۱
سوال ۷	۱	۱	۱	۱
سوال ۸	۰	۰	۰	۰
سوال ۹	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۰	۱	۱	۱	۱



سوال ۱۱	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۲	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۳	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۴	۰	۰	۰	۰
سوال ۱۵	۰	۰	۰	۰
سوال ۱۶	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۷	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۸	۱	۱	۱	۱
سوال ۱۹	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۰	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۱	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۲	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۳	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۴	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۵	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۶	۱	۱	۱	۱
سوال ۲۷	۵	۳	۴	۵

نتایج

در مطالعه حاضر ۷ مقاله با استفاده از معیارهای ورود و خروج انتخاب شد و تنها ۴ مقاله براساس عنوان مقاله مورد تحلیل قرار گرفت. یافته های سه مقاله نشان دهنده افزایش شاخص های خونی در شرایط هیپوکسی بود. (۱، ۲، ۷) یک مطالعه به بررسی تمرین اینتروال در شرایط هیپوکسی پرداخته بود. این مطالعه نشان داد که تمرین اینتروال در شرایط کم اکسیژنی باعث افزایش گلبول های خون و شاخص های خونی می شود. (۱) در مطالعه ای دیگر نشان داده شد که تمرین در شرایط هیپوکسی با افزایش ارتفاع باعث افزایش بیشتر گلبول قرمز و هموگلوبین می شود. (۲) مطالعه سوم به بررسی ۷ هفته تمرین در شرایط هیپوکسی پرداخت که نشان داد در شرایط هیپوکسی ترشح بیشتر اریتروپویتین قابل مشاهده است علاوه بر آن باعث افزایش شاخص های خونی نیز می شود. (۷) مطالعه ای دیگر به بررسی عدم تأثیر شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی در نظر گرفته شده پرداخت اما در این مطالعه تمرینات با ۹۵٪ لاکتات تأثیر مثبتی بر ظرفیت هوازی و استقامت داشت (۶).

جدول ۳: مطالعات اثر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی



نویسندگان	نام مجله	سال انتشار	نوع مطالعه	نوع تمرین	مدت مداخله	گروه کنترل	آزمودنی ها	نتیجه اصلی
رواسی و همکاران (۱)	حرکت	۱۳۸۳	نیمه تجربی	دویدن اینتروال	۸ هفته	دارد	۳۰ نفر	شاخص های هموگلوبین، هماتوکریت و رتیکولوسیت اختلاف معناداری بین گروه کنترل و هیپوکسی اینتروال وجود دارد.
دمچنکو و همکاران (۲)	Edelweiss Applied Science and Technology	۲۰۲۴	نیمه تجربی	۳۵ دقیقه تمرین	۴ هفته	دارد	۴۵ موش صحرایی	تعداد گلبول قرمز و هموگلوبین نسبت به گروه کنترل افزایش یافت.
میلوش و همکاران (۶)	Journal of Sports Science and Medicine	۲۰۱۱	نیمه تجربی	تمرین با شدت ۹۵٪ لاکتات	۳ هفته با جلسه	دارد	۲۰ دوچرخه سوار	تمرین متناوب هیپوکسیک به کار رفته در این تحقیق بر متغیرهای خونی در نظر گرفته شده: تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت تأثیر معنی داری نداشت، اما بر ظرفیت هوازی و استقامت تأثیرگذار بود.
کامپو و همکاران (۷)	Acta Physiologica Hungarica	۲۰۱۵	نیمه تجربی	تمرین هوازی	۷ هفته	دارد	۱۸ نفر	در شاخص های خونی اریتروپویتین هموگلوبین و هماتوکریت و رتیکولوسیت بین دو گروه اختلاف معناداری وجود دارد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین در شرایط هیپوکسی بر شاخص های خونی بود. شرایط هیپوکسی (کمبود اکسیژن) تأثیرات عمیق و گسترده ای بر روی بدن دارد و می تواند به سازگاری های فیزیولوژیکی مختلفی منجر شود. (۲) کاهش اکسیژن حاصل از کم تهویه ای به صورت عامل فشار عمل کرده و توانسته است تغییرات فیزیولوژیک مطلوب در بدن ایجاد کند. (۱) تولید گلبول های قرمز تحت تأثیر هیپوکسی افزایش می یابد، که ناشی از ترشح هورمون اریتروپویتین توسط کلیه ها است. این هورمون باعث تسریع در تولید گلبول های قرمز و افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون می شود. (۲) درصد رتیکولوسیت، عامل خونی است که تعداد گلبول های قرمز تازه تشکیل شده را نشان می دهد. تمرینات هیپوکسی موجب افزایش معنی داری در شمار دتیکولوسیت ها شده که نشان می دهد درصد گلبول های قرمز خون تازه تشکیل شده بالاتر رفته است. (۱) کاهش هماتوکریت نیز یک واکنش بدنی معقول است که به بهینه سازی خواص رئولوژیکی خون و کاهش خطر لخته شدن کمک می کند. این تغییرات باعث افزایش قابلیت های عملکردی سیستم های حمل اکسیژن با افزایش نیازهای متابولیک بدن می شود. (۲) افزایش تهویه آلوئولی و کاهش محتوای اکسیژن ورید مختلط عمده تاً مسئول حداکثر کردن ظرفیت ورزشی در ارتفاعات بالا هستند. (۳) با این حال، یک مطالعه قبلی گزارش داده است که افزودن هیپوکسی به عنوان یک استرسور اضافی در ۵۰٪ از مطالعات هیچ فایده اضافی نداشته است. (۵) اما قرارگیری در معرض هیپوکسی حین تمرین ممکن است سنتز اریتروپویتین سرم را تحریک کند که منجر به افزایش شمار گلبول های قرمز و بهبود تأمین اکسیژن به عضلات فعال می شود. (۶) هیپوکسی باید شامل یک روش تمرینی مناسب با شدت بالا یا روش تناوبی بی هوازی باشد تا اثربخشی آن حداکثر شود. استرس ناشی از تمرین تحت هیپوکسی عملکردهای فیزیولوژیکی و متابولیکی را بیشتر از آنچه در حالت اکسیژن نرمال مشاهده می شود



تغییر می دهد. (۵) به طور خاص در ورزشکاران سه گانه، یک مطالعه دریافت که هیپوکسی عملکرد فیزیکی را بدون تغییر حداکثر مصرف اکسیژن افزایش می دهد. در مقابل، یک مطالعه دیگر مشاهده شد که هیپوکسی منجر به افزایش هماتوکریت، هموگلوبین، vo_{2max} و قدرت متوسط در آزمون وینگیت انجام شده پس از هیپوکسی شد. (۷) نتایج مطالعات تمرینات در شرایط هیپوکسی نشان داد که برنامه تمرینات در شرایط کم اکسیژنی بر شاخص های از جمله گلبول های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و رتیکولوسیت و اریتروپویتین اثر مثبتی دارد.

منابع

1. اصغر رع، عباسعلی گ، علیرضا ع. تاثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول های قرمز خون در هنجرویان پسر تربیت بدنی. ۲۰۰۵.
2. Demchenko GA, Abdreshov SN, Koibasova LU, Yessenova MA, Yeshmukhanbet AN. The impact of hypoxic training at different altitudes on human physiology, biochemistry, and cytogenetics. Edelweiss Applied Science and Technology. 2024;8(4):1119-30.
3. Levine BD. Intermittent hypoxic training: fact and fancy. High altitude medicine & biology. 2002;3(2):177-93.
4. Núñez-Espinosa C, Douziech A, Ríos-Kristjánsson JG, Rizo D, Torrella JR, Pagès T, Viscor G. Effect of intermittent hypoxia and exercise on blood rheology and oxygen transport in trained rats. Respiratory physiology & neurobiology. 2014;192: 112-7.
5. Park H-Y, Jung W-S, Kim S-W, Kim J, Lim K. Effects of interval training under hypoxia on hematological parameters, hemodynamic function, and endurance exercise performance in amateur female runners in Korea. Frontiers in Physiology. 2022;13: 919008.
6. Czuba M, Waskiewicz Z, Zajac A, Poprzecki S, Cholewa J, Roczniok R. The effects of intermittent hypoxic training on aerobic capacity and endurance performance in cyclists. Journal of sports science & medicine. 2011;10(1):175.
7. Ramos-Campo DJ, Martínez-Sánchez F, Esteban-García P, Rubio-Arias J, Clemente-Suarez VJ, Jiménez-Díaz JF. The effects of intermittent hypoxia training on hematological and aerobic performance in triathletes. Acta Physiologica Hungarica. 2015;102(4):409-18.
8. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health ۱۹۹۸; ۵۲(۶): ۳۷۷-۳۸۴.



مروری بر تأثیر تمرین هوازی بر مقاومت انسولینی بیماران دیابتی نوع ۲

عذراء حبیب زاده گرجان

(دانشجوی کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی در تندرستی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران)

چکیده:

مقاومت به انسولین یکی از علل اصلی بیماری دیابت نوع ۲ می باشد که به موجب چاقی، استعداد ژنتیکی و کاهش حساسیت یا پاسخ گویی بافت، بخصوص بافت های عضلانی و کبد نسبت به انسولین بروز می کند. مقاومت به انسولین موجب افزایش ترشح انسولین برای کنترل قندخون می شود که بعد از پیشرفت بیماری، تولید انسولین به تدریج کاهش و قندخون افزایش می یابد مطالعات نشان داده اند که مقاومت به انسولین با افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و تشکیل رادیکال های آزاد همراه است و نیز از طریق اثرات مضر هیپرانسولینمی باعث آسیب مستقیم شریان ها میشوند. این مقاومت یک مشخصه بالینی از بیماری دیابت نوع ۲ میباشد، از آن جا که افزایش وزن بدن و اندازه سلول چربی به میزان زیادی با مقاومت به انسولین و توسعه دیابت ارتباط دارد؛ کاهش وزن بدن و کاهش اندازه سلول های چربی از طریق مداخلات مختلف از جمله فعالیت ورزشی از نوع هوازی می تواند باعث بهبود مقاومت به انسولین شود (۱). هدف از این مطالعه بررسی اثر مداخله ورزش هوازی بر روی مقاومت به انسولین در بیماران دارای دیابت نوع ۲ میباشد.

روش بررسی: مطالب این مقاله با مطالعه ۶ مقاله از سایت های اطلاعاتی (Pubmed, Magiran, Google scholar) و چند کتاب با جستجو از طریق کلید واژه های بیماری دیابت نوع ۲، مقاومت انسولینی و تمرینات هوازی جمع آوری شده اند

یافته ها: نتایج مطالعاتی نشان می دهد که تمرینات هوازی در افراد دیابتی نوع دو، موجب کاهش مقاومت انسولین و افزایش حساسیت به انسولین می شود.

نتیجه گیری: با توجه به مطالعات انجام شده چنین به نظر می رسد تمرین هوازی منجر به افزایش فعالیت عضلات بزرگ بدن می شود و می تواند باعث افزایش عمل انسولین در هر تار عضلانی از طریق مکانیسم افزایش تعداد و ناقلین گلوکز (GLUT)، افزایش آنزیم های کلیدی گلیکولیز یعنی آنزیم هگزوکیناز و گلیکوزنز یعنی آنزیم گلیکوزن سنتاز عضلانی می شود.

واژگان کلیدی: بیماری دیابت نوع ۲، مقاومت به انسولین، تمرینات هوازی

مقدمه:



دیابت ملیتوس یا به عبارتی دیابت شیرین، با سطوح بالای گلوکز خون مشخص می شود؛ که در نتیجه نقص در توانایی بدن برای تولید و یا استفاده از انسولین ایجاد می شود (۲). این بیماری با کاهش امید به زندگی، پیامدهای ناشی از عوارض ریز عروقی^۱ خاص مرتبط با دیابت، افزایش خطر عوارض مربوط به عروق بزرگ مثل بیماری ایسکمیک قلب، سکتای مغزی و بیماری عروق محیطی و کاهش کیفیت زندگی مرتبط است (۳). چندین فرآیند پاتوفیزیولوژیک در ایجاد دیابت نقش دارد که شامل فرایندهایی است که سلول های بتا پانکراس را با کمبود انسولین از بین می برند و سایر فرایندهایی که منجر به مقاومت در برابر عملکرد انسولین می شوند (۴): ناهنجاریهای متابولیسم کربوهیدرات چربی و پروتئین به سبب عملکرد ناقص انسولین بر روی بافت های هدف است که در نتیجه نبود حساسیت یا کمبود انسولین ایجاد می شود. اگر تولید و ترشح انسولین در اثر بیماری تغییر کند، دینامیک گلوکز خون نیز تغییر خواهد کرد، اگر تولید انسولین کاهش یابد، ورود گلوکز به سلولها مهار می شود و در نتیجه، هیپرگلیسمی ایجاد می گردد (۵).

نقش آلفا (TNF α) در مقاومت انسولین

اولین عامل پیش التهابی که با شرایط چاقی و مقاومت به انسولین مرتبط است، فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF α) است. علاوه بر این TNF α با فسفوریلاسیون سرین در گیرنده های انسولین می تواند به عنوان عامل مهار کننده ی انسولین عمل کند که در نهایت به مقاومت انسولین در بدن منجر می گردد (۶). افزایش شیوع دیابت نوع ۲ همراه با افزایش در چاقی به عنوان اپیدمی منجر به توسعه خطرات مرتبط با سلامتی در سطح جهانی شده است (۷). شیوه زندگی غیرفعال به عنوان یکی از علت های اصلی افزایش در اپیدمی دیابت نوع ۲ شناخته می شود.

نقش سیرتوئین-۱ در مقاومت انسولین

تمرین ورزشی با کاهش سطح انسولین، گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین همراه بود. مکانیسمهای متعددی در کاهش مقاومت به انسولین در اثر تمرین ورزشی پیشنهاد شده است که سیرتوئین-۱ ممکن است از طریق مکانیسمهای تنظیم ترشح انسولین و محافظت از سلول های بتای پانکراس بهبود در مقاومت به انسولین از طریق تعدیل سیگنال های بعد از گیرنده انسولین، کاهش التهاب، افزایش به حرکت در آوردن چربی ها و ترشح آدیپونکتین، کنترل اکسیداسیون چربی و بیوژنز میتوکندری و تنظیم گلوکز کبدی در بهبود کنترل گلوکز در افراد دیابتی نقش داشته باشد. مشخصه بیماری دیابت نوع ۲ هیپرگلیسمی ناشی از مقاومت به انسولین یا فقدان نسبی آن است. این هیپرگلیسمی موجب آسیب، اختلال عملکرد و نقص ارگان های متعددی مانند چشم ها، کلیه ها، اعصاب، قلب و رگهای خونی می شود (۸). فعالیت بدنی پتانسیل بهبود مقاومت به انسولین را دارد و بنابراین، سنگ بنای پیشگیری و درمان دیابت نوع ۲ است (۹). تمرین ورزشی با افزایش در بیان سیرتوئین-۱ و PGC α ۱ نقش مهمی در حفظ هومئوستازی انرژی در عضلات اسکلتی از طریق سازگاری در میتوکندری و ژنهای کنترل کننده آن دارد. در این تحقیق وزن بدن و شاخص توده بدنی به طور معنی داری کاهش یافت. همراستا با تحقیق حاضر نشان داده شده است که تمرینات ورزشی از قبیل تمرینات هوازی و مقاومتی با و بدون محدودیت کالریکی موجب کاهش شاخص توده بدنی و کاهش توده چربی احشایی



و کاهش چربی داخل کبدی در بیماران چاق میشود که با افزایش حساسیت انسولینی همراه بود. در کل این محققین پیشنهاد نمودند که این تمرینات در افراد دیابتی چاق و دارای اضافه وزن نه تنها

1. Micro Vascular

میتواند موجب افزایش توده بدون چربی و کاهش توده چربی شود بلکه میتواند موجب کنترل پیشرفت دیابت شود. این کاهش وزن ناشی از ورزش میتواند ناشی از افزایش در سطح سرمی سیرتوئین-۱ باشد.

نقش PTX3 در مقاومت انسولین

بیماری دیابت نوع ۲ همچون سایر بیماری‌های التهابی، موجب تغییر در میزان شاخص‌های ضدالتهابی مانند پنتراکسین-۳ (PTX3) و پیش التهابی از جمله پروتئین واکنش گر-C و گرمین-۱ می‌شود، PTX3 پروتئینی از خانواده ی پنتراکسین هاست که اولین بار به عنوان پروتئین مرحله ی حاد ثبت شد و نقش ضدالتهابی مهمی در التهاب وابسته به چاقی دارد. بیان mRNA PTX3 در بافت‌های متعددی مانند عضله ی اسکلتی و قلبی، چربی احشایی و زیرجلدی، کبد، ریه، تخمدان، غده ی تیموس و مغز رخ می‌دهد. پروتئین PTX3 به عنوان پل ارتباطی بین چاقی، التهاب و بیماری قلبی-عروقی عمل می‌کند، گزارش شده است که کمبود PTX3 با پیشرفت آترواسکلروز، تشدید انباشت ماکروفاژها و التهاب در زخم‌های آترواسکلروزی همراه است. (۱۰) همین‌طور مشخص شده است این عامل به بیماری دیابت نیز ارتباط دارد چرا که بیان ناقل گلوکز نوع-۴ (GLUT-4) در عضله اسکلتی به طور مثبت با بیان پروتئین PTX3 همراه بوده است. این شواهد از کاهش سطح PTX3 در افراد چاق، مبتلا به سندرم سوخت و سازی و دیابت نوع ۲ را تایید کرده و نشان می‌دهند این پروتئین ممکن است به عنوان پیش‌بینی کننده ی مقاومت به انسولین عمل کند (۱۱). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که انواع تمرین‌های هوازی یا مقاومتی می‌تواند بر سطوح سرمی PTX3 و گرمین-۱ اثرگذار باشند. در مطالعه ۵ هفته تمرین هوازی در آزمودنی‌های سالم افزایش معنادار سطح PTX3 و ارتباط آن با بهبود سطح آمادگی قلبی-تنفسی و عملکرد قلبی-عروقی همراه بود. دلیل مطابقت نتایج با این مطالعه نیز ممکن است نوع تمرین باشد. همین‌طور، دو ماه تمرین ترکیبی همراه با محدودیت کالری افزایش معنادار سطح PTX3 را به دنبال داشت. تغییرات PTX3 پس از فعالیت ورزشی ممکن است ناشی از تغییرات گلبولهای سفید، نورآدرنالین، لاکتات و میلوپراکسیداز باشد و سازگار احتمالی آن کاهش سطح PTX3 به دلیل تعدیل فعالیت آتروژنز و ترومبوز در پلاک‌های آترواسکلروتیک باشد.

نقش گرمین-۱ در مقاومت انسولین

گرمین-۱ از دیگر نشانگرهای التهابی است که به دنبال بیماری دیابت افزایش می‌یابد و همچنین در اختلال عملکردی انسولین و بروز مقاومت به انسولین نقش دارد. از این رو مهار گرمین-۱ با توجه به آثار بیماری‌زایی آن می‌تواند به عنوان یک هدف درمانی موثر برای بهبود مقاومت به انسولین و اختلالات مرتبط با آن مورد توجه قرار گیرد. یافته‌های دیگر پژوهش، کاهش سطح سرمی گرمین-۱ در مردان دیابتی پس از هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی



بود. در معدود پژوهشهایی که آثار مداخله ورزشی بر سطح گرمیلین-۱ بررسی شده، تنها از پروتکل‌های گوناگون تمرین مقاومتی استفاده شده است. در یکی از این مطالعات کاهش سطح سرمی گرمیلین-۱ به دنبال ۱۹ هفته تمرینها مقاومتی کم شدت و با شدت متوسط و بالا در مردان چاق گزارش گردید. آنان کاهش سطح سرمی گرمیلین-۱ را به کاهش توده چربی بدن نسبت دادند. با توجه به رهايش گرمیلین-۱ از بافت چربی و براساس کاهش درصد چربی بدن به دنبال هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی در پژوهش، میتوان کاهش توده چربی را از جمله سازکارهای کاهش گرمیلین-۱ مطرح نمود. تغییرات سبک زندگی به صورت فعالیت ورزشی منظم می تواند تا حد زیادی باعث تعدیل CHG و افزایش حساسیت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ شود. کنترل نشدن سطح گلوکز برای مدت طولانی (CHG) منجر به تغییراتی در حس اعصاب محیطی به ویژه در اندامهای تحتانی و دستها به صورت دیستال به پروگزیمال می شود که در ادامه منجر به درد و ضعف عضلانی، آتروفی عضلانی به صورت کاهش چگالی فیبرهای عضلانی و مساحت واحدهای حرکتی حتی قبل از بروز علائم ظاهری نوروپاتی در بیمار می شود. بنابراین دیابت کنترل نشده می تواند بافت های عصبی و عضلانی را تحت تاثیر قرار دهد. نوروپاتی دیابتی یک عارضه نامتجانس با علائم بالینی گوناگون می باشد که به صورت موضعی یا منتشر بروز پیدا می کند. متداولترین نوروپاتی ها حسی- حرکتی مزمن (DPN)¹ و نوروپاتی اتونومیک می باشد. در حال حاضر درمان خاصی برای آسیب عصبی زمینه ای وجود ندارد. بهبود کنترل قندخون می تواند در کند کردن پیشرفت بیماری موثر باشد اما به ندرت تحلیل عصبی برگشت پذیر است.

در کل پیشنهاد شده است که سیرتوئین-۱ ممکن است از طریق مکانیسم های تنظیم ترشح انسولین و محافظت از سلولهای بتای پانکراس، بهبود در مقاومت به انسولین از طریق تعدیل سیگنال های بعداز گیرنده انسولین، کاهش التهاب، افزایش به حرکت در آوردن چربی ها و ترشح آدیپونکتین، کنترل اکسیداسیون چربی و بیوژنز میتوکندری و تنظیم تولید گلوکز کبدی در بهبود کنترل گلوکز در افراد دیابتی و سالم نقش داشته باشد. علاوه بر این سازگاری های مختلف پیشنهادی دیگر در توضیح بهبود مقاومت به انسولین به دنبال تمرینات ورزشی شامل این است که تمرین ورزشی در آزمودنی های سالم، بیماران مبتلا به دیابت و نقص در تحمل گلوکز با افزایش معنی دار در بیان ژن انتقال دهنده گلوکز ایزوفرم (GLUT-4) در سلولهای عضلات اسکلتی و انتقال GLUT 4 به غشای پلاسمایی موجب افزایش توانایی عضلات اسکلتی در برداشت و انتقال گلوکز می شود. تغییر در سایتوکاین ها دیگر سازوکار بهبود حساسیت به انسولین در پاسخ به تمرینات ورزشی می باشد. که ممکن است مستقل از کاهش توده چربی نیز اتفاق بیفتد. لذا به طور کلی می توان بیان نمود با توجه به اینکه سطح سرمی سیرتوئین-۱ افزایش پیدا نمود این احتمال وجود دارد که یکی دیگر از مکانیسم های بهبود در کاهش گلوکز در اثر تمرین ورزشی در افراد دیابتی ناشی از افزایش سطح در گردش و فعال شدن سیرتوئین-۱ و کاهش وزن بدن باشد که به نوبه ی خود موجب بهبود در مقاومت به انسولین از طریق افزایش در اکسیداسیون اسیدهای چرب و بیوژنز میتوکندری در عضلات اسکلتی شود. یافته های پژوهشی در ارتباط با ۱۰ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با افزایش معنادار سطح PTX3، کاهش سطح گرمیلین-۱ و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به T2DM همراه است در عین حال بین اثر دو روش تمرینی بر این متغیرها تفاوتی وجود نداشت پس



از ۱۰ هفته تمرین هوازی و مقاومتی به طور مشابهی شاخص مقاومت به انسولین در مردان دیابتی کاهش یافت و این شاخص پس از تمرین های هوازی و مقاومتی به ترتیب $34/8$ و $33/4$ درصد کاهش یافت.

۶- هفته تمرین هوازی و مقاومتی، مقاومت به انسولین را در رتھای دیابتی کاهش داد.

۱۲- هفته تمرین هوازی با شدت 60 تا 75 درصد ضربان قلب بیشینه و مقاومتی با شدت 60 تا 80 درصد یک تکرار بیشینه سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به سندرم سوخت و سازی شد. نقش تمرین های هوازی در افزایش عملکرد انسولین به کاهش تجمع تری گلیسرید درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب نسبت داده شده اند. نقش تمرینات مقاومتی نیز با تغییرات درون عضلانی در میزان GLUT4 و فراتنظیمی بیان پروتئین های درگیر در آبخار سیگنالینگ انسولین که ناشی از افزایش توده عضلانی است کاهش مقاومت به انسولین می شود هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی موجب بهبود وضعیت التهابی آزمودنی ها شد که ممکن است از دلایل تأثیر مشابه آنها در کاهش مقاومت به انسولین باشد، زیرا نشان داده شده است که التهاب در پاتوژنز مقاومت به انسولین نقش دارد.

نتیجه:

در مجموع می توان گفت هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی رویکردهای کارآمدی جهت تعدیل التهاب و بهبود نشانگرهای مقاومتی بر انسولین در بیماران دیابتی هستند. همچنین تمرینات ورزشی هوازی می تواند از طریق کاهش وزن بدن و افزایش سطح پروتئین های درگیر در متابولیسم از قبیل سیرتوئین ۱- نقش مهمی در بهبود متابولیسم گلوکز در افراد چاق با دیابت نوع ۲ دارد. مدتهاست که تمرین ورزشی به عنوان یک ابزار مهم غیردارویی برای درمان دیابت شناخته شده است. تمرین ورزشی علاوه بر کنترل قند خون در کاهش مقاومت به انسولین و بهبود ظرفیت هوازی، قدرت عضلانی، ترکیب بدن و عملکرد اندوتلیال نقش دارد. تمرین هوازی حساسیت به انسولین را افزایش میدهد و تمرینهای مقاومتی جذب گلوکز خون را از راه افزایش توده عضلانی و بیان GLUT ۴ بهبود می بخشد. با این وجود، اثربخشی انواع مختلف تمرینهای ورزشی بر بیماری دیابت کمتر شناخته شده است.

منابع:

- ۱- کتاب دیابت تغذیه ورزش ص ۲۰ مقاومت به انسولین
2. Aalto AM, Uutela A, Aro AR. Health related quality of life among insulin-dependent diabetics: disease-related and psychosocial correlates. Patient Educ Couns 1997;30:215-25. doi: 10.1016/S0738-3991(96)00963-9
3. Davies MJ, Aroda VR, Collins BS, Gabbay RA, Green J, Maruthur NM, et al. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Diabetes Care 2022;45:2753-86. doi: 10.2337/dci22-0034.
4. Adams TD, Gress RE, Smith SC, Halverson RC, Simper SC, Rosamond WD, et al. Longterm mortality after gastric bypass surgery. N Engl J Med 2007;357:753-61. doi: 10.1056/NEJMoa066603
5. Balducci S, Haxhi J, Sacchetti M, Orlando G, Cardelli P, Vitale M, et al. Relationships of changes in physical activity and sedentary behavior with changes in physical fitness and cardiometabolic risk profile in individuals with type 2 diabetes: the Italian diabetes and exercise study 2 (IDES_2). Diabetes Care 2022;45:213-21. doi: 10.2337/dc21-1505.



6. Topuz M, Celik A, Aslantas T, Demir AK, Aydin S, Aydin
7. Plasma adropin levels predict endothelial dysfunction like flowmediated dilatation in patients with type 2 diabetes mellitus. J Investig Med [Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-11-19] 13 / 15
- 15بررسی تأثیر ی هشت هفته تمرین ورزشی و مقاومت ی هوازی
8. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2021. Diabetes Care. 2021; 44:S15-S33.
- 9 . Lee-Ødegård S, Olsen T, Norheim F, Dreven CA, Birkeland KI. Potential Mechanisms for How LongTerm Physical Activity May Reduce Insulin Resistance. Metabolites. 2022; 12(3):208.
10. Norata GD, Marchesi P, Pulakazhi Venu VK, Pasqualini F, Anselmo A, Moalli F, et al. Deficiency of the long pentraxin 3 promotes vascular inflammation and atherosclerosis. Circulation. 2009; 120(8):699–708.
11. Chu SH, Park J-H, Lee MK, Jekal Y, Ahn KY, Chung JY, et al. The association between pentraxin 3 and insulin resistance in obese children at baseline and after physical activity intervention. Clinica Chimica Acta. 2012; 413(19):1430-7.



مروری بر تأثیر تمرین هوازی بر مقاومت انسولینی بیماران دیابتی نوع ۲

عذراء حبیب زاده گرجان

(دانشجوی کارشناسی ارشد، فیزیولوژی ورزشی در تندرستی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران)

چکیده:

مقاومت به انسولین یکی از علل اصلی بیماری دیابت نوع ۲ می باشد که به موجب چاقی، استعداد ژنتیکی و کاهش حساسیت یا پاسخ گویی بافت، بخصوص بافتهای عضلانی و کبد نسبت به انسولین بروز می کند. مقاومت به انسولین موجب افزایش ترشح انسولین برای کنترل قندخون می شود که بعداز پیشرفت بیماری، تولید انسولین به تدریج کاهش و قندخون افزایش می یابد مطالعات نشان داده اند که مقاومت به انسولین با افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و تشکیل رادیکال های آزاد همراه است و نیز از طریق اثرات مضر هیپرانسولینمی باعث آسیب مستقیم شریان ها میشوند. این مقاومت یک مشخصه بالینی از بیماری دیابت نوع ۲ میباشد، از آن جا که افزایش وزن بدن و اندازه سلول چربی به میزان زیادی با مقاومت به انسولین و توسعه دیابت ارتباط دارد؛ کاهش وزن بدن و کاهش اندازه سلول های چربی از طریق مداخلات مختلف از جمله فعالیت ورزشی از نوع هوازی می تواند باعث بهبود مقاومت به انسولین شود (۱). هدف از این مطالعه بررسی اثر مداخله ورزش هوازی بر روی مقاومت به انسولین در بیماران دارای دیابت نوع ۲ میباشد.

روش بررسی: مطالب این مقاله با مطالعه ۶ مقاله از سایت های اطلاعاتی (Pubmed, Magiran, Google scholar) و چند کتاب با جستجو از طریق کلید واژه های بیماری دیابت نوع ۲، مقاومت انسولینی و تمرینات هوازی جمع آوری شده اند

یافته ها: نتایج مطالعاتی نشان می دهد که تمرینات هوازی در افراد دیابتی نوع دو، موجب کاهش مقاومت انسولین و افزایش حساسیت به انسولین می شود.

نتیجه گیری: با توجه به مطالعات انجام شده چنین به نظر می رسد تمرین هوازی منجر به افزایش فعالیت عضلات بزرگ بدن می شود و می تواند باعث افزایش عمل انسولین در هر تار عضلانی از طریق مکانیسم افزایش تعداد و ناقلین گلوکز (GLUT)، افزایش آنزیم های کلیدی گلیکولیز یعنی آنزیم هگزوکیناز و گلیکوزنز یعنی آنزیم گلیکوزنز سنتاز عضلانی می شود.

واژگان کلیدی: بیماری دیابت نوع ۲، مقاومت به انسولین، تمرینات هوازی

مقدمه: دیابت ملیتوس یا به عبارتی دیابت شیرین، با سطوح بالای گلوکز خون مشخص می شود؛ که در نتیجه نقص در توانایی بدن برای تولید و یا استفاده از انسولین ایجاد می شود (۲). این بیماری با کاهش امید به زندگی، پیامدهای ناشی از عوارض ریز عروقی^۱ خاص مرتبط با دیابت، افزایش خطر عوارض مربوط به عروق بزرگ مثل بیماری ایسکمیک



قلب، سکتۀ ی مغزی و بیماری عروق محیطی و کاهش کیفیت زندگی مرتبط است (۳). چندین فرآیند پاتوفیزیولوژیک در ایجاد دیابت نقش دارد که شامل فرایندهایی است که سلول های بتا پانکراس را با کمبود انسولین از بین می برند و سایر فرایندهایی که منجر به مقاومت در برابر عملکرد انسولین می شوند (۴): ناهنجاریهای متابولیسم کربوهیدرات چربی و پروتئین به سبب عملکرد ناقص انسولین بر روی بافت های هدف است که در نتیجه نبود حساسیت یا کمبود انسولین ایجاد می شود. اگر تولید و ترشح انسولین در اثربیماری تغییر کند، دینامیک گلوکز خون نیز تغییر خواهد کرد، اگر تولید انسولین کاهش یابد، ورود گلوکز به سلولها مهار می شود و در نتیجه، هیپرگلیسمی ایجاد می گردد (۵).

نقش آلفا (TNF α) در مقاومت انسولین

اولین عامل پیش التهابی که با شرایط چاقی و مقاومت به انسولین مرتبط است، فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF α) است. علاوه بر این TNF α با فسفوریلاسیون سرین در گیرنده های انسولین می تواند به عنوان عامل مهارکننده ی انسولین عمل کند که در نهایت به مقاومت انسولین در بدن منجر می گردد (۶). افزایش شیوع دیابت نوع ۲ همراه با افزایش در چاقی به عنوان اپیدمی منجر به توسعه خطرات مرتبط با سلامتی در سطح جهانی شده است (۷). شیوه زندگی غیرفعال به عنوان یکی از علت های اصلی افزایش در اپیدمی دیابت نوع ۲ شناخته می شود.

نقش سیرتوئین-۱ در مقاومت انسولین

تمرین ورزشی با کاهش سطح انسولین، گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین همراه بود. مکانیسمهای متعددی در کاهش مقاومت به انسولین در اثر تمرین ورزشی پیشنهاد شده است که سیرتوئین-۱ ممکن است از طریق مکانیسمهای تنظیم ترشح انسولین و محافظت از سلول های بتای پانکراس بهبود در مقاومت به انسولین از طریق تعدیل سیگنال های بعد از گیرنده انسولین، کاهش التهاب، افزایش به حرکت در آوردن چربی ها و ترشح آدیپونکتین، کنترل اکسیداسیون چربی و بیوزنز میتوکندری و تنظیم گلوکز کبدی در بهبود کنترل گلوکز در افراد دیابتی نقش داشته باشد. مشخصه بیماری دیابت نوع ۲ هیپرگلیسمی ناشی از مقاومت به انسولین یا فقدان نسبی آن است. این هیپرگلیسمی موجب آسیب، اختلال عملکرد و نقص ارگان های متعددی مانند چشم ها، کلیه ها، اعصاب، قلب و رگهای خونی می شود (۸). فعالیت بدنی پتانسیل بهبود مقاومت به انسولین را دارد و بنابراین، سنگ بنای پیشگیری و درمان دیابت نوع ۲ است (۹). تمرین ورزشی با افزایش در بیان سیرتوئین-۱ (PGC α -1) نقش مهمی در حفظ هومئوستازی انرژی در عضلات اسکلتی از طریق سازگاری در میتوکندری و ژنهای کنترل کننده آن دارد. در این تحقیق وزن بدن و شاخص توده بدنی به طور معنی داری کاهش یافت. همراستا با تحقیق حاضر نشان داده شده است که تمرینات ورزشی از قبیل تمرینات هوازی و مقاومتی با و بدون محدودیت کالریکی موجب کاهش شاخص توده بدنی و کاهش توده چربی احشایی و کاهش چربی داخل کبدی در بیماران چاق میشود که با افزایش حساسیت انسولینی همراه بود. در کل این محققین پیشنهاد نمودند که این تمرینات در افراد دیابتی چاق و دارای اضافه وزن نه تنها



میتواند موجب افزایش توده بدون چربی و کاهش توده چربی شود بلکه میتواند موجب کنترل پیشرفت دیابت شود. این کاهش وزن ناشی از ورزش میتواند ناشی از افزایش در سطح سرمی سیرتوئین-۱ باشد.

نقش PTX3 در مقاومت انسولین

بیماری دیابت نوع ۲ همچون سایر بیماری های التهابی، موجب تغییر در میزان شاخص های ضدالتهابی مانند پنتراکسین-۳ (PTX3) و پیش التهابی از جمله پروتئین واکنش گر-C و گرمین-۱ می شود، PTX3 پروتئینی از خانواده ی پنتراکسین هاست که اولین بار به عنوان پروتئین مرحله ی حاد ثبت شد و نقش ضدالتهابی مهمی در التهاب وابسته به چاقی دارد. بیان mRNA PTX3 در بافتهای متعددی مانند عضله ی اسکلتی و قلبی، چربی احشایی و زیرجلدی، کبد، ریه، تخمدان، غده ی تیموس و مغز رخ می دهد. پروتئین PTX3 به عنوان پل ارتباطی بین چاقی، التهاب و بیماری قلبی-عروقی عمل می کند، گزارش شده است که کمبود PTX3 با پیشرفت آترواسکلروز، تشدید انباشت ماکروفاژها و التهاب در زخم های آترواسکلروزی همراه است. (۱۰) همین طور مشخص شده است این عامل به بیماری دیابت نیز ارتباط دارد چرا که بیان ناقل گلوکز نوع-۴ (GLUT-4) در عضله اسکلتی به طور مثبت با بیان پروتئین PTX3 همراه بوده است. این شواهد از کاهش سطح PTX3 در افراد چاق، مبتلا به سندرم سوخت و سازی و دیابت نوع ۲ را تایید کرده و نشان می دهند این پروتئین ممکن است به عنوان پیش بینی کننده ی مقاومت به انسولین عمل کند (۱۱). پژوهش های پیشین نشان داده اند که انواع تمرین های هوازی یا مقاومتی می تواند بر سطوح سرمی PTX3 و گرمین-۱ اثرگذار باشند. در مطالعه ۵ هفته تمرین هوازی در آزمودنی های سالم افزایش معنادار سطح ۳ PTX و ارتباط آن با بهبود سطح آمادگی قلبی-تنفسی و عملکرد قلبی-عروقی همراه بود. دلیل مطابقت نتایج با این مطالعه نیز ممکن است نوع تمرین باشد. همین طور، دو ماه تمرین ترکیبی همراه با محدودیت کالری افزایش معنادار سطح ۳ PTX به دنبال داشت. تغییرات ۳ PTX پس از فعالیت ورزشی ممکن است ناشی از تغییرات گلبولهای سفید، نورآدرنالین، لاکتات و میلوپراکسیداز باشد و سازگار احتمالی آن کاهش سطح ۳ PTX به دلیل تعدیل فعالیت آتروژن و ترومبوز در پلاکهای آترواسکلروتیک باشد.

نقش گرمین-۱ در مقاومت انسولین

گرمین-۱ از دیگر نشانگرهای التهابی است که به دنبال بیماری دیابت افزایش می یابد و همچنین در اختلال عملکردی انسولین و بروز مقاومت به انسولین نقش دارد. از این رو مهار گرمین-۱ با توجه به آثار بیماری زایی آن می تواند به عنوان یک هدف درمانی موثر برای بهبود مقاومت به انسولین و اختلالات مرتبط با آن مورد توجه قرار گیرد. یافته های دیگر پژوهش، کاهش سطح سرمی گرمین-۱ در مردان دیابتی پس از هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی بود. در معدود پژوهشهایی که آثار مداخله ورزشی بر سطح گرمین-۱ بررسی شده، تنها از پروتکل های گوناگون تمرین مقاومتی استفاده شده است. در یکی از این مطالعات کاهش سطح سرمی گرمین-۱ به دنبال ۱۹ هفته تمرینها مقاومتی کم شدت و با شدت متوسط و بالا در مردان چاق گزارش گردید. آنان کاهش سطح سرمی گرمین-۱ را به کاهش توده چربی بدن نسبت دادند. با توجه به رهايش گرمین-۱ از بافت چربی و براساس کاهش درصد چربی بدن به دنبال هر



دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی در پژوهش، میتوان کاهش توده چربی را از جمله سازکارهای کاهش گرمین-1 مطرح نمود. تغییرات سبک زندگی به صورت فعالیت ورزشی منظم می تواند تا حد زیادی باعث تعدیل CHG و افزایش حساسیت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ شود. کنترل نشدن سطح گلوکز برای مدت طولانی (CHG) منجر به تغییراتی در حس اعصاب محیطی به ویژه در اندامهای تحتانی و دستها به صورت دیستال به پروگزیمال می شود که در ادامه منجر به درد و ضعف عضلانی، آتروفی عضلانی به صورت کاهش چگالی فیبرهای عضلانی و مساحت واحدهای حرکتی حتی قبل از بروز علائم ظاهری نوروپاتی در بیمار می شود. بنابراین دیابت کنترل نشده می تواند بافت های عصبی و عضلانی را تحت تاثیر قرار دهد. نوروپاتی دیابتی یک عارضه نامتجانس با علائم بالینی گوناگون می باشد که به صورت موضعی یا منتشر بروز پیدا می کند. متداولترین نوروپاتی ها حسی- حرکتی مزمن (DPN)¹ و نوروپاتی اتونومیک می باشد. در حال حاضر درمان خاصی برای آسیب عصبی زمینه ای وجود ندارد. بهبود کنترل قندخون می تواند در کند کردن پیشرفت بیماری موثر باشد اما به ندرت تحلیل عصبی برگشت پذیر است.

در کل پیشنهاد شده است که سیرتوئین-۱ ممکن است از طریق مکانیسم های تنظیم ترشح انسولین و محافظت از سلولهای بتای پانکراس، بهبود در مقاومت به انسولین از طریق تعدیل سیگنال های بعداز گیرنده انسولین، کاهش التهاب، افزایش به حرکت در آوردن چربی ها و ترشح آدیپونکتین، کنترل اکسیداسیون چربی و بیوژنز میتوکندری و تنظیم تولید گلوکز کبدی در بهبود کنترل گلوکز در افراد دیابتی و سالم نقش داشته باشد. علاوه بر این سازگاری های مختلف پیشنهادی دیگر در توضیح بهبود مقاومت به انسولین به دنبال تمرینات ورزشی شامل این است که تمرین ورزشی در آزمودنی های سالم، بیماران مبتلا به دیابت و نقص در تحمل گلوکز با افزایش معنی دار در بیان ژن انتقال دهنده گلوکز ایزوفرم (GLUT-4) در سلولهای عضلات اسکلتی و انتقال GLUT 4 به غشای پلاسمایی موجب افزایش توانایی عضلات اسکلتی در برداشت و انتقال گلوکز می شود. تغییر در سایتوکاین ها دیگر سازوکار بهبود حساسیت به انسولین در پاسخ به تمرینات ورزشی می باشد. که ممکن است مستقل از کاهش توده چربی نیز اتفاق بیفتد. لذا به طور کلی می توان بیان نمود با توجه به اینکه سطح سرمی سیرتوئین-۱ افزایش پیدا نمود این احتمال وجود دارد که یکی دیگر از مکانیسم های بهبود در کاهش گلوکز در اثر تمرین ورزشی در افراد دیابتی ناشی از افزایش سطح در گردش و فعال شدن سیرتوئین-۱ و کاهش وزن بدن باشد که به نوبه ی خود موجب بهبود در مقاومت به انسولین از طریق افزایش در اکسیداسیون اسیدهای چرب و بیوژنز میتوکندری در عضلات اسکلتی شود. یافته های پژوهشی در ارتباط با ۱۰ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با افزایش معنادار سطح PTX3، کاهش سطح گرمین-۱ و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به T2DM همراه است در عین حال بین اثر دو روش تمرینی بر این متغیرها تفاوتی وجود نداشت پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی و مقاومتی به طور مشابهی شاخص مقاومت به انسولین در مردان دیابتی کاهش یافت و این شاخص پس از تمرین های هوازی و مقاومتی به ترتیب ۳۴/۸ و ۳۳/۴ درصد کاهش یافت.

۶- هفته تمرین هوازی و مقاومتی، مقاومت به انسولین را در رتھای دیابتی کاهش داد.

۱۲- هفته تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به سندرم سوخت و سازی شد. نقش تمرین های هوازی



در افزایش عملکرد انسولین به کاهش تجمع تری گلیسرید درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب نسبت داده شده اند. نقش تمرینات مقاومتی نیز با تغییرات درون عضلانی در میزان GLUT4 و فراتنظیمی بیان پروتئین های درگیر در آبشار سیگنالینگ انسولین که ناشی از افزایش توده عضلانی است کاهش مقاومت به انسولین می شود هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی موجب بهبود وضعیت التهابی آزمودنی ها شد که ممکن است از دلایل تأثیر مشابه آنها در کاهش مقاومت به انسولین باشد، زیرا نشان داده شده است که التهاب در پاتوژنز مقاومت به انسولین نقش دارد. نتیجه:

در مجموع می توان گفت هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی رویکردهای کارآمدی جهت تعدیل التهاب و بهبود نشانگرهای مقاومتی بر انسولین در بیماران دیابتی هستند. همچنین تمرینات ورزشی هوازی می تواند از طریق کاهش وزن بدن و افزایش سطح پروتئین های درگیر در متابولیسم از قبیل سیرتوئین ۱- نقش مهمی در بهبود متابولیسم گلوکز در افراد چاق با دیابت نوع ۲ دارد. مدتهاست که تمرین ورزشی به عنوان یک ابزار مهم غیردارویی برای درمان دیابت شناخته شده است. تمرین ورزشی علاوه بر کنترل قند خون در کاهش مقاومت به انسولین و بهبود ظرفیت هوازی، قدرت عضلانی، ترکیب بدن و عملکرد اندوتلیال نقش دارد. تمرین هوازی حساسیت به انسولین را افزایش میدهد و تمرینهای مقاومتی جذب گلوکز خون را از راه افزایش توده عضلانی و بیان GLUT ۴ بهبود می بخشد. با این وجود، اثربخشی انواع مختلف تمرینهای ورزشی بر بیماری دیابت کمتر شناخته شده است.

منابع:

- ۱- کتاب دیابت تغذیه ورزش ص ۲۰ مقاومت به انسولین
2. Aalto AM, Uutela A, Aro AR. Health related quality of life among insulin-dependent diabetics: disease-related and psychosocial correlates. Patient Educ Couns 1997;30:215-25. doi: 10.1016/S0738-3991(96)00963-9
3. Davies MJ, Aroda VR, Collins BS, Gabbay RA, Green J, Maruthur NM, et al. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). Diabetes Care 2022;45:2753-86. doi: 10.2337/dci22-0034.
4. Adams TD, Gress RE, Smith SC, Halverson RC, Simper SC, Rosamond WD, et al. Longterm mortality after gastric bypass surgery. N Engl J Med 2007;357:753-61. doi: 10.1056/NEJMoa066603
5. Balducci S, Haxhi J, Sacchetti M, Orlando G, Cardelli P, Vitale M, et al. Relationships of changes in physical activity and sedentary behavior with changes in physical fitness and cardiometabolic risk profile in individuals with type 2 diabetes: the Italian diabetes and exercise study 2 (IDES_2). Diabetes Care 2022;45:213-21. doi: 10.2337/dc21-1505.
6. Topuz M, Celik A, Aslantas T, Demir AK, Aydin S, Aydin
7. Plasma adipon levels predict endothelial dysfunction like flowmediated dilatation in patients with type 2 diabetes mellitus. J Investig Med [Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2024-11-19] 13 / 2013;61:1161-4. doi: ۱۵ بررس ۸۳ تأث ی ی هشت هفته تمر ر ی ورزش ن و مقاومت ی هوازی ی ... بر سطوح ی
8. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2021. Diabetes Care. 2021; 44:S15-S33.



9 . Lee-Ødegård S, Olsen T, Norheim F, Dreven CA, Birkeland KI. Potential Mechanisms for How LongTerm Physical Activity May Reduce Insulin Resistance. *Metabolites*. 2022; 12(3):208.

10. Norata GD, Marchesi P, Pulakazhi Venu VK, Pasqualini F, Anselmo A, Moalli F, et al. Deficiency of the long pentraxin 3 promotes vascular inflammation and atherosclerosis. *Circulation*. 2009; 120(8):699–708.

11. Chu SH, Park J-H, Lee MK, Jekal Y, Ahn KY, Chung JY, et al. The association between pentraxin 3 and insulin resistance in obese children at baseline and after physical activity intervention. *Clinica Chimica Acta*. 2012; 413(19):1430-7



مروری بر تاثیر تمرینات ترکیبی کتف و شانه بر کاهش درد، دامنه حرکتی و بهبود قدرت اندام فوقانی شناگران نخبه

هیمن اسپندار^۱، ابراهیم پیری^{۲*}

۱. کارشناس تربیت بدنی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

هدف: هدف از انجام این پژوهش مروری بر تاثیر تمرینات ترکیبی کتف و شانه بر کاهش درد، دامنه حرکتی و بهبود قدرت اندام فوقانی شناگران نخبه بود.

روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع مروری سیستماتیک و کتابخانه‌ای بود. جستجوی مقالات به زبان لاتین از ابتدای سال ۱۹۹۸ تا ابتدای ماه نوامبر سال ۲۰۲۴ بود که در پایگاه استنادی ISC، Magiran، Scopus، WOS، PubMed و Google scholar انجام گرفت. ۱۴ عنوان مقاله در ارتباط با تاثیر تمرینات ترکیبی کتف و شانه بر کاهش درد، دامنه حرکتی و بهبود قدرت اندام فوقانی شناگران نخبه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت (۱۴-۱).

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که تمرینات ترکیبی می‌تواند به طور قابل توجهی میزان درد در ناحیه کتف و شانه شناگران را کاهش دهد. این کاهش درد به واسطه تقویت عضلات، بهبود الگوهای حرکتی و افزایش انعطاف‌پذیری ناشی از تمرینات منظم است. به علاوه نتایج حاکی از آن است که تمرینات هدمند و ترکیبی به افزایش دامنه حرکتی در ناحیه کتف و شانه کمک می‌کند. این افزایش دامنه حرکتی به شناگران این امکان را می‌دهد که حرکات بهتری را در حین شنا انجام دهند و در نتیجه عملکرد بهتری را در مسابقات از خود نشان دهند. در نهایت یافته‌ها در خصوص اثرات تمرینات ترکیبی و بهبود قدرت اندام فوقانی شناگران نشان داد که این امر به بهبود قدرت کلی اندام فوقانی منجر می‌شود. قدرت بالاتر در این ناحیه می‌تواند تأثیر مستقیم بر سرعت و تکنیک شناگران داشته باشد.

نتیجه‌گیری: تحقیقات نشان می‌دهد که تمرینات ترکیبی کتف و شانه تأثیر مثبتی بر عملکرد شناگران نخبه دارد. این تمرینات نه تنها به کاهش دردهای مزمن و افزایش دامنه حرکتی کمک می‌کنند، بلکه قدرت اندام فوقانی نیز به طرز قابل توجهی بهبود می‌یابد. در نتیجه، شناگران می‌توانند با اجرای بهتر تکنیک‌ها و افزایش سرعت عملکرد خود، به دستاوردهای بالاتری در مسابقات دست یابند. به کارگیری این نوع تمرینات در برنامه‌های تمرینی، به ویژه برای افرادی که با آسیب دیدگی‌های ناحیه شانه و کتف مواجه هستند، می‌تواند به عنوان یک استراتژی مفید و کارآمد تعبیر شود. توصیه می‌شود که مربیان و فیزیوتراپیست‌ها این نوع تمرینات را ضمن تمرینات شنا در برنامه‌های خود لحاظ کنند تا به بهبود سلامت و عملکرد شناگران کمک کنند.

واژگان کلیدی: تمرینات ترکیبی، دامنه حرکتی، درد، شناگران نخبه.



References

- 1- Chaloub, N. H., Hamid, S. H. A., & Al-Hadabi, B. (2024). The Effect of Rehabilitation Exercises Accompanied by Ultrasound Waves on Improving the Range of Motion in Swimmers Suffering from Shoulder Impingement Syndrome. *Modern Sport*, 23(2), 0010-0020.
- 2- Al, B., & Hameed, S. H. A. The Effect of Rehabilitation Exercises Accompanied by Ultrasound Waves on Improving the Range of Motion in Swimmers Suffering from Shoulder Impingement Syndrome.
- 3- Yazdani, S., & Mirghaffari, Z. (2024). Effect of Core Stability Exercises on Shoulder Pain, Muscle Strength, and Range of Motion in Female Swimmers With Shoulder Impingement Syndrome. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*, 12(6), 1150-1161.
- 4- Saravanan, V. S., Jeyakumar, S., Senthilkumar, S., Shabiethaa, D., & Sekar, V. P. (2024). A Study to Compare the Effectiveness of Serratus Anterior Training Versus Subscapularis Training in Improving Performance in Swimmer's Shoulder. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy*, 18.
- 5- Tauqeer, S., Arooj, A., & Shakeel, H. (2024). Effects of manual therapy in addition to stretching and strengthening exercises to improve scapular range of motion, functional capacity and pain in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 192.
- 6- Melo, A. S., Moreira, J. S., Afreixo, V., Moreira-Gonçalves, D., Donato, H., Cruz, E. B., ... & Sousa, A. S. (2024). Effectiveness of specific scapular therapeutic exercises in patients with shoulder pain: a systematic review with meta-analysis. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*.
- 7- Liu, X. (2024). The Effect of Concurrent Resistance Training on Tethered Force, Lower Limbs Strength, Anaerobic Critical Velocity and Swimming Performance in Regional Age-group Breaststroke Swimmers: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(10), 168-178.
- 8- Rathod, A. (2024). Difference in Scapular Muscle Strengthening and Combined Core and Shoulder Exercises in Quantifying AHD in Overhead Athletes with Scapular Dyskinesia. *IJRAR-International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 11(1), 957-992.
- 9- Kim, H. S., & Choo, Y. K. (2024). A Physiotherapy Program for Adolescent Baseball Players with Scapular Dyskinesia: Comparison of the effects of posterior shoulder stretching combined with scapular stabilization exercises (PSSE). *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 12(1), 139-150.
- 10- Yoma, M., Herrington, L., & Mackenzie, T. A. (2022). The effect of exercise therapy interventions on shoulder pain and musculoskeletal risk factors for shoulder pain in competitive swimmers: a scoping review. *Journal of sport rehabilitation*, 31(5), 617-628.
- 11- Weldon III, E. J., & Richardson, A. B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming: a discussion of swimmer's shoulder. *Clinics in sports medicine*, 20(3), 423-438.
- 12- Paulson, G. (2017). The effects of a shoulder strengthening program on scapular positioning in collegiate swimmers. *Illinois State University*.
- 13- Kluemper, M., Uhl, T., & Hazelrigg, H. (2006). Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *Journal of sport rehabilitation*, 15(1), 58.
- 14- Lavis, J. L. (2007). The relationship among posture, shoulder range of motion, and intensity of pain in female collegiate swimmers (Master's thesis, California University of Pennsylvania).



مروری بر تاثیر تمرینات ورزشی بر انواع شاخص های مرتبط با دیابت نوع ۲

امیرحسین حرمتی اوغول بیگ^۱، علی مرزپور^۲، امیرحسین هنرمند^۳

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

کارشناسی ارشد فیزیولوژی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد بناب.

چکیده

مقدمه

دیابت نوع ۲ یکی از شایع ترین بیماری های مزمن متابولیکی است که به دلیل افزایش مقاومت به انسولین و کاهش ترشح انسولین ایجاد می شود. این بیماری معمولاً با افزایش سطح گلوکز خون، افزایش چربی های خون، فشار خون بالا و اختلال در عملکرد اندوتلیال همراه است. کنترل این عوامل بهبود کیفیت زندگی بیماران و کاهش خطر عوارض ناشی از دیابت را به دنبال دارد. در این مقاله، به بررسی تأثیرات مختلف تمرینات ورزشی بر شاخص های مرتبط با دیابت نوع ۲ پرداخته و نتایج مطالعات مختلف در این زمینه را مرور خواهیم کرد. هدف این مقاله ارائه ی اطلاعاتی کامل و جامع برای بیماران، پزشکان و ورزشکاران است تا بتوانند بهترین روش ها را برای مدیریت و کنترل دیابت نوع ۲ انتخاب کنند.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. برای جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان فارسی و انگلیسی در ۳ سال اخیر که در پایگاه های اطلاعاتی Scopus، Sid، Google Scholar، Scopus، Science Direct و ISC استفاده شد. ۴۵ عنوان مقاله با استفاده از معیارهای ورودی و خروجی مطالعه انتخاب شدند. سپس ۳۰ مقاله که فاقد معیارها بودند حذف گردید و ۱۵ مقاله جهت آنالیز نهایی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه گیری

بر اساس بررسی های انجام شده، تمرینات ورزشی نقش مهمی در مدیریت دیابت نوع ۲ و بهبود شاخص های مرتبط با این بیماری ایفا می کنند. تحقیقات نشان داده اند که انجام منظم تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات هوازی و مقاومتی، می تواند منجر به کاهش سطح گلوکز خون و بهبود حساسیت به انسولین شود. این تغییرات موجب کاهش خطر بروز عوارض ناشی از دیابت مانند مشکلات قلبی عروقی، نارسایی کلیه و آسیب به عروق خونی می شود. علاوه بر تأثیرات فیزیولوژیک، تمرینات ورزشی می توانند به بهبود کیفیت زندگی بیماران نیز کمک کنند. افزایش سطح انرژی، کاهش



استرس، و بهبود خواب از جمله مزایای روان‌شناختی و اجتماعی تمرینات ورزشی برای بیماران دیابتی هستند. نکته مهم دیگر در مورد تمرینات ورزشی برای بیماران دیابتی، تنظیم برنامه ورزشی مناسب بر اساس وضعیت جسمانی و نیازهای فردی هر بیمار است. توصیه می‌شود که بیماران تحت نظر پزشک و مربی ورزشی متخصص برنامه ورزشی خود را آغاز و ادامه دهند تا از بروز هرگونه عوارض ناخواسته جلوگیری شود.

نتایج حاکی از این بود که تمرینات ورزشی به عنوان یک روش غیر دارویی مؤثر در مدیریت دیابت نوع ۲ شناخته شده است. این روش می‌تواند به بهبود شاخص‌های گلوکز خون، وزن بدن، چربی‌های خون و عملکرد قلبی-عروقی کمک کند و در عین حال کیفیت زندگی بیماران را ارتقاء دهد. پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های بیشتری در زمینه تأثیرات مختلف نوع و شدت تمرینات ورزشی بر دیابت نوع ۲ انجام شود تا بهترین راهکارهای ورزشی برای این بیماران تعیین گردد.

کلمات کلیدی: تمرینات ورزشی، دیابت نوع ۲، شاخص‌های دیابت



مروری بر تاثیر ورزش بر روی کبد چرب غیر الکلی

علی مرزپور^۱، امیرحسین هنرمند^۲، امیرحسین حرمتی اوغول بیگ^۳

کارشناسی ارشد فیزیولوژی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد بناب.

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی، اردبیل

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی، اردبیل

چکیده

مقدمه کبد چرب غیر الکلی (NAFLD) یکی از شایع ترین بیماری های مزمن کبدی در جهان است که به طور عمده با تجمع چربی در کبد همراه است و ارتباطی با مصرف الکل ندارد. این بیماری می تواند منجر به مشکلات جدی تری مانند استئاتوهپاتیت غیر الکلی (NASH)، سیروز کبدی و حتی سرطان کبد شود. افزایش شیوع بیماری کبد چرب غیر الکلی به دلیل تغییرات در سبک زندگی، افزایش چاقی و کمبود فعالیت های بدنی است. در سال های اخیر، اهمیت نقش ورزش در پیشگیری و مدیریت این بیماری مورد توجه ویژه قرار گرفته است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی مطالعات اخیر در زمینه تاثیرات ورزش بر روی کبد چرب غیر الکلی بوده و نتایج کلیدی و مکانیسم های مرتبط با این تاثیرات را مورد بحث قرار می دهد. با درک بهتر از تاثیرات ورزش بر روی این بیماری مزمن، می توان راهکارهای جدیدی برای بهبود سلامت کبد و پیشگیری از عوارض ناشی از آن ارائه داد.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. برای جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان فارسی و انگلیسی در ۶ سال اخیر که در پایگاه های اطلاعاتی Science Direct, magiran, Google Scholar, Sid, Scopus استفاده شد. ۳۲ عنوان مقاله با در نظر گرفتن معیارهای ورودی و خروجی مطالعه انتخاب شدند. سپس ۲۱ مقاله که فاقد معیارها بودند حذف گردید و ۱۱ مقاله جهت آنالیز نهایی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه گیری

فعالیت بدنی منظم به عنوان یکی از استراتژی های موثر و غیرتهاجمی در بهبود سلامت بیماران مبتلا به کبد چرب غیر الکلی (NAFLD) شناسایی شده است. مطالعات نشان داده اند که ورزش می تواند تاثیرات مثبتی بر کاهش تجمع چربی در کبد، بهبود حساسیت به انسولین و کاهش التهاب های مزمن داشته باشد. این تغییرات نه تنها به کاهش پیشرفت بیماری کمک می کند، بلکه می تواند خطر بروز عوارض جدی تری مانند استئاتوهپاتیت غیر الکلی (NASH) و سیروز کبدی را نیز کاهش دهد همچنین ورزش های هوازی (ایروبیک) و تمرینات مقاومتی هر دو می توانند بهبود قابل توجهی در وضعیت کبدی بیماران ایجاد کنند. به عنوان مثال، مطالعات نشان داده اند که ورزش های هوازی منظم



می‌توانند میزان چربی کبد را کاهش داده و عملکرد کبد را بهبود بخشند. تمرینات مقاومتی نیز می‌توانند به افزایش توده عضلانی و کاهش چاقی شکمی کمک کنند که این عوامل به نوبه خود تاثیرات مثبتی بر سلامت کبد دارند. نتایج حاکی از آن می‌باشند که ورزش به عنوان یک روش طبیعی و موثر می‌تواند نقش بسزایی در مدیریت و پیشگیری از کبد چرب غیر الکلی ایفا کند. افزایش آگاهی عمومی و توصیه‌های بهداشتی در این زمینه می‌تواند به کاهش شیوع این بیماری مزمن کمک کند و سلامت کلی جامعه را بهبود بخشد.

کلمات کلیدی: ورزش، کبد چرب، غیر الکلی



مروری بر تغییرات دویدن بعد از پروتکل خستگی

^{۱۸} امیرعلی جعفرنژادگرو ، ^{۱۹} نسترن مرادزاده ، ^{۲۰} ساناز علانی

چکیده زمینه و هدف دویدن یکی از رایج‌ترین فعالیت‌های افراد جامعه است که وقتی به صورت منظم در غالب یک فعالیت تفریحی انجام می‌شود. خستگی در طول فعالیت‌های روزمره و حرکات ورزشی با ماهیت دینامیک رخ می‌دهد. ناهنجاری در اندام تحتانی می‌تواند بر بیومکانیک حرکات انسان مانند دویدن تأثیر منفی بگذارد و باعث بروز علایم ناپایدار در مفاصل و عدم هم انقباضی عضلانی در اندام تحتانی شود (۱). هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر خستگی بر مکانیک دویدن بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین در سال ۲۰۲۴ پایگاه‌های استنادی صورت پذیرفت تعداد ۲۵ عنوان مقاله از موتور جستجو Springer, PubMed, Scopus, Magiran, Google Scholar مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب و شرط اولیه ورود به مطالعه را داشتند. پس از بررسی مجدد مقالات تعداد ۱۰ مقاله که با هدف بررسی اثرات خستگی بر مکانیک دویدن بود. در نهایت ۱۰ مقاله در ارتباط با اثر خستگی بر مکانیک راه رفتن بود مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

طبق یافته‌های به دست آمده نتایج نشان داد که خستگی تأثیر بیشتری بر مکانیک دویدن دارد و می‌تواند باعث کاهش طول گام، افزایش فرکانس گام شود همچنین خستگی ممکن است باعث کاهش قدرت عضلات شود که می‌تواند بر توانایی فرد برای حفظ فرم صحیح دویدن تأثیر بگذارد. خستگی علاوه بر کاهش قدرت عضلات می‌تواند باعث کاهش تعادل و ثبات دوندگان شود و می‌تواند باعث افزایش فشار بر روی مفاصل، به ویژه زانوها و مچ پاها منجر می‌شود.

نتیجه‌گیری

در نهایت، خستگی نه تنها بر عملکرد دویدن تأثیر می‌گذارد بلکه می‌تواند به تغییرات قابل توجهی در مکانیک حرکتی منجر شود. برای جلوگیری از این اثرات منفی، مهم است که دوندگان به تدریج شدت و مدت زمان تمرینات خود را

^{۱۸} Amiralijafarnezhad@gmail.com دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. 18

کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. 19

Nastaran.moradzade@gmail.com

کارشناس ارشد مدیریت ورزشی، گروه مدیریت ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه نازلو ارومیه، ارومیه، ایران. 20 Sanazlavy36@gmail.com



افزایش دهند و به نشانه‌های خستگی بدن خود توجه کنند. همچنین، استراحت کافی و استفاده از تکنیک‌های مناسب برای دویدن می‌تواند به حفظ سلامت و کارایی کمک کند.

کلمات کلیدی خستگی، دویدن

^۱. Williams KR, Snow R, Agruss C. Changes in distance running kinematics with fatigue. Journal of Applied Biomechanics. 1991;7(2):138-62.



مروری بر فرضیه پنجره باز در ورزشکاران

محمد خدادادی چمگردانی^۱، دیبا خدادادی^۲، فرناز سیفی^۳

۱. کارشناسی ارشد، آسیب شناسی ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه المهدی،

اصفهان. m.khodadadi21@yahoo.com

۲. کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

بسیاری از ورزشکاران و افراد فعال بر این باورند که فعالیت بدنی متوسط می تواند مقاومت در برابر بیماری های جزئی مانند عفونت های دستگاه تنفسی فوقانی را افزایش دهد، در حالی که ورزش شدید ممکن است اثر معکوس داشته باشد. ورزشکاران در طول فعالیت ورزشی خود ممکن است با آسیب، التهاب و سایر عفونت ها مواجه شوند بنابراین ورزشکاران مستعد ابتلا به مشکلات مختلف مانند آسیب و عفونت هستند. آسیب و عفونت یک مشکل مهم است که می تواند دلیلی برای غیبت ورزشکاران از تمرینات باشد؛ همین امر عملکرد ورزشی آن ها را در طول جلسات تمرین و فصول مسابقه تحت تاثیر قرار می دهد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی علمی تحقیقات مرتبط با آسیب و عفونت های ورزشکاران و ارائه اطلاعات دسته بندی شده از مطالعات پیشین است. برای این پژوهش در پایگاه های تخصصی PubMed، Google Scholar و Scopus به جست و جوی مقالات پرداخته شد. واژگان کلیدی استفاده شده شامل فعالیت ورزشی، آسیب ورزشی (sports injury)، فیزیولوژی ورزشی (Sports physiology)، فرضیه پنجره باز در ورزش (open window theory exercise) و التهاب ورزشی (sports inflammation) بود. شیوع بالای آسیب و عفونت های ورزشی در ورزشکاران می تواند به علت عدم ریکاوری و استراحت متناسب با تمرین باشد. همچنین گزارش شده است که تمرینات تعادلی و گرم کردن اصولی قبل از تمرین می تواند نرخ مواجهه با آسیب های گوناگون را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: آسیب ورزشی، فیزیولوژی ورزشی، التهاب ورزشی، فرضیه پنجره باز

مقدمه

ورزش از بسیاری جهات برای بدن ورزشکاران مفید است و تقویت ایمنی آنها تنها یکی از آنهاست. مطالعه ای که در سال ۲۰۲۳ انجام شد به این نتیجه رسید که ورزش شدید عملکرد فیزیکی شرکت کنندگان را تا حد بیشتری نسبت به ورزش منظم یا عدم ورزش بهبود می بخشد (۲). فعالیت ورزشی عامل مهمی در بهبود و حفظ سلامت بدن است از فواید ورزش می توان به سلامت عضلات و ساختار اسکلتی، سلامت قلب و عروق و بهبود خلق و خو اشاره کرد (۴). علاقه و مشارکت در فعالیت های ورزشی در چند سال اخیر افزایش یافته است؛ این امر علاوه بر فوائد بسیار، ورزشکاران را مستعد ابتلا به آسیب های مختلف می کند که به طور مستقیم یا غیرمستقیم ممکن است به فعالیت های ورزشی آن ها مرتبط باشد. همین موضوع در مواردی منجر به پرهیز از تمرین می شود. آسیب های ورزشی یکی از شایع ترین این مشکلات هستند که درمان آن ها اغلب دشوار، زمان بر و پرهزینه است. از دیگر مشکلات که می تواند دلیلی برای پرهیز ورزشکاران از ورزش باشد، عفونت و التهاب در بدن است. شرایط خاص در ورزش ممکن است استعداد ابتلا به



بیماری را در ورزشکاران افزایش دهد. از سوی دیگر، ورزشکاران مبتلا به بیماری‌های عفونی در صورت ادامه فعالیت بدنی ممکن است در معرض خطر و عوارض شدید قرار گیرند. ورزش و تغییر در سیستم ایمنی بدن رابطه اثبات شده‌ای دارند. (۳) ورزش‌های بسیار سنگین ممکن است خطر ابتلا به عفونت مانند عفونت‌های دستگاه تنفسی را افزایش دهند. دو نظریه در مورد ورزش و سیستم ایمنی وجود دارد. بر اساس نظریه اول، فعالیت منظم و متوسط باعث تقویت سیستم ایمنی و کاهش میزان عفونت ویروسی می‌شود؛ در حالی که فعالیت شدید و طولانی مدت از جمله ماراتن اثر مهاری موقت بر سیستم ایمنی بدن دارد که ممکن است ورزشکاران را مستعد ابتلا به عفونت دستگاه تنفسی فوقانی کند. بر اساس نظریه دوم، عملکرد سیستم ایمنی حداقل برای چند ساعت پس از ورزش شدید، سرکوب می‌شود، این زمان یک پنجره باز است و خطر عفونت ممکن است در این دوره افزایش یابد. ورزش ممکن است بر کیفیت و کمیت انواع مختلف گلبول‌های سفید خون از جمله نوتروفیل‌ها^{۲۱} (گلبول‌های سفید اولیه که به عفونت باکتریایی پاسخ می‌دهند) و لنفوسیت‌ها^{۲۲} (سلول‌های بالغ و مبارزه کننده با عفونت) تأثیر بگذارد. پس از ورزش سنگین، لنفوسیت‌های خون بلافاصله افزایش می‌یابند و پس از ۳۰ دقیقه به زیر سطح قبل از ورزش می‌روند (۱). پیامدهای آسیب ورزشی، در سطح فردی، ورزشکاران آسیب دیده را در معرض خطر انواع مسائل سلامت روان از جمله اضطراب بالینی، اختلال در غذا خوردن، افسردگی و افکار خودکشی قرار می‌دهد. آسیب‌های ورزشی انواع عفونت و التهاب یکی از دلایل اصلی خاتمه حرفه‌ی ورزشی هستند که می‌تواند پیامدهای منفی برای بهزیستی جسمی و روانی ورزشکار داشته باشد؛ در سطح بین فردی، آسیب می‌تواند تعاملات بین ورزشکاران آسیب‌دیده و افراد مرتبط مانند مربیان، هم تیمی‌ها و اعضای خانواده را مختل کند. به طور خلاصه، آسیب دیدگی پیامدهای برجسته‌ای برای ورزشکاران دارد (۴). برای جلوگیری از عفونت‌های دستگاه تنفسی فوقانی در ورزشکاران، اجتناب از تمرین بیش از حد و استراحت و ریکاوری کافی در حین و بعد از تمرین و مسابقه ضروری است (۶).

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مروری می‌باشد. برای شناسایی مطالعات مرتبط درباره‌ی آسیب و عفونت‌های مرتبط با فعالیت ورزشی، یک جست‌وجوی جامع با استفاده از پایگاه‌های استنادی Google Scholar، PubMed و Scopus انجام شد. اصطلاحات جست‌وجو شامل: فعالیت ورزشی، آسیب ورزشی (sports injury)، فیزیولوژی ورزشی (Sports physiology)، فرضیه پنجره باز در ورزش (open window theory exercise) و التهاب ورزشی (sports inflammation) بود. معیارهای اضافه کردن برای مطالعات شامل مقالات منتشر شده در مجلات داوری شده، به زبان انگلیسی و با تمرکز بر آسیب و فعالیت ورزشی بود. تحلیل داده شامل خلاصه‌ای از یافته‌های کلیدی حاصل از مطالعات بر انواع آسیب در افراد ورزشکار بود. محدودیت‌های بررسی شامل سوگیری بالقوه انتشارات، تغییر پذیری در طرح‌های مطالعات و اندازه گیری نتایج بود. در مجموع مقاله‌هایی که در جست‌وجوهای پایگاه داده شناسایی شد سرانجام با حذف

²¹ Neutrophil

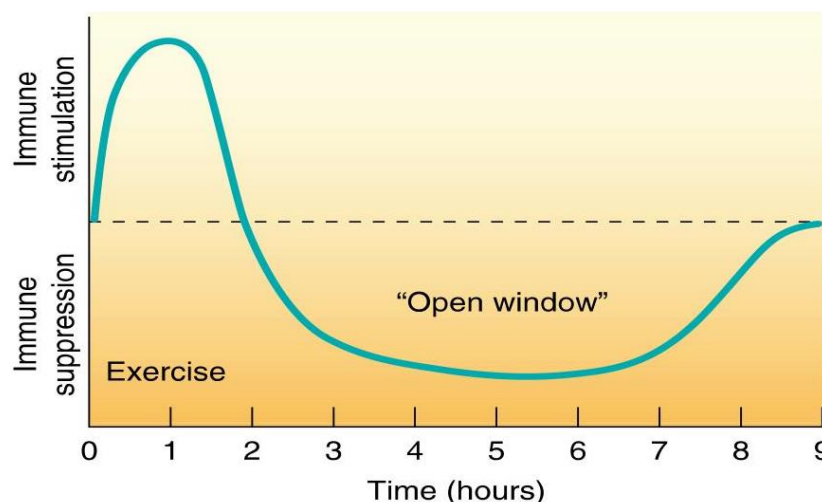
²² Lymphocyte



مقاله‌های تکراری از بین عناوین و چکیده‌ی مطالعات باقی مانده متن چند مطالعه مروری به طور کامل مورد ارزیابی قرار گرفت.

بحث و نتیجه گیری

ورزش سنگین با کاهش اثر طبیعی لنفوسیت‌ها همراه است در حالی که فعالیت متوسط و منظم تعداد لنفوسیت‌های خون را افزایش می‌دهد. همچنین در بعد روان‌شناختی، خستگی ذهنی که ناشی از تلاش شناختی طولانی مدت است و معمولاً بر ابعاد فیزیکی، فنی، تاکتیکی و ادراکی-شناختی ورزشکار تأثیر می‌گذارد؛ نگرانی‌هایی را در مورد افزایش بالقوه خطر آسیب ناشی از خستگی ذهنی ایجاد می‌کند. شواهد نشان می‌دهد که اختلال در تعادل، مهارت‌های حرکتی و فرآیندهای تصمیم‌گیری می‌تواند به طور بالقوه آسیب‌پذیری در برابر آسیب را افزایش دهد (۷). سیستم ایمنی بدن پس از ورزش طولانی مدت، سرکوب می‌شود و تحت فشار قرار می‌گیرد. خطر ابتلا به عفونت ممکن است، زمانی افزایش یابد که یک ورزشکار، تحت تأثیر چرخه‌های مکرر فعالیت‌های سنگین، در معرض عوامل بیماری‌زای جدید قرار گیرد و با سایر عوامل استرس‌زا در سیستم ایمنی بدن از جمله کمبود خواب، استرس روانی شدید، تغذیه نامناسب یا کاهش وزن مواجه می‌شود. هنگام انجام فعالیت ورزشی شدید و زمانی که فرد از نظر عملکردی در دوره پنجره باز قرار دارد و نسبت به انواع بیماری‌ها آسیب‌پذیر است، نیاز است تا اقدامات لازم جهت هرگونه انتقال ویروس و باکتری به بدن خود را در دستور کار قرار دهد.



شکل ۱-۱- فرضیه پنجره باز: در طول دوره پنجره باز، تغییر در سیستم ایمنی (که بسته به معیار ایمنی ممکن است بین ۳ تا ۷۲ ساعت طول بکشد) ویروس‌ها و باکتری‌ها ممکن است جای پای پیدا کنند و خطر ابتلا به عفونت بالینی را افزایش دهند (۵).

آسیب ورزشی تهدیدی وجودی برای سلامتی و بهزیستی ورزشکاران است. ابتلا به انواع عفونت‌های التهابی و آسیب عضلانی در هر مقطعی از فعالیت ورزشی اثرات مخربی بر ورزشکار و حرفه‌ی او دارد. مربیان ورزشی لازم است با آگاهی از خطر بالقوه این آسیب‌ها قبل و بعد از هر برنامه تمرینی شرایط را به گونه‌ای مهیا کنند تا ورزشکار کمترین مواجه



را با عوامل آسیب‌زا داشته باشد؛ همچنین ملاحظات روان‌شناختی، عنصر مهمی در آسیب‌دیدگی یک ورزشکار است، از این رو، عوامل روانشناختی باید هم‌تراز و در ارتباط با ملاحظات آسیب‌فیزیکی، فیزیولوژیکی یا بیومکانیکی در نظر گرفته شوند. ورزشکاران برای مقابله با تغییرات ناشی از ورزش در سیستم ایمنی و محافظت در برابر عوامل بیماری‌زا، بهتر است سایر استرس‌های زندگی را به حداقل برسانند؛ یک رژیم غذایی متعادل داشته باشند تا ذخیره ویتامین و مواد معدنی در بدن در سطوح مطلوب باقی بماند. همچنین از تمرین بیش از حد و خستگی مزمن و کاهش وزن سریع خودداری کنند (۵). همکاری بیشتر بین رشته‌های مختلف علمی و بالینی مانند فیزیولوژی ورزشی، پزشکی ورزشی، جامعه‌شناسی، روان‌شناسی و علم مربیگری برای افزایش درک مسائل مربوطه و رسیدگی بهتر به آسیب‌های ورزشکاران مورد نیاز است. ورزشکاران بهتر است با دینفعان مختلف آسیب (مربی، پزشکان، فیزیوتراپیست‌ها) تعامل داشته باشند. پیشنهاد می‌شود به مطالعات تخصصی در رابطه با آسیب‌شناسی در ابعاد فیزیولوژیکی و روان‌شناختی در رشته‌های ورزشی گوناگون بپردازند.

منابع

- Ahmadinejad, Z., Alijani, N., Mansori, S., & Ziaee, V. (2014). Common sports-related infections: a review on clinical pictures, management and time to return to sports. *Asian journal of sports medicine*, 5(1), 1.
- Bai, F., Leng, M., Zhang, Y., Guo, J., & Wang, Z. (2023). Effectiveness of intensive versus regular or no exercise in older adults after hip fracture surgery: A systematic review and meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 27(1), 100482.
- Tranaeus, U., Gledhill, A., Johnson, U., Podlog, L., Wadey, R., Wiese Bjornstal, D., & Ivarsson, A. (2024). 50 years of research on the psychology of sport injury: a consensus statement. *Sports medicine*, 1-16.
- Forsdyke, D., Madigan, D., Gledhill, A., & Smith, A. (2022). Perceived social support, reinjury anxiety, and psychological readiness to return to sport in soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(6), 749-755.
- Martin, S., Johnson, U., McCall, A., & Ivarsson, A. (2021). Psychological risk profile for overuse injuries in sport: an exploratory study. *Journal of sports sciences*, 39(17), 1926-1935.
- Mohammed, M., Aboshkair, K., & Salem, M. (2024). DOES HIGH-INTENSITY RESISTANCE TRAINING AFFECT AN ATHLETE'S IMMUNE FUNCTIONS?.
- Podlog, L., Wagnsson, S., & Wadey, R. (2024). The impact of competitive youth athlete injury on parents: a narrative review. *Sport in Society*, 27(8), 1332-1355.



مروری بر تأثیر فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا بر فاکتور رشد آندوتلیال عروقی در موش های صحرایی

۱. مریم میرحبیبی ۲. فرناز سیفی

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه

محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشیار دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

زمینه و هدف: از جمله سازگاری های مهمی که همراه با ورزش رخ میدهد، افزایش چگالی مویرگی یا رگ زایی است. عامل رشد آندوتلیال عروقی، یک نقش میتوژنیک برای سلولهای آندوتلیال دارد و واسطه مهمی در فرآیند رگ زایی به شمار می رود {1}. فعالیت بدنی منظم به عنوان یک درمان موثر همراه با داروها و کنترل رژیم غذایی برای بهبود عملکرد آندوتلیال عروقی توصیه شده است. انقباض عضلات اسکلتی در حین فعالیت بدنی باعث افزایش جریان خون موضعی و برون ده قلبی می شود که منجر به افزایش تنش برشی روی آندوتلیوم عروقی و افزایش تولید نیتریک اکسید (NO) می شود {6}. با این حال، فایده آن بستگی به نوع و شدت تمرین انجام شده دارد. در حالی که ورزش شدید متابولیسم اکسیداتیو را افزایش می دهد و یک محیط پرواکسیدانی ایجاد می کند، تنها فعالیت بدنی متوسط منظم حالت آنتی اکسیدانی را ارتقا می دهد و عملکرد آندوتلیال را حفظ می کند. بنابراین، ورزش ممکن است از طریق حفظ عملکرد آندوتلیال، تأثیر مفیدی بر پیشرفت بیماری قلبی عروقی داشته باشد {7}.

هدف از انجام مرور حاضر، اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر فاکتور رشد آندوتلیال عروقی در موش های صحرایی بود. در این مطالعه جستجوی مقالات به زبان فارسی و زبان لاتین بود که از پایگاه های تخصصی گوگل اسکولار و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی صورت پذیرفت. ۱۵ مقاله مرتبط براساس عنوان پژوهش انتخاب شدند. در نهایت ۷ مقاله در ارتباط با تمرینات تناوبی با شدت بالا بر فاکتور رشد آندوتلیال عروقی بود مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. بررسی نتایج یکی از مقالات نشان داد NO تشکیل دهنده آندوتلیال است، تمرین تناوبی با شدت بالا با افزایش نیتریک اکساید باعث افزایش فاکتور رشد آندوتلیال عروقی و در نهایت افزایش رگ زایی و بهبود عملکرد قلب در موش های صحرایی میشود {2}. یافته ی یکی از مقالات نشان داد پس از فعالیت مداومی میزان VEGF افزایش داشت در حالی که پس از فعالیت تناوبی با شدت بالا در بافت چربی احشایی موش های چاق کاهش یافت، احتمال دارد این کاهش به علت کاهش خون رسانی به بافت چربی در زمان فعالیت با شدت بالا باشد {4}. یافته های ۲ مقاله نشان دهنده این بود که عامل رشد آندوتلیال عروقی در عضله وبافت مغز موش های صحرایی در گروه تمرین تناوبی شدید نسبت به گروه مداومی و کنترل افزایش داشته است تمرین تناوبی شدید ممکن است باعث سازگاریهای سریعتری نسبت به تمرینات مداومی هوازی در بدن موجود زنده شود {3}.

برخلاف دوره های کوتاه تا متوسط تمرین ورزشی، تمرینات مداوم و طولانی تر عملکرد آندوتلیال مرتبط با NO را نشان نداده اند. اتساع عروق وابسته به NO پس از ۱۶-۲۰ هفته تمرین در خوک ها (McAllister و همکاران ۱۹۹۶) و ۱۶



هفته در موش ها علیرغم بهبود انطباق شریانی بدون تغییر بود (Kingwell et al. 1997a). به نظر می رسد که بهبود پاسخ های گشادکننده عروق وابسته به اندوتلیوم یک پدیده گذرا است که با تمرین طولانی مدت از بین می رود {7}. نتیجه گیری: مطالعه مروری حاضر نشان می دهد که نوع فعالیت ورزشی نقش مؤثری در پاسخ VEGF به فعالیت ورزشی حاد ایفا میکند. فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا ممکن است به افزایش VEGF گردش خون بلافاصله پس از فعالیت ورزشی منجر شوند، درحالی که فعالیت تداومی تأثیر چشمگیری ندارد. همچنین نتایج تحلیل بر پایه وضعیت سلامت ازمودنی نشان داد که فعالیت ورزشی ممکن است VEGF را در افراد با بیماریهای سوخت و ساز-قلبی افزایش دهد، درحالیکه در افراد سالم و بدون بیماری مزمن مؤثر نباشد {5}.

کلمات کلیدی: تمرین تناوبی ، فاکتور رشد آندوتلیال عروقی

منابع

- 1- The Effect of Eight Weeks High Intensity Aerobic Continuous and Interval Training on Gene Expression of Vascular Endothelial Growth Factor In Soleus Muscle of Healthy Male Rats . Mohammad Reza Kordi 1 , Amin Nekouei 1 , Ahad Shafiei 1* , Vahid Hadidi 1 1- Department of Exercise Physiology, Tehran University, Tehran, Iran. Received: 15 Apr 2015, Accepted: 1 Jul 2015
- 2- The Effect of Eight Weeks of High Intensity Interval Training on Genes Expression of eNOS, HIF-1 and VEGF in Myocardial Infarction Rats(2017).Abdolhamid Zokaei ۱* , Nahid Mohammadi Javid 2
- ۳-تاثیر هشت هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی شدید برمقادیر VEGF_A و VEGFR-2 بافت مغز موش های صحرایی نروستار.مقاله علمی پژوهشی (۲۰۱۵) رسول رضایی و همکاران. دانشگاه شهید بهشتی ۱ دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۲
- ۴- اثر یک جلسه فعالیت تداومی و تناوبی با شدت بالا بر میزان VEGF در بافت چربی موش های صحرایی چاق. نور شاهی مریم ، باقری مرضیه ، فلاح حسینی حسن. 2019. Medical Journal of...
- ۵- تاثیر فعالیت ورزشی حاد بر عامل رشد آندوتلیال عروقی در بزرگسالان: مروری نظامند با فرا تحلیل . محمدجوادپوروقار، سعید رضا نوری مفرد، موسی خلفی. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ۲۰۲۳
- 6- The effects of exercise on vascular endothelial function in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. (2018). JH Lee, R Lee, MH Hwang, MT Hamilton, Y Park
- 7- Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. (2004). Daniel J. Green, Andrew Maiorana, Gerry O'Driscoll, Roger Taylor.
- ۸- مقایسه تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی تداومی و تناوبی با شدت بالا بر سطوح TNF-a و VEGF بافت عضله نعلی موش های چاق. (۲۰۱۸). مقاله علمی پژوهشی ، نشریه علوم زیستی ورزشی . مریم باقری ، علی یونسیان ، رحیمه مهدی زاده ، مریم نور شاهی .



مروری بر تاثیر ورزش بر میکروبیوم های روده

علی مرزپور^۱، امیرحسین هنرمند^۲، امیرحسین حرمتی اوغول بیگ^۳

کارشناسی ارشد فیزیولوژی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد بناب.

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی، اردبیل

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی، اردبیل

چکیده

مقدمه ورزش نه تنها به بهبود سلامت جسمانی کمک می‌کند بلکه نقش مهمی در تعادل و تنوع میکروبیوم‌های روده نیز دارد. میکروبیوم‌های روده شامل مجموعه‌ای گسترده از میکروارگانیسم‌ها هستند که به طور طبیعی در دستگاه گوارش انسان زندگی می‌کنند و نقش‌های حیاتی در هضم غذا، تولید ویتامین‌ها، تنظیم سیستم ایمنی و حتی سلامت روان دارند. در سال‌های اخیر، مطالعات بسیاری بر روی ارتباط بین فعالیت‌های بدنی و تغییرات در ترکیب و عملکرد میکروبیوم‌های روده متمرکز شده‌اند. با توجه به اهمیت روزافزون میکروبیوم‌های روده در حفظ سلامت انسان، فهم بهتر از تاثیرات ورزش بر این جامعه میکروبی می‌تواند راهکارهای جدیدی برای بهبود سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها ارائه دهد. هدف از این مطالعه بررسی پژوهش‌های اخیر در این زمینه و ارتباطات بین ورزش و میکروبیوم‌های روده بود.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. جهت جستجوی مقالات مورد استفاده به زبان فارسی و لاتین در ۵ سال اخیر که در پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct، Springer Link، Google Scholar، Sid، Scopus استفاده شد. ۲۲ عنوان مقاله با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج انتخاب شد. پس از بعد از دقیق ۱۲ مقاله که فاقد معیارها بودند حذف گردید و ۱۰ مقاله جهت بررسی نهایی انتخاب شدند.

بحث و نتیجه گیری

ورزش به عنوان یکی از عوامل مهم در بهبود سلامت کلی بدن، نقش حیاتی در تعادل و تنوع میکروبیوم‌های روده ایفا می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهند که فعالیت‌های ورزشی منظم می‌توانند تنوع و ترکیب میکروبیوم‌ها را بهبود بخشند که این امر به نوبه خود تاثیرات مثبتی بر سلامت گوارش، سیستم ایمنی و حتی سلامت روان دارد که علاوه بر این یکی از مهم‌ترین یافته‌ها افزایش تنوع میکروبی در افرادی است که به صورت منظم ورزش می‌کنند. این افزایش تنوع می‌تواند به کاهش التهاب‌های مزمن، بهبود هضم و جذب مواد مغذی و تقویت سیستم ایمنی منجر شود. علاوه بر این، تولید متابولیت‌های مفید مانند اسیدهای چرب کوتاه زنجیره که نقش مهمی در حفظ سلامت روده دارند، نیز به واسطه



ورزش افزایش می‌یابد. اما، همچنان نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه وجود دارد تا مکانیزم‌ها و تاثیرات بلندمدت ورزش بر میکروبیوم‌های روده به طور کامل فهمیده شود. برای مثال، بررسی تفاوت‌های جنسیتی، سن، نوع و شدت ورزش‌ها می‌تواند به درک بهتر این تعاملات کمک کند. همچنین، مطالعات بیشتری بر روی تاثیر ورزش در ترکیب با رژیم‌های غذایی مختلف و استفاده از مکمل‌های غذایی نیز می‌تواند افق‌های جدیدی را برای بهبود سلامت روده باز کند.

به طور کلی ورزش به عنوان یک روش غیرتهاجمی و طبیعی می‌تواند نقش بسزایی در بهبود سلامت میکروبیوم‌های روده و به دنبال آن، سلامت کلی بدن ایفا کند. با ادامه یافتن تحقیقات در این زمینه، می‌توان انتظار داشت که راهکارهای جدیدی برای بهره‌برداری از مزایای ورزش در بهبود سلامت عمومی معرفی شوند.

کلمات کلیدی: میکروبیوم، ورزش، روده



مقایسه تاثیر تمرینات DNS و PNF بر بهبود تعادل و کاهش ریسک افتادن در سالمندان: یک

مرور سیستماتیک

فرهاد رضازاده^۱، مریم صادق پور نیری^۲، زهرا بیابان گشت^۳

۱. استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشجو کارشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. دانشجو کارشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: سالمندی با تغییرات جسمانی همراه است و کاهش تعادل یکی از مهم ترین مشکلات این دوران است. با ورود به دوره سالمندی، هم زمان با شروع تغییراتی در عملکرد سیستم های اسکلتی عضلانی، دهلیزی و حسی پیکری و بینایی است که از آن به عنوان سیستم های فیزیولوژیک و کاهش تعادل یاد می شود که زمین خوردن سالمندان یکی از عواقب آن است. در نتیجه مهم ترین برنامه ریزی بیشتر جوامع در جهت پیشگیری از زمین خوردن، کمک به حفظ تعادل در سالمندان و کاهش آسیب های جدی ناشی از آن می باشد و ضرورت برنامه های فعالیت بدنی که به طور اصولی به بهبود تعادل در سالمندان موثر است، براساس مطالعات تمرینات DNS و PNF پیشگیری از افتادن در سالمندان تاثیر قابل توجهی دارد. هدف از مقاله حاضر بررسی مقایسه تاثیر تمرینات DNS و PNF بر بهبود تعادل و کاهش ریسک افتادن در سالمندان است. روشکار: نوع مقاله حاضر مروری سیستماتیک بود. برای جستجوی مقالات پایگاه های داده (Pub Med، SID Magiran، Google scholar Scopus) در بازه زمانی سال 2011 تا 2024 با استفاده از کلید واژه های ترکیبی: تمرینات DNS، تمرینات PNF، تعادل، سالمند جستجو شد که تعداد ۱۳۰ مقاله یافت شد. معیارهای ورود شامل دسترسی به فایل تمام متن مقالات، نمایه شدن در پایگاه های ISC، Scopus و معیار خروج شامل عدم دسترسی به فایل تمام متن بود. در نهایت با توجه به معیارهای ورود و خروج ذکر شده تعداد 20 مقاله در ارتباط با مقایسه تاثیرات DNS و PNF بر بهبود تعادل و کاهش ریسک افتادن در سالمندان مورد بررسی قرار گرفت. بحث و نتیجه گیری: مطالعه حاضر با هدف مقایسه تاثیر تمرینات DNS و PNF بر بهبود تعادل و کاهش ریسک افتادن در سالمندان بود. در رابطه با ارزیابی تمرینات PNF در تحقیقات گذشته تعادل در سالمندان کمتر مورد توجه قرار گرفت و بیشتر به میزان دامنه حرکتی و عملکرد عضلانی توجه شده است. در سال های اخیر، تلاش های زیادی برای افزایش تعادل و به تبع آن، افزایش کیفیت و امید به زندگی در سالمندان و بیماران صورت گرفته است که از این میان می توان به تمرین های تعادلی با بازخورد بینایی، تمرین های قدرت عضلانی و تمرین های پلومتریک، تای چی و مداخلات حسی پیکری اشاره کرد. از طرفی در تمرینات عصبی عضلانی گیرنده عمقی تاکید بر بازآموزی انتخابی اجزا حرکتی خاص از طریق بهبود کنترل عصبی عضلانی ثبات مفصل و حرکت هماهنگ و در نتیجه تعادل می باشد؛ همچنین لازم است تکنیک های تقویتی و کششی در PNF جهت کمک به تحمل عضلانی کسب ثبات، افزایش دامنه حرکتی و کنترل عصبی عضلانی اطراف یک مفصل به کار روند. مطالعات نشان داده اند که می توان با تمرینات DNS و PNF قدرت عضلانی



را بهبود بخشید و این به نوبت خود کنترل تعادل را ارتقا می بخشد. همچنین امکان تضعیف سیستم حرکتی به علت اختلالات اسکلتی عضلانی و عصبی عضلانی و کاهش قدرت، انعطاف پذیری و تحرک مفصل وجود دارد تمامی این موضوعات یا حتی یکی از آن ها می تواند تعادل سالمند را به هم بزند و باعث سقوط او شود. برای بهبود وضعیت تعادلی سالمندان روش تمرینی مختلفی استفاده شده است؛ از جمله تمرینات دوگانه، تعادلی اختلالی و غیر اختلالی، آبدرمانی، تصویر سازی ذهنی و نوروفیدبک. لازم است به تمریناتی که بر سیستم شناختی موثرند، توجه بیشتری شود. از جمله این تمرینات می توان به تمرینات نورفیدبک اشاره کرد. در تمرینات پایدار سازی عصب عضلانی با قرار گیری فرد در پوزیشن های تمرینی متنوع، مفاصل فرد در موقعیت مناسب تحت کشش ملایم و فاقد درد قرار گرفته، عضلات آگونیست و آنتاگونیست اطراف مفاصل مختلف در حالت کشش و ریلکسیشن قرار می گیرد و در نتیجه انعطاف پذیری فرد افزایش پیدا می کند. این مکانیسم موجب افزایش موبیلیتی مفاصلی همچون مچ پا و لگن می شود که در بهبود تعادل موثر است. نتایج مطالعات حاضر نشان داد که تمرینات DNS و PNF بر تعادل و کاهش ریسک افتادن در سالمندان موثر و تفاوت معنی داری دارد. این تمرینات روشی کاربردی و موثر برای کنترل قامت و افزایش تعادل در سالمندان است و می توان این شیوه را به منظور تقویت و بهبود تعادل افراد در کار درمانی و زندگی روزمره افراد به کاربرد. بنابراین توصیه می شود از این شیوه های تمرینی در وهله اول به عنوان عاملی برای پیشگیری از افت تعادل در سالمندان به وسیله تقویت سیستم های حرکتی آن ها و کمک به بازیابی تعادل در افرادی استفاده کنند که دچار مشکلات تعادلی هستند.

کلیدواژه: تمرینات DNS، تمرینات PNF، تعادل، سالمندان



مقایسه حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شده با استفاده از روش تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (گاز آنالیز) با آزمون پله کوئین در پسران جوان فعال دانشگاه محقق اردبیل

محمد شعبان^۱، عرفان کاظمی^۱، بهار سلجوقی برنجی^۲، معرفت سیاه کوهیان^۳

۱- دانشجوی کارشناسی علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO_2\max$) به عنوان شاخص مهمی در ارزیابی عملکرد قلبی-عروقی و آمادگی جسمانی شناخته می‌شود. این پژوهش با هدف مقایسه میزان $VO_2\max$ برآورد شده با استفاده از روش تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (گاز آنالیز) و آزمون پله کوئین در پسران جوان فعال دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد.

در این مطالعه تعداد ۱۴ دانشجوی پسر فعال به صورت هدفمند انتخاب شدند. میزان $VO_2\max$ هر فرد با دو روش مختلف ارزیابی شد: تحلیل مستقیم گازهای تنفسی در طی فعالیت فزاینده، و استفاده از آزمون پله کوئین و دو معادله برآوردی مرتبط (معادله ۱ و ۲). داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری مناسب برای بررسی اختلاف معنی‌دار بین روش‌ها تحلیل شدند. نتایج نشان داد که میزان $VO_2\max$ برآورد شده با روش تحلیل گازهای تنفسی به طور معنی‌داری کمتر از مقادیر حاصل از معادله ۱ پله کوئین بود ($P < 0.05$). با این حال، بین $VO_2\max$ به دست آمده از تحلیل گازهای تنفسی و معادله ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). همچنین، اختلاف معنی‌داری بین مقادیر $VO_2\max$ برآورد شده با معادله ۱ و ۲ وجود داشت ($P < 0.05$).

یافته‌ها نشان می‌دهد که روش تحلیل گازهای تنفسی، به عنوان یک روش دقیق، مقادیر کمتری از $VO_2\max$ را در مقایسه با معادله ۱ آزمون پله کوئین ارائه می‌دهد. با این حال، معادله ۲ آزمون پله کوئین می‌تواند تخمینی نزدیک‌تر به روش مستقیم ارائه دهد. این نتایج بر اهمیت انتخاب روش مناسب در ارزیابی $VO_2\max$ تأکید دارد. کلمات کلیدی: $VO_2\max$ ، گاز آنالیز، معادله پله کوئین

مقدمه

حداکثر اکسیژن مصرفی ($VO_2\max$) به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی عملکرد سیستم قلبی-عروقی و تنفسی، مورد توجه ویژه پژوهشگران علوم ورزشی و پزشکی قرار گرفته است. این شاخص نشان‌دهنده حداکثر توانایی بدن در مصرف اکسیژن طی فعالیت‌های شدید هوازی است و ارتباط مستقیمی با سطح آمادگی جسمانی و سلامت عمومی افراد دارد (۱، ۲).

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری یا برآورد $VO_2\max$ وجود دارد که به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. روش مستقیم، که شامل تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی است، به عنوان دقیق‌ترین روش شناخته می‌شود، اما نیازمند تجهیزات پیشرفته، هزینه بالا و زمان‌بر بودن فرایند آزمایش است (۳). در مقابل، به روش‌های غیرمستقیم



نظیر آزمون‌های میدانی مانند آزمونهای روی نوار گردان، آزمونهای روی دوچرخه کارسنج، آزمونهای پیاده روی یا دویدن و آزمون پله کوئین می‌توان اشاره کرد (۴). مزیت آزمون پله کوئین نسبت به آزمونهای دیگر این است که به تجهیزات گران نیاز ندارند، نیازمند کالیبره شده نیستند و به آسانی در جمعیت بزرگتر بکار می‌روند (۵). اما مسئله مهم، دقت و صحت نتایج این آزمون در مقایسه با روش‌های استاندارد است. آزمون پله کوئین به عنوان یکی از آزمون‌های میدانی پرکاربرد، از طریق اندازه‌گیری ضربان قلب و زمان فعالیت، برآوردی از VO_{2max} ارائه می‌دهد که به دلیل سهولت اجرا و هزینه کم، در میان ورزشکاران و جامعه دانشگاهی محبوبیت بالایی دارد (۶). این آزمون بر مبنای محاسبه ضربان قلب بازیافتی پس از فعالیت با شدت استاندارد طراحی شده است و نتایج آن با استفاده از معادلات خاص به VO_{2max} تبدیل می‌شود. با این حال، دقت این معادلات در تخمین VO_{2max} در گروه‌های جمعیتی مختلف ممکن است متفاوت باشد. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که عوامل متعددی از جمله حجم خون، ریت قلبی، توانایی انتقال اکسیژن و انطباق‌پذیری سیستم قلبی-عروقی می‌توانند بر افزایش VO_{2max} تأثیرگذار باشند. (۷) جنسیت، سطح فعالیت جسمانی، سن، و روش‌های استفاده شده برای محاسبه VO_{2max} نیز می‌توانند بر دقت تخمین تأثیر بگذارند (۸). در این راستا، دو معادله رایج برای برآورد VO_{2max} از آزمون پله کوئین مورد استفاده قرار می‌گیرد که هریک براساس جامعه آماری خاص و داده‌های تجربی متفاوت طراحی شده‌اند. با توجه به اهمیت دقت در اندازه‌گیری VO_{2max} برای ارزیابی توان هوازی، بررسی صحت و تفاوت این معادلات در جمعیت‌های خاص، از جمله پسران جوان فعال، ضروری به نظر می‌رسد.

پسران جوان فعال به دلیل مشارکت در فعالیت‌های ورزشی منظم و آمادگی جسمانی بالا، جمعیتی مناسب برای مطالعه روش‌های برآورد VO_{2max} محسوب می‌شوند. دانشگاه محقق اردبیل به عنوان یکی از مراکز مهم آموزشی و پژوهشی، بستری مناسب برای انجام این گونه مطالعات فراهم می‌آورد. با این حال، تاکنون مطالعات کمی به مقایسه معادلات مختلف برآورد VO_{2max} با تجزیه تحلیل گازهای تنفسی در جمعیت پسران جوان فعال ایرانی پرداخته‌اند. هدف این پژوهش، مقایسه مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شده از طریق آزمون پله کوئین با دو معادله متفاوت، با مقادیر واقعی به دست آمده از تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی در جمعیتی از پسران جوان فعال دانشگاه محقق اردبیل است. این تحقیق به دنبال آن است تا تفاوت‌ها و همخوانی نتایج به دست آمده از این سه روش را بررسی کرده و اطلاعات جدیدی در خصوص دقت و قابلیت کاربرد این معادلات و قابلیت اعتماد آزمون‌های غیرمستقیم در این جمعیت خاص ارائه دهد. نتایج این مطالعه می‌تواند به پژوهشگران و مربیان ورزشی کمک کند تا مناسب‌ترین روش را برای ارزیابی VO_{2max} انتخاب کنند.

روش کار

آزمودنی‌های این مطالعه تعداد ۱۴ نفر از پسران جوان فعال دانشگاه محقق اردبیل بودند که داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. تمام شرکت‌کنندگان قبل از شروع مطالعه فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کردند. معیارهای ورود عبارت است از سلامت کامل جسمانی، فعالیت بدنی منظم در هفته و عدم مصرف داروهایی که بر عملکرد قلبی-عروقی تأثیر می‌گذارند.



آزمودنی‌ها از ۲۴ ساعت قبل از آزمون از انجام فعالیت‌های ورزشی سنگین و مصرف غذاها و نوشیدنی‌های کافئین‌دار اجتناب کردند. همچنین آزمون در شرایط استاندارد آزمایشگاهی از نظر دما، رطوبت و در زمان مشخصی از روز برای همه شرکت‌کنندگان انجام شد.

یک روش برای برای تجزیه تحلیل گازهای تنفسی استفاده از دستگاه گاز آنالایزر بود که داده‌های مربوط به اکسیژن مصرفی (VO_2max) را ثبت می‌کرد. همچنین، یک تردمیل برای انجام آزمون هوازی استفاده شد. در این مطالعه برای ارزیابی میزان اکسیژن مصرفی (VO_2max) از پروتکل بروس استفاده شد. پیش از شروع تست، اطلاعات پایه شامل قد، وزن، سن و سابقه پزشکی شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد. تردمیل با تنظیمات اولیه آماده شد و دستگاه مانیتورینگ قلبی (ECG) برای پایش مداوم فعالیت قلب شرکت‌کنندگان در طول تست استفاده گردید. پروتکل با سرعت ۲.۷ کیلومتر بر ساعت و شیب ۱۰٪ آغاز شده و هر مرحله ۳ دقیقه به طول انجامید و با اتمام هر مرحله، سرعت و شیب تردمیل به ترتیب به میزان ۱/۳ کیلومتر بر ساعت و ۱٪ افزایش یافت. شرکت‌کنندگان تا زمانی که به حد خستگی کامل برسند یا علائم غیرطبیعی نشان دهند، به اجرای پروتکل ادامه دادند. معیارهایی نظیر درد قفسه سینه، سرگیجه، آریتمی یا افت شدید فشار خون به‌عنوان نشانه‌های توقف تست در نظر گرفته شدند. معیار پایان تست، رسیدن به ضربان قلب هدف معادل ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه بود. تمامی داده‌ها به‌صورت دیجیتالی ثبت و برای تحلیل نهایی ذخیره شدند. مقادیر VO_2max به صورت میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه (ml/kg/min) گزارش شدند.

آزمون دیگر پله کوبین بود. این آزمون شامل بالا و پایین رفتن از پله‌ای استاندارد با ارتفاع مشخص بطوریکه پای فرد پس از قرارگیری بر روی پله زاویه ۹۰ درجه بین ساق پا و ران پا ایجاد شود. آزمون به مدت ۳ دقیقه بود. شرکت‌کنندگان باید با سرعتی معین که توسط مترونوم تنظیم شده (۹۶ گام در ۱ دقیقه) حرکت می‌کردند. تعداد ضربان قلب در دقیقه (ریت قلبی) بلافاصله پس از پایان آزمون با استفاده از پولار اندازه‌گیری شد. پس از ثبت ضربان قلب، از دو معادله مختلف برای تخمین VO_2max استفاده شد.

معادله ۱ عبارت است از: (ریت قلبی $\times 0.42$) - ۱۱۱/۳۳ و معادله ۲ عبارت است از: (ریت قلبی $\times 0.41$) - ۱۰۴/۸۳۲. معادله اول معادله اصلی است و معادله دوم بر اساس جمعیت‌های فعال یا منطقه‌ای اصلاح شده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، میانگین مقادیر VO_2max در هر سه روش محاسبه شده و سپس با استفاده از آزمون آماری t جفتی (Paired t-test) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS میانگین‌ها با هم دوبرو مقایسه شدند. $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در پژوهش حاضر تعداد ۱۴ نفر داوطلب از پسران جوان فعال با دامنه سنی ۲۱ تا ۲۴ سال با میانگین $22/4 \pm 0/8$ سال شرکت کردند. آزمون کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در جدول ۱ مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) و نتایج مقایسه آنها پس از استفاده از سه روش متفاوت با استفاده از تحلیل آماری تی زوجی (paired test) نشان داده شده است.



جدول ۱- مقایسه میانگین و انحراف استاندارد $VO_2\max$ بین روشهای گاز آنالیز و معادله ۱ پله کوبین

پ- value	df	t	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد (معادله ۱ پله کوبین)	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد (گاز آنالیز)	
۰	۱۳	۳/۲۳	۴۶/۳ $\pm$ ۹۵/۹	۴۱/۴ $\pm$ ۲۷/۸	$VO_2\max$ (ml)

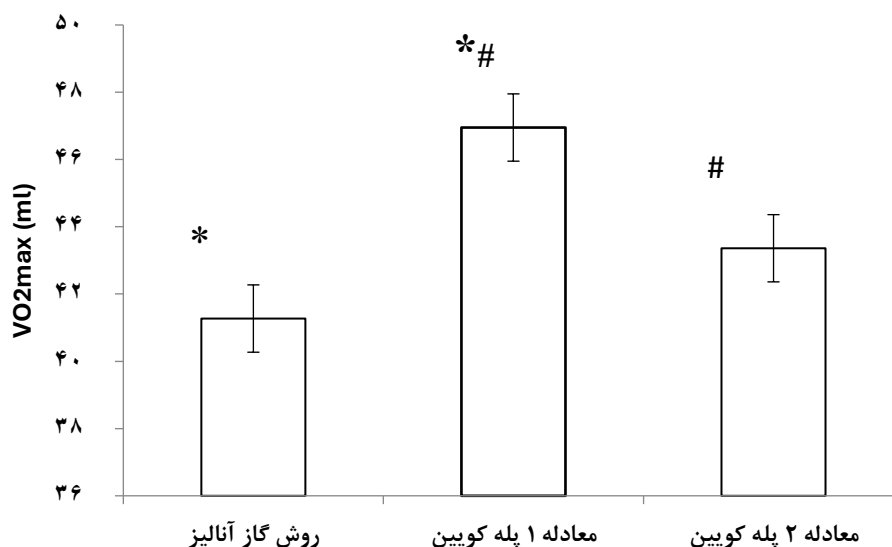
جدول ۱- مقایسه میانگین و انحراف استاندارد $VO_2\max$ بین روشهای گاز آنالیز و معادله ۲ پله کوبین

پ- value	df	t	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد (معادله ۲ پله کوبین)	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد (گاز آنالیز)	
۰/۲	۱۳	۱/۲۱	۴۳/۳ $\pm$ ۳۶/۷	۴۱/۴ $\pm$ ۲۷/۸	$VO_2\max$ (ml)

جدول ۳- مقایسه میانگین و انحراف استاندارد $VO_2\max$ بین روشهای معادله ۱ و ۲ پله کوبین

p-value	df	t	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد (معادله ۲ پله کوبین)	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد معادله ۱ پله کوبین	
۰	۱۳	۷۳/۸۴	۴۳/۳ $\pm$ ۳۶/۷	۴۶/۳ $\pm$ ۹۵/۹	$VO_2\max$ (ml)

نتایج بدست آمده در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱- مقایسه میانگین و انحراف استاندارد $VO_2\max$ بین روشهای اندازه‌گیری گاز آنالیز، معادله ۱ و ۲ پله کوبین ($p < 0.05$)



* اختلاف معنی دار بین روش گاز آنالیز و معادله ۱ پله کوبین، # اختلاف معنی دار بین و معادله ۱ و ۲ پله کوبین، بین روش گاز آنالیز و معادله ۲ پله کوبین اختلاف معنی دار وجود ندارد

بحث

روش معادله ۱ پله کوبین مقدار بیشتری از VO_{2max} را در مقایسه با روش گاز آنالیز گزارش کرد و این اختلاف از نظر آماری معنادار بود. این نتیجه می تواند ناشی از تفاوت در روش های اندازه گیری باشد. آزمون های غیرمستقیم مانند معادله ۱ بر اساس مدل های ریاضی و پیش فرض های استاندارد فعالیت بدنی بنا شده اند و ممکن است اثر عواملی مانند تفاوت در سطح آمادگی جسمانی، سن و وزن آزمودنی ها را نادیده بگیرند. مطالعات پیشین نیز گزارش کرده اند که روش های غیرمستقیم تمایل به بیش برآورد مقادیر VO_{2max} دارند (۹، ۱۰).

برخلاف معادله ۱، بین معادله ۲ و گاز آنالیز اختلاف معناداری مشاهده نشد. این می تواند نشان دهنده همخوانی نسبی معادله ۲ با روش استاندارد گاز آنالیز باشد. در این صورت، می توان نتیجه گرفت که معادله ۲ دقت بالاتری دارد و مناسب تر است. در پژوهش های مشابه، گاهی اوقات مدل های غیرمستقیم که به شرایط محیطی و پارامترهای شخصی نزدیکتر هستند، نتایج مشابه تری با روش های استاندارد ارائه می دهند. مطالعات مشابه نشان داده اند که دقت روش های غیرمستقیم ممکن است به عوامل مختلفی مانند پروتکل اجرا، شدت فعالیت و ویژگی های آزمودنی بستگی داشته باشد (۱۱).

تفاوت معنادار بین مقادیر گزارش شده توسط معادله ۱ و معادله ۲ نشان دهنده آن است که این دو معادله علی رغم شباهت در طراحی، خروجی های متفاوتی ارائه می دهند. کاهش معنی دار مقادیر VO_{2max} در معادله ۲ ممکن است به دلیل تفاوت در ضرایب یا پارامترهای استفاده شده در فرمول محاسبه باشد. یافته های ما مشابه نتایج پژوهش هایی است که بیان می کنند تفاوت در نحوه تعریف شدت فعالیت و زمان استراحت بین آزمون ها می تواند بر دقت پیش بینی تأثیرگذار باشد (۹).

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه بر محدودیت های استفاده از روش های غیرمستقیم در اندازه گیری VO_{2max} تأکید دارد. در حالی که گاز آنالیز به عنوان روش مبنا و استاندارد طلایی شناخته می شود، روش های غیرمستقیم مانند معادله ۱ و ۲ می توانند به عنوان جایگزین هایی سریع و اقتصادی مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، بیش برآورد یا کم برآورد مقادیر VO_{2max} توسط این روش ها باید با احتیاط تفسیر شود، به ویژه در برنامه های طراحی تمرین یا ارزیابی عملکرد ورزشکاران.

منابع

1. Smith EC, Pizzey FK, Askew CD, Mielke GI, Ainslie PN, Coombes JS, et al. Effects of cardiorespiratory fitness and exercise training on cerebrovascular blood flow and reactivity: a systematic review with meta-analyses. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2021;321(1):H59-H76.



2. Yılmaz E, Aktop A, Abdioğlu A, Melekoğlu T, Nalbant M. The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Recovery After Aerobic Exercise. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 2024;1-12.
3. Rusdiana A. Analysis differences of Vo2max between direct and indirect measurement in badminton, cycling and rowing. *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2020;9(3):162-70.
4. Rogers D, Prasad SA, Doull I. Exercise testing in children with cystic fibrosis. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2003;96(Suppl 43):23.
5. Selig SE, Gosling C, Carlson JS. A multi-stage step test protocol for people with low exercise capacity. *Clinical kinesiology*. 2000;54(3):67-71.
- 6.. Rincón JCG, Cano JEM, Espinosa PJ. Correlación del Queen's College Step Test y ergoespirometría para estimación de VO2max. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2020;9(2):94-107.
7. Lundby C, Montero D, Joyner M. Biology of VO2max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*. 2017;220(2):218-28.
8. Berndtsson G, Mattsson E, Marcus C, Larsson UE. Age and gender differences in VO2max in Swedish obese children and adolescents. *Acta paediatrica*. 2007;96(4):567-71.
9. Gibson AL, Wagner DR, Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription: *Human kinetics*; 2024.
10. Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1992;24(2):278.
11. Bayles MP. ACSM's exercise testing and prescription: Lippincott Williams & Wilkins; 2023.



نقش تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی: یک مطالعه مروری سیستماتیک

راضیه رمضانزاده^۱؛ فرناز سیفی^۲

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، اردبیل، ایران؛
ramazanzadeh1223@gmail.com

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، اردبیل، ایران؛
f_seifi@uma.ac.ir

چکیده

هدف: این مطالعه مروری سیستماتیک به بررسی تأثیر تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی پرداخته است. با توجه به شیوع بالای چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی در این گروه سنی، شناسایی روش‌های مؤثر برای بهبود سلامت قلبی و متابولیکی ضروری است. روش تحقیق: جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های داده PubMed، EMBASE، Web of Science و Google scholar و کتابخانه کاکرین تا سپتامبر ۲۰۲۴ انجام شد. همچنین، پایگاه‌های داخلی مانند SID و IranDoc نیز برای یافتن مقالات فارسی مرتبط مورد بررسی قرار گرفتند. پس از حذف موارد تکراری، مقالات توسط دو محقق مستقل غربالگری شدند. کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس PEDro ارزیابی گردید. فرآیند انتخاب مقالات بر اساس دستورالعمل‌های PRISMA انجام شده است. انجام غربالگری توسط حداقل دو نفر به صورت مجزا و پیش‌بینی مکانیزمی برای حل اختلافات از جمله نکات مهم در این مرحله بود.

یافته‌ها: این مطالعه سیستماتیک به منظور بررسی اثر تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان میانسال انجام شد. در این راستا، ۱۶۹ مقاله جمع‌آوری و پس از حذف موارد تکراری، ۱۲۲ مقاله ارزیابی شدند. در نهایت، ۲۲ مقاله بر اساس معیارهای از پیش تعیین‌شده انتخاب و در بررسی نظام‌مند گنجانده شدند.

نتیجه‌گیری: تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) ابزارهای مفیدی برای بهبود سلامت قلبی عروقی و عملکرد هوازی هستند. تمرین مقاومتی VHRDP، ترکیب بدنی و پروفایل لیپیدی را بهبود می‌بخشد، در حالی که EMS جایگزین یا مکمل تمرینات سنتی برای افراد با محدودیت‌های حرکتی است. برای بهینه‌سازی برنامه‌ها، شرایط فردی و اهداف تمرینی مهم است. تحقیقات آینده باید مکانیزم‌های عمل و پروتکل‌های تمرینی را دقیق‌تر بررسی کرده و اثرات این روش‌ها را در گروه‌های جمعیتی مختلف ارزیابی کنند.

کلیدواژه: تمرین مقاومتی، تحریک الکتریکی عضلانی (EMS)، نقطه شکست ضربان قلب (HRDP)، نیمرخ لیپوپروتئینی.



مقدمه

در سال‌های اخیر، توجه به تأثیر تمرینات ورزشی بر سلامت زنان میانسال به ویژه در زمینه‌های قلبی-عروقی و متابولیکی افزایش یافته است. چاقی و کم‌ تحرکی از جمله چالش‌های عمده‌ای هستند که سلامت این گروه سنی را تهدید می‌کنند. تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) به عنوان دو روش مؤثر برای بهبود عملکرد عضلانی و متابولیسم شناخته شده‌اند.

تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی می‌توانند موجب افزایش قدرت عضلانی، بهبود ترکیب بدنی و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی شوند [۱]. از سوی دیگر، EMS به عنوان یک روش نوین در توانبخشی و تقویت عضلات، به ویژه در افرادی که قادر به انجام تمرینات فیزیکی نیستند، مورد توجه قرار گرفته است [۲]. چاقی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر برای بیماری‌های قلبی-عروقی است که به ویژه در زنان میانسال شایع است. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش وزن و چربی بدن می‌تواند منجر به اختلالات متابولیکی مانند دیابت نوع ۲ و افزایش فشار خون شود [۱]. بنابراین، تمرینات ورزشی به عنوان یک راهکار مؤثر برای کاهش وزن و بهبود سلامت قلبی-عروقی مطرح می‌شوند. تمرین مقاومتی، که شامل استفاده از وزنه‌ها یا وزن بدن برای تقویت عضلات است، می‌تواند به افزایش قدرت عضلانی و کاهش چربی بدن کمک کند [۳].

تمرین مقاومتی یکی از روش‌های مؤثر برای افزایش توده عضلانی و بهبود ترکیب بدنی است. تحقیقات نشان داده‌اند که این نوع تمرینات می‌توانند منجر به افزایش سطح پروتئین‌های مرتبط با رشد عضله مانند آیریزین و IGF-1 شوند. این پروتئین‌ها نقش مهمی در متابولیسم گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین دارند. همچنین، تمرین مقاومتی می‌تواند بهبود عملکرد قلبی-عروقی را نیز تسهیل کند، زیرا باعث افزایش ظرفیت کارایی قلب و عروق می‌شود [۴].

تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) یک روش نوین برای تقویت عضلات است که با استفاده از پالس‌های الکتریکی انقباضات عضلانی را تحریک می‌کند. این روش به ویژه برای افرادی که قادر به انجام تمرینات فیزیکی نیستند، مناسب است. EMS می‌تواند تأثیرات مشابهی با تمرینات مقاومتی داشته باشد و در برخی موارد حتی مؤثرتر باشد [۵]. مطالعات نشان داده‌اند که EMS می‌تواند باعث افزایش سطح آیریزین و IGF-1 در زنان میانسال شود [۲]. همچنین نقطه شکست ضربان قلب (HRmax) یکی از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی عملکرد قلبی-عروقی است. این نقطه نشان‌دهنده حداکثر ضربان قلبی است که فرد می‌تواند در طول فعالیت بدنی شدید داشته باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی و EMS هر دو می‌توانند تأثیر مثبتی بر HRmax داشته باشند و به افزایش ظرفیت ورزشی کمک کنند [۵]. نیمرخ لیپوپروتئینی نیز یکی دیگر از عوامل کلیدی در ارزیابی سلامت متابولیکی است. تغییرات در سطوح لیپوپروتئین‌ها می‌تواند نشان‌دهنده وضعیت چربی خون و خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی باشد. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم، چه از نوع مقاومتی و چه EMS، می‌توانند منجر به بهبود نیمرخ لیپوپروتئینی شوند [۶]. در نتیجه، هدف از این مطالعه مروری سیستماتیک، بررسی تأثیر تمرین مقاومتی و EMS بر دو پارامتر کلیدی یعنی نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی در زنان میانسال است. این تحقیق می‌تواند به شناسایی راهکارهای مؤثر برای بهبود سلامت قلبی-عروقی و متابولیکی زنان میانسال کمک کند.



روش تحقیق

در این مطالعه مقالات مربوط به تمرین مقاومتی و EMS تأثیر معناداری بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان میانسال مورد بررسی قرار گرفت بدین منظور جستجوی گسترده‌ای در پایگاه‌های داده علمی معتبر مانند PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar انجام شد. کلمات کلیدی شامل "تمرین مقاومتی"، "تحریک الکتریکی عضلانی"، "نقطه شکست ضربان قلب"، "نیمرخ لیپوپروتئینی" و "زنان میانسال" جستجو شدند. در این مطالعه، جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های داده علمی معتبر و کتابخانه کارکن تا سپتامبر ۲۰۲۴ انجام شد. همچنین، فهرست منابع مقالات مرتبط نیز بررسی شد. برای یافتن مقالات فارسی، جستجوی جداگانه‌ای در پایگاه‌های داخلی با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط در عنوان و چکیده صورت پذیرفت. پس از جمع‌آوری، موارد تکراری با نرم‌افزار EndNote حذف شدند. سپس، دو محقق به‌طور مستقل عناوین و چکیده‌ها را بررسی کردند و مقالات باقی‌مانده را بر اساس معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین‌شده ارزیابی نمودند. در صورت وجود اختلاف نظر، محقق سومی تصمیم‌گیری نهایی را انجام داد. کیفیت مطالعات انتخاب‌شده با استفاده از مقیاس PEDro توسط دو ارزیاب مستقل ارزیابی شد تا خطر سوگیری مشخص شود. اختلافات در این مرحله نیز به فرد سوم ارجاع داده شد. در نهایت، اطلاعات مورد نیاز از مطالعات منتخب با استفاده از یک جدول طراحی‌شده در نرم‌افزار Excel استخراج و خلاصه گردید. کیفیت مطالعات انتخاب‌شده با استفاده از ابزارهای استاندارد مانند چک لیست PRISMA²³ ارزیابی شد.

کیفیت مقالات

مقالات و مستندات بدست آمده از جستجوی انجام شده طی چند مرحله از نظر عنوان، چکیده و تمام متن غربالگری و مطالعات نهایی که دارای معیارهای ورود می‌باشند وارد جامعه آماری شدند. مطالعات بدست آمده توسط ۲ نفر متخصص ارزیاب و ارزیابی کیفیت مقالات با استفاده از چک لیست (PEDro scale) از نظر انواع خطر تورش (انتخاب، عملکرد، گزارش، Attrition و...) و نیز محتوا، نقادی و مطالعات با کیفیت پایین کنار گذاشته شدند. در این مطالعه از مقیاس PEDro برای ارزیابی کیفیت روش شناختی و خطر سوگیری در تحقیقات و مقالات استفاده شد. مقیاس PEDro شامل ۱۱ معیار است که برای ارزیابی کیفیت یک مطالعه استفاده می‌شود. معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر می‌باشد: (۱) معیارهای ورود و واجد شرایط بودن مشخص باشد، (۲) شرکت کنندگان به طور تصادفی به گروه‌ها اختصاص داده شده باشند، (۳) تخصیص پنهان شده باشد، (۴) گروه‌ها در ابتدا مشابه باشند، (۵) یکسو کور بودن برای درمانگران و پژوهشگران وجود داشته باشد، (۶) یکسو کور بودن برای آزمودنی‌ها وجود داشته باشد، (۷) ارزیابی یک سو کور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد، (۸) تعداد افراد خارج شده از تحقیق کمتر از ۱۵ درصد شرکت کنندگان باشد، (۹) تجزیه و تحلیل به قصد درمان^{۲۴} (ITT) انجام شده باشد، (۱۰) مقایسه‌های آماری بین گروهی وجود داشته باشد (۱۱) گزارش مقادیر مرکزی و مقادیر تغییرپذیری وجود داشته باشد. با این حال، با توجه به

²³ . Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

²⁴ Intention-To-Treat



اینکه یکسو کور بودن برای درمانگران و پژوهشگران و همچنین یکسو کور بودن آزمودنی‌ها برای مداخلات ورزشی قابل اجرا نیست، از مطالعه حاضر خارج شدند. تمام سؤالات چک لیست مذکور، سه گزینه‌ای (بله: $\sqrt$ ؛ خیر: $\times$ و نامشخص ؟) می‌باشند. امتیاز نیز حداقل صفر و حداکثر ۹ بوده که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش می‌باشد.

جدول PRISMA برای مطالعه "تأثیر تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان میانسال" ارائه شده است:

شماره	عنوان	توضیحات
۱	عنوان	تأثیر تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان میانسال
۲	خلاصه	خلاصه‌ای از اهداف، روش‌ها، نتایج و نتیجه‌گیری‌ها
۳	مقدمه	توضیحاتی درباره اهمیت موضوع و هدف مطالعه
۴	روش‌ها	توضیح درباره طراحی مطالعه، جستجوی ادبیات، معیارهای ورود و خروج، و روش‌های جمع‌آوری داده‌ها
۵	جستجوی ادبیات	توصیف پایگاه‌های داده مورد استفاده و کلمات کلیدی جستجو
۶	انتخاب مطالعات	فرآیند انتخاب مطالعات واجد شرایط و تعداد مطالعات انتخاب شده
۷	ارزیابی کیفیت مطالعات	ابزارهای مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت مطالعات منتخب
۸	استخراج داده‌ها	روش‌های استخراج داده‌ها از مطالعات منتخب
۹	تجزیه و تحلیل داده‌ها	روش‌های آماری مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها
۱۰	نتایج	ارائه نتایج کلی به همراه جداول و نمودارها
۱۱	بحث	تحلیل نتایج، مقایسه با مطالعات قبلی، محدودیت‌ها و پیشنهادات برای تحقیقات آینده
۱۲	نتیجه‌گیری	جمع‌بندی نهایی درباره تأثیر تمرینات بر پارامترهای مورد بررسی

یافته‌ها

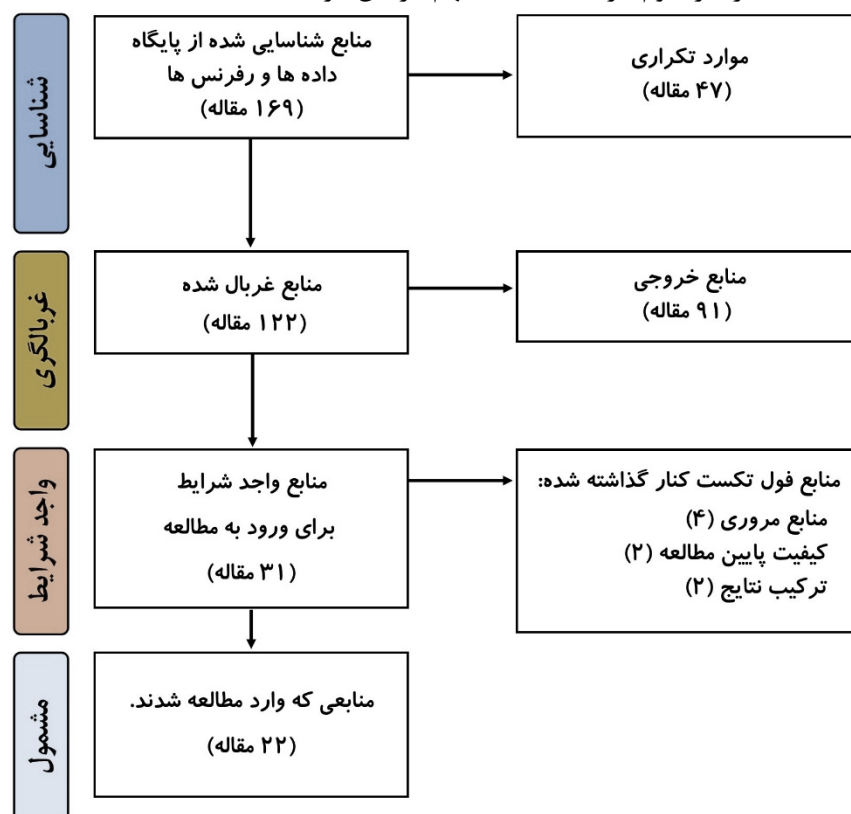
فرایند انتخاب مطالعه

مطالعه سیستماتیک حاضر با جستجوی اولیه در پایگاه‌های داده مختلف، تعداد ۱۶۹ مقاله مرتبط تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان میان سال. این مقالات به منظور



مدیریت بهینه، وارد نرم‌افزار Endnote شدند. پس از آن، موارد تکراری به صورت دستی از طریق مقایسه عناوین و چکیده‌ها حذف شدند، که منجر به ارزیابی اولیه ۱۲۲ مقاله گردید. این مقالات تحت غربالگری دقیق متن کامل قرار گرفتند و با معیارهای از پیش تعیین‌شده، ۳۱ مقاله برای بررسی بیشتر انتخاب شدند. با این حال، ۹ مقاله به دلیل ارائه ندادن داده‌های اصلی (مروورهای سیستماتیک یا متآنالیز)، عدم رعایت استانداردهای ارزیابی کیفیت، یا ارائه نتایج نامشخص در مورد تمرین مقاومتی یا گزارش داده‌های ترکیبی، حذف شدند. در نهایت، ۲۲ مقاله با تمام معیارهای ورود مطابقت داشتند و در بررسی نظام‌مند گنجانده شدند. فرآیند انتخاب مقالات مطابق با دستورالعمل‌های PRISMA انجام شده و در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است. استفاده از PRISMA به شفافیت و دقت فرآیند بررسی سیستماتیک کمک می‌کند و امکان ترکیب جامع شواهد موجود را فراهم می‌سازد.

برای تسهیل فرآیند غربالگری مقالات، ابزارهایی مانند Rayyan و Catchii وجود دارند که می‌توانند به صورت آنلاین و سیستمی به غربالگری و انتخاب مقالات کمک کنند. این ابزارها با امکاناتی نظیر غربالگری عنوان و چکیده و همچنین غربالگری متن کامل، به پژوهشگران در کاهش حجم داده‌ها، افزایش دقت و اعتبار مطالعه و صرفه‌جویی در زمان و هزینه کمک می‌کنند. انجام غربالگری توسط حداقل دو نفر به صورت مجزا و پیش‌بینی مکانیزمی برای حل اختلافات (مانند بحث یا نظر نفر سوم) از جمله نکات مهم در این مرحله است.





شکل ۱- فرایند انتخاب مقاله مطابق با دستورالعمل‌های PRISMA

در مجموع بیست و دو مطالعه در این مرور سیستماتیک گنجانده شد که همه آنها کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی و کنترل‌شده (RCTs) بودند. این مطالعات با استفاده از یک طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون، شامل یک گروه کنترل برای ارزیابی موثر تاثیر تمرینات مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر نقطه شکست ضربان قلب و نیمرخ لیپوپروتئینی زنان مین سال بود. تعداد شرکت‌کنندگان در این مطالعات متفاوت بود، از ۱۶ تا ۴۸ نفر، که در مجموع ۴۶۲ شرکت‌کننده به اوج خود رسید. این حجم نمونه قابل توجه، قابلیت اطمینان یافته‌ها را افزایش می‌دهد و امکان تجزیه و تحلیل جامع‌تری از اثرات مداخلات آموزشی را فراهم می‌کند.

بحث:

با بررسی نتایج مطالعات متعدد، می‌توان به درک بهتری از تأثیر تمرین مقاومتی (RT) و تحریک الکتریکی عضلانی (EMS) بر نقطه شکست ضربان قلب (HRDP) و نیمرخ لیپوپروتئینی دست یافت. تاثیر تمرین مقاومتی، مطالعات نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی می‌تواند به طور موثری آمادگی هوازی را بهبود بخشد و VHRDP را افزایش دهد، به ویژه در زنان کم‌تحرك (فابیو لوئیز و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین تمرین مقاومتی می‌تواند بیان ژن‌های مرتبط با خطر قلبی عروقی را تعدیل کرده و ترکیب بدنی را بهبود بخشد (کملر و همکاران، ۲۰۱۸). تمرین مقاومتی در زنان مسن می‌تواند سطوح التهابی و پروفایل لیپیدی را بهبود بخشد (توملری و همکاران، ۲۰۱۶). تاثیر تحریک الکتریکی عضلانی، تحریک الکتریکی کل بدن (WB-EMS) می‌تواند یک گزینه کارآمد برای تمرینات مقاومتی با شدت بالا (HIT) برای بهبود قدرت عمومی و ترکیب بدنی باشد (کملر و همکاران، ۲۰۱۶). ترکیب تمرین هوازی و EMS می‌تواند در توانبخشی بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی (CHF) مفید باشد، اگرچه به نظر می‌رسد تمرین هوازی و ترکیب آن با EMS در بهبود کیفیت زندگی مؤثرتر است (سوسکا و همکاران، ۲۰۱۴). WB-EMS همچنین می‌تواند برای مقابله با چاقی و خطر متابولیک قلبی در مردان مسن مبتلا به چاقی سارکوپنیک مفید باشد، به ویژه در ترکیب با مکمل پروتئین (کملر و همکاران، ۲۰۱۸). مقایسه و تلفیق دو روش، مطالعات نشان می‌دهند که WB-EMS می‌تواند به عنوان یک محرک مشابه تمرین منظم در افراد فعال عمل کند، بدون ایجاد آسیب عضلانی بیش از حد (فرناندز و همکاران، ۲۰۲۲). ترکیب تمرینات پویا و WB-EMS زیر حداکثری برای بهبود قدرت و توان پا مؤثر است، اما در بزرگسالان سالم جوان، اثرات WB-EMS مشابه تمرین مقاومتی پویا بدون EMS بود (میک و همکاران، ۲۰۱۸). هر دو روش، تمرین مقاومتی و EMS، می‌توانند با مکانیسم‌های مختلف، به بهبود عملکرد هوازی و سلامت قلبی عروقی کمک کنند. نقاط قوت و محدودیت‌ها، این بررسی با بهره‌گیری از مطالعات متعدد، شواهد جامعی در مورد اثرات تمرین مقاومتی و EMS بر سلامت قلبی عروقی ارائه می‌دهد. با این حال، برخی از مطالعات محدودیت‌هایی دارند، از جمله حجم نمونه کوچک، تمرکز بر گروه‌های خاص (مانند مردان مسن یا زنان کم‌تحرك)، و تنوع در پروتکل‌های تمرینی. نتایج برخی مطالعات متناقض بوده و نیاز به تحقیقات بیشتری برای تعیین اثربخشی و کاربرد دقیق تحریک الکتریکی و مغناطیسی در تقویت تمرینات ورزشی وجود دارد.



فرناندز و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی اثرات حاد تمرین قدرتی حداکثر همراه با تحریک الکتریکی کل بدن (WB-EMS) پرداختند. اگرچه WB-EMS در بهبود سازگاری‌های تمرینی مؤثر است، اما ممکن است عوارض جانبی و موانعی داشته باشد که منجر به آسیب عضلانی بیش از حد و اختلالات فیزیولوژیکی شود. در یک مطالعه متقاطع تصادفی، ۲۰ شرکت‌کننده فعال از نظر جسمی، سه جلسه تمرین قدرتی حداکثر (۹۰٪ RM) شامل پرس سینه و اسکات را با سه شرایط مختلف انجام دادند: تحریک مداوم، تحریک هماهنگ با فازهای متمرکز و خارج از مرکز، و بدون WB-EMS. نتایج نشان داد که هیچ تفاوت معناداری بین گروه‌ها در آسیب عضلانی (سطح کراتین کیناز خون)، سطح لاکتات خون و عملکرد بعد از ورزش وجود ندارد. همچنین، ضربان قلب، اشباع اکسیژن خون و میزان فشار درک شده در طول ورزش بین گروه‌ها مشابه بود و تجزیه و تحلیل تنوع ضربان قلب نیز پاسخ خودکار یکسانی را نشان داد. به نظر می‌رسد تمرین با WB-EMS در فواصل زمانی مشاهده شده، بی‌خطر بوده و محرکی مشابه تمرین منظم در شرکت‌کنندگان فعال جسمی ارائه می‌دهد، بدون در نظر گرفتن نحوه ارائه تحریک‌های الکتریکی. با این حال، برای ارزیابی اثربخشی WB-EMS در بهبود سازگاری‌های ورزشی در طول برنامه‌های تمرینی، مطالعات بیشتری مورد نیاز است [۷].

استاسیولیس و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر شدت تمرین بر نقاط شکست لاکتات خون را در ۲۹ دونه مرد بررسی کردند و شرکت‌کنندگان را به سه گروه تقسیم کردند: گروه با شدت کم (LI) که در ضربان قلب مربوط به آستانه هوازی (AET) تمرین می‌کردند، گروه با شدت زیاد (HI) که در ضربان قلب مربوط به نقطه شکست لاکتات (LTP) تمرین می‌کردند، و گروه کنترل (C) که برنامه تمرینی ورزشی مختلط داشتند. قبل و بعد از برنامه تمرینی، AET، LTP و ضربان قلب مربوط به این آستانه‌ها اندازه‌گیری شد. LTP به عنوان افزایش ناگهانی دوم لاکتات خون (LA) در حدود $4-1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ و AET به عنوان اولین افزایش LA در سطح استراحت تعریف شدند. نتایج نشان داد که گروه HI افزایش قابل توجهی در AET و LTP داشته است ($P < 0.05$)، با افزایش کمی بیشتر در LTP نسبت به AET (۶.۸٪) در مقابل (۵.۵٪). در گروه‌های C و LI تغییرات معناداری در این آستانه‌ها مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که فقط تمرین با شدت LTP باعث افزایش در هر دو آستانه انتقال هوازی-آناوبیک (AET و LTP) می‌شود، در حالی که تمرین با شدت AET هیچ تغییری در این آستانه‌ها در دوندگان متوسط آموزش‌دیده ایجاد نمی‌کند. به طور خلاصه، درک سیستم‌های انرژی در دویدن و چگونگی تأثیر تمرینات مختلف بر این سیستم‌ها می‌تواند به دوندها کمک کند تا برنامه‌های تمرینی مؤثرتری را برای بهبود عملکرد خود طراحی کنند. ۱. همچنین، توجه به عواملی مانند ظرفیت بافرینگ عضلات اسکلتی و عوامل قلبی-عروقی نیز در بهبود آمادگی هوازی بسیار مهم است. ۲. تمرینات پلايومتریک نیز می‌توانند به عنوان یک مکمل برای تمرینات استقامتی به دوندگان کمک کنند تا قوی‌تر و انفجاری‌تر شوند [۸].

کملر و همکاران (۲۰۱۶) در یک مطالعه تصادفی کنترل‌شده، اثرات تحریک الکترومیوستی کل بدن (WB-EMS) را در مقابل تمرین مقاومتی با شدت بالا (HIT) بر ترکیب و قدرت بدن بررسی کردند. ۴۸ مرد سالم ۳۰ تا ۵۰ ساله به دو گروه HIT (دو جلسه در هفته) یا WB-EMS (سه جلسه در ۲ هفته) تقسیم شدند و به مدت ۱۶ هفته ورزش کردند. HIT به صورت "پروتکل تکست به شکست" و WB-EMS با تحریک متناوب (۶ ثانیه WB-EMS، ۴ ثانیه



استراحت؛ ۸۵ هرتز، ۳۵۰ میلی ثانیه) به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. نتایج نشان داد که توده بدون چربی بدن (LBM) در هر دو گروه افزایش معناداری داشته است (1.25 ± 1.44 HIT % در مقابل 0.93 ± 1.15 WB-EMS %)، اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت ($P = 0.395$). قدرت اکستنسور پا نیز در هر دو گروه افزایش یافت (14.7 ± 12.7 HIT %، $p = 0.002$ ، در مقابل 7.3 ± 10.3 WB-EMS %، $p = 0.012$) بدون تفاوت معنادار بین گروه‌ها ($P = 0.215$). به طور خلاصه، WB-EMS می‌تواند به عنوان یک گزینه کارآمد اما گران‌قیمت برای تمرینات مقاومتی HIT برای بهبود قدرت عمومی و ترکیب بدن در نظر گرفته شود [۹].

پالائو و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر تمرین عضلات دمی (IMT)، تحریک الکتریکی عملکردی (FES)، یا ترکیبی از هر دو (IMT + FES) بر بهبود ظرفیت ورزش، عملکرد دیاستولیک بطن چپ، نشانگرهای زیستی و کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به نارسایی قلبی با کسر جهشی حفظ شده (HFpEF) پرداختند. با وجود شیوع HFpEF هیچ درمان مؤثر مبتنی بر شواهد قطعی برای آن وجود ندارد. در این مطالعه، ۶۱ بیمار علامت‌دار (انجمن قلب نیویورک II-III) با HFpEF به‌طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: IMT، FES، IMT + FES، و مراقبت معمول (به عنوان گروه کنترل) به مدت ۱۲ هفته. هدف اصلی مطالعه، ارزیابی تغییرات در حداکثر میزان جذب اکسیژن در ورزش در هفته‌های ۱۲ و ۲۴ بود. اهداف ثانویه شامل تغییرات در کیفیت زندگی، پارامترهای اکوکاردیوگرام و بیومارکرها پیش‌آگهی بود. نتایج نشان داد که در بیماران HFpEF با ظرفیت هوازی پایین، IMT و FES با بهبود قابل توجهی در ظرفیت ورزش و کیفیت زندگی همراه بودند. به طور کلی، نارسایی قلبی با کسر جهشی حفظ شده (HFpEF) وضعیتی است که در آن قلب به خوبی از خون پر نمی‌شود، اما کسر جهشی (مقدار خونی که قلب با هر ضربه پمپ می‌کند) نرمال است. این وضعیت می‌تواند ناشی از سفت شدن عضله قلب باشد. تشخیص HFpEF شامل ارزیابی علائم، معاینه فیزیکی و انجام آزمایش‌هایی مانند اکوکاردیوگرام است. درمان‌های HFpEF شامل داروها برای کاهش علائم (مانند ادم و تنگی نفس)، مدیریت فشار خون و درمان بیماری‌های همزمان مانند بیماری عروق کرونر است. تغییر سبک زندگی از طریق رژیم غذایی مناسب و ورزش نیز در مدیریت این بیماری مؤثر است [۱۰].

ابوالحسن و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی اثر تحریک الکتریکی (ES) و مغناطیسی (MS) محیطی بر تقویت تمرین مقاومتی پرداختند. در این مطالعه ۳۰ شرکت‌کننده سالم به‌طور تصادفی به گروه‌های ES، MS یا کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی شامل پنج جلسه تمرین مقاومتی با چهار ست اکستشن چهار سر ران بود. در طول سه ست اول، شرکت‌کنندگان هشت تکرار را با ۸۵ درصد از حداکثر یک تکرار (RM-۱) انجام دادند و در ست آخر تا رسیدن به ناتوانی تمرین کردند. افزایش محرک‌های محیطی به گروه‌های MS و ES اجازه داد تا تکرارهای بیشتری را انجام دهند. پس از تمرین، افزایش قابل توجهی در RM-۱ و ضخامت لایه عضلانی مشاهده شد، در حالی که تغییری در دور ران مشاهده نشد و شلی زانو کاهش یافت. با این حال، تفاوت معناداری بین گروه‌های تحریک و گروه کنترل در هیچ‌کدام از این اندازه‌گیری‌ها وجود نداشت. به طور خلاصه، تحریک الکتریکی و/یا مغناطیسی محیطی ممکن است به عنوان یک مکمل برای تمرین مقاومتی مفید باشد، اما تأثیر آن بر هیپرتروفی، قدرت و شلی زانو احتمالاً اندک است. در راستای موضوع مورد بحث، مقاله‌ای مروری در سال ۱۴۰۱ به کاربرد تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (TMS) در



پاسخ و سازگاری‌های ورزشی پرداخته است. TMS یک روش نوین برای بررسی سازوکارهای عصبی در پاسخ به فعالیت مقاومتی است و اهمیت برانگیختگی و سطح فعال‌سازی عصبی مرکزی در خستگی ورزشی و سازگاری‌های حاصل از تمرین مقاومتی را نشان می‌دهد^۱. همچنین، مطالعه‌ای دیگر نشان داده است که تحریک الکتریکی فراجمله‌ای می‌تواند باعث تغییر قدرت در ورزشکاران شده و عملکرد ورزشی را بهبود بخشد^۳. با این حال، یک مطالعه دیگر نشان داده است که تمرینات پیلاتس و تحریک الکتریکی تأثیر معناداری بر سطوح سرمی BDNF (فاکتور نوروتروفیک مشتق‌شده از مغز) ندارند. با توجه به نتایج متناقض، نیاز به تحقیقات بیشتری برای تعیین اثربخشی و کاربرد دقیق تحریک الکتریکی و مغناطیسی در تقویت تمرینات ورزشی وجود دارد [۱۱].

میک و همکاران (۲۰۱۸) تأثیرات هشت هفته تمرین الکترومیوستیولاسیون پویا زیر حداکثری تمام بدن (WB-EMS) را بر قدرت و توان عضلات پا در ۱۸ دانشجوی ورزشکار مرد بررسی کردند. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه WB-EMS (INT) یا گروه تمرین قدرتی سنتی (CON) تقسیم شدند. هر دو گروه دو بار در هفته به مدت ۸ هفته تمرین کردند، با این تفاوت که گروه INT تمام تمرینات پویا را با WB-EMS انجام دادند. شدت WB-EMS به ۷۰٪ حداکثر درد قابل تحمل فردی تنظیم شد. قدرت (Fmax) و توان (Pmax) در دستگاه اکستنشن پا (LE)، پیچ‌شدن پا (LC) و پرس پا (LP) ارزیابی شدند. پرس‌های عمودی و افقی و تست‌های سرعت ۳۰ متری نیز انجام شد. اثرات زمانی قابل توجهی برای قدرت و توان روی LE و LC مشاهده شد. اثر متقابل زمان × گروه فقط برای Fmax در LE مشاهده شد که نشان داد گروه INT پیشرفت قابل توجهی از PRE به POST و PRE به FU داشته است ($p < 0.01$; $CON: +2.1$; $INT: +7.7$ ٪). به‌طور خلاصه، ترکیب تمرینات پویا و WB-EMS زیر حداکثری برای بهبود قدرت و توان پا مؤثر است. با این حال، در بزرگسالان سالم جوان، اثرات WB-EMS مشابه تمرین مقاومتی پویا بدون EMS بود، به جز افزایش بیشتر در Fmax اکستنشن پا در گروه WB-EMS. با توجه به اهمیت قدرت و توان عضلات در عملکرد ورزشی، تمرینات مختلفی برای بهبود این فاکتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، تمرینات ثبات مرکزی می‌توانند با بهبود کارایی سیستم عصبی-عضلانی، قدرت اندام تحتانی را افزایش دهند^۱. همچنین، تمرینات هاپینگ می‌توانند با ایجاد تغییرات در سیستم عصبی-عضلانی، زاویه فلکشن را افزایش دهند. با این حال، برای انتخاب بهترین روش تمرینی، باید به نوع ورزش، سن، جنس و سابقه تمرینی فرد توجه کرد. علاوه بر تمرینات سنتی، روش‌های نوین مانند تحریک الکتریکی و مغناطیسی نیز برای بهبود عملکرد عضلات مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با این حال، نتایج این تحقیقات متناقض بوده و نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه وجود دارد [۱۲].

سوسکا و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر تمرین هوازی (AT) و الکترومیوستیولاسیون (EMS) به تنهایی و ترکیبی بر توانبخشی ۷۱ بیمار مبتلا به نارسایی مزمن قلبی (CHF) پرداختند. شرکت‌کنندگان به سه گروه AT، EMS و AT+EMS تقسیم شدند و به مدت ۱۲ هفته تحت نظر بودند. نتایج نشان داد هر سه گروه بهبود قابل توجهی در تحمل ورزش (ΔVO_{2AT} , ΔVO_{2peak} , ΔW_{peak}) و کیفیت زندگی (MLHF) داشتند، اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها در بهبود تحمل ورزش مشاهده نشد. با این حال، بهبود کیفیت زندگی در گروه EMS کمتر از دو گروه دیگر بود. در نتیجه، هر دو روش تمرینی (AT و EMS) به تنهایی یا ترکیبی می‌توانند در توانبخشی بیماران CHF مفید



باشند، اگرچه به نظر می‌رسد AT و AT+EMS در بهبود کیفیت زندگی مؤثرتر هستند. انجام ورزش‌های هوازی و تمرینات مقاومتی با مشورت پزشک، گام مهمی در حفظ سلامتی قلب و جلوگیری از نارسایی قلبی است [۱۳].

کملر و همکاران (۲۰۱۸) در یک مطالعه تصادفی، اثر تحریک الکترومیوستی کل بدن (WB-EMS) و/یا مکمل پروتئین بر چاقی و خطر قلبی متابولیک را در ۱۰۰ مرد مسن (≤ ۷۰ سال) مبتلا به چاقی سارکوپنیک بررسی کردند. شرکت‌کنندگان به گروه‌های مکمل پروتئین آب پنیر (WPS)، WB-EMS، و مکمل پروتئین (WB-EMS&P) و گروه کنترل (CG) تقسیم شدند. پس از ۱۶ هفته، توده چربی کل بدن (TBF) در گروه‌های WPS و WB-EMS&P کاهش معناداری داشت، در حالی که در گروه کنترل افزایش یافت. توده چربی تنه (TF) و دور کمر (WC) نیز در گروه‌های درمان کاهش یافت. نسبت کلسترول کل/HDL-کلسترول (TC/HDL-C) در گروه‌های WB-EMS&P و WPS بهبود یافت. به طور خلاصه، مکمل پروتئین آب پنیر با دوز متوسط تا بالا، به ویژه در ترکیب با WB-EMS، می‌تواند برای مقابله با چاقی و خطر متابولیک قلبی در مردان مسن مبتلا به چاقی سارکوپنیک مفید باشد، به ویژه برای کسانی که ناتوان یا بی‌انگیزه برای ورزش معمولی هستند. این روش می‌تواند به بهبود ترکیب بدنی و کاهش عوامل خطر بیماری‌های قلبی-متابولیکی در این افراد کمک کند. با این حال، لازم است توجه شود که این مطالعه بر روی مردان مسن انجام شده و نتایج ممکن است برای سایر گروه‌های جمعیتی قابل تعمیم نباشد. از آنجایی که این مطالعه به بررسی افراد مسن مبتلا به چاقی سارکوپنیک پرداخته است، شایان ذکر است که مکمل سارکومیل ۲ نیز با هدف تغییر شرایط بدن از حالت کاتابولیک به آنابولیک و تحریک عضله سازی و پروتئین سازی، به ویژه در سالمندان و بیماران کاشکتیک فرموله شده است. سارکومیل حاوی ترکیباتی مانند پروتئین وی، کراتین، HMB، گلوتامین و BCAA است که هر کدام نقش مهمی در حفظ و ارتقاء توده عضلانی دارند. همچنین، مطالعه دیگری نشان داد که تمرین مقاومتی با باند کشی می‌تواند از طریق تعدیل سطوح فولیستاتین و میوستاتین، باعث بهبود ترکیب بدنی و توده عضلانی در افراد سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک شود [۱]. بنابراین، مداخلات تغذیه‌ای و ورزشی مناسب می‌توانند نقش مهمی در بهبود وضعیت سلامتی افراد مسن مبتلا به چاقی سارکوپنیک داشته باشند [۱۴].

فابیو لوئیز و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر اوج سرعت دویدن و نقطه انحراف ضربان قلب (VHRDP) را در ۱۶ زن کم‌تحرک بررسی کردند. شرکت‌کنندگان به دو گروه تمرین مقاومتی (RTG) و کنترل (CG) تقسیم شدند. گروه RTG چهار بار در هفته تمرینات مقاومتی برای گروه‌های عضلانی اصلی انجام دادند، در حالی که گروه CG به روال عادی خود ادامه دادند. نتایج نشان داد که RTG بهبود قابل توجهی در اوج سرعت (PV) و VHRDP داشت، در حالی که CG تغییرات معناداری را نشان نداد. بنابراین، تمرین مقاومتی به عنوان یک روش ورزشی مناسب برای بهبود آمادگی هوازی در زنان کم‌تحرک پیشنهاد می‌شود و می‌تواند به بهبود عملکرد ورزشی و شاخص‌های سلامتی این افراد کمک کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که افزودن تمرینات مقاومتی به برنامه‌های ورزشی می‌تواند راهکاری مؤثر برای بهبود آمادگی قلبی-عروقی و افزایش توانایی انجام فعالیت‌های روزمره در زنان کم‌تحرک باشد. مطالعات دیگر نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی، علاوه بر فواید جسمانی، اثرات مثبتی بر تصویر بدنی، شاخص توده



بدنی و عملکرد جنسی زنان نیز دارد. بنابراین، تمرینات مقاومتی می‌توانند به عنوان یک راهکار جامع برای بهبود سلامت جسمی و روانی زنان در نظر گرفته شوند [۱۵].

نانوا و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی مدل‌سازی ریاضی نقطه انحراف ضربان قلب (HRDP) در رابطه با جبران تنفسی و عملکرد دویدن روی تردمیل پرداختند. در این مطالعه، HRDP با استفاده از دو روش (SEG۲ و D-max) محاسبه و با نقطه جبران تنفسی (RCP) مقایسه شد. نتایج نشان داد که هیچ تفاوتی بین HRDP محاسبه شده با دو روش و RCP وجود ندارد و همبستگی قوی بین این مقادیر مشاهده شد. با این حال، هیچ رابطه‌ای بین این آستانه‌ها و عملکرد دویدن (Ktime۵) یافت نشد. در نتیجه، HRDP می‌تواند به عنوان روشی برای تخمین آستانه بی‌هوایی مورد استفاده قرار گیرد، اما به نظر نمی‌رسد با عملکرد دویدن ارتباطی داشته باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اگرچه HRDP و RCP می‌توانند اطلاعات مفیدی در مورد وضعیت فیزیولوژیکی فرد ارائه دهند، اما نمی‌توانند به طور قطعی عملکرد ورزشی را پیش‌بینی کنند و عوامل دیگری نیز در عملکرد دویدن نقش دارند. همچنین، یک مطالعه مروری در سال ۱۳۹۹ با عنوان "ابعاد روش شناسی نقطه شکست ضربان قلب (HRDP)" به بررسی چگونگی اندازه‌گیری و محاسبه HRDP پرداخته است [۲۴]. این مطالعه نشان می‌دهد که HRDP به عنوان نقطه‌ای که ضربان قلب از خط مستقیم در بررسی ارتباط بین کار و زمان منحرف می‌شود، تعریف شده و می‌تواند به عنوان معیاری برای برنامه‌ریزی شدت تمرین مورد استفاده قرار گیرد [۲]. با این حال، برای درک بهتر کاربردهای HRDP در زمینه‌های مختلف ورزشی و بالینی، نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه وجود دارد. علاوه بر این، باید توجه داشت که عوامل مختلفی می‌توانند بر دقت اندازه‌گیری HRDP تأثیر بگذارند، از جمله روش اندازه‌گیری، وضعیت فیزیولوژیکی فرد و شرایط محیطی. بنابراین، در تفسیر نتایج حاصل از اندازه‌گیری HRDP، باید به این عوامل توجه کرد و از روش‌های استاندارد و معتبر برای اندازه‌گیری استفاده کرد [۱۶].

زونیکا و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر پروتکل‌های مختلف ورزشی (پله‌ای و شیب‌دار) و الگوریتم‌های رگرسیونی بر ارزیابی آستانه بی‌هوایی (AT) در ۱۳ بزرگسال سالم پرداختند. نتایج نشان داد پروتکل پله‌ای در مقایسه با پروتکل شیب‌دار، مقادیر بیشتری را برای VO2 و ضربان قلب در AT نشان می‌دهد، اما تفاوت معناداری در توان خروجی در AT بین دو پروتکل وجود نداشت. همچنین، تفاوت معناداری بین الگوریتم‌های رگرسیونی مورد استفاده برای تخمین AT در پروتکل‌ها مشاهده نشد. در نتیجه، انتخاب پروتکل ورزشی (پله‌ای یا شیب‌دار) می‌تواند بر ارزیابی VO2 و ضربان قلب در AT تأثیر بگذارد، در حالی که الگوریتم‌های رگرسیونی تأثیر قابل توجهی ندارند. این یافته‌ها به متخصصان ورزشی کمک می‌کند تا در انتخاب پروتکل مناسب برای ارزیابی آستانه بی‌هوایی، با توجه به نوع فعالیت و شرایط فردی، تصمیم‌گیری بهتری داشته باشند. با این حال، نکته مهم در نظر گرفتن این است که این مطالعه بر روی افراد سالم انجام شده و ممکن است نتایج آن برای افراد با شرایط خاص (مانند بیماران قلبی عروقی یا افراد با سطوح آمادگی جسمانی متفاوت) قابل تعمیم نباشد. در کنار بررسی پروتکل‌های ورزشی و الگوریتم‌های رگرسیونی، عوامل دیگری نیز می‌توانند بر ارزیابی دقیق آستانه بی‌هوایی تأثیرگذار باشند. این عوامل شامل وضعیت هیدراتاسیون فرد، دمای محیط، سطح استرس و مصرف برخی داروها می‌شوند. بنابراین، برای ارزیابی دقیق آستانه بی‌هوایی، لازم است تمامی این



عوامل در نظر گرفته شوند و از روش‌های استاندارد و معتبر برای اندازه‌گیری استفاده شود. همچنین، به نظر می‌رسد استفاده از مکمل‌هایی مانند کراتین مونوهیدرات و مخلوط کربوهیدرات-پروتئین، تأثیری بر قدرت بیشینه ندارند [۱۷].

افرونده و همکاران (۲۰۲۱) توافق بین نقطه انحراف ضربان قلب (HRDP) و حداکثر حالت پایدار لاکتات (MLSS) را در ۱۱۸ مرد جوان با توده‌های بدنی مختلف بررسی کردند. HRDP با روش S.Dmax و MLSS با دوییدن‌های سرعت ثابت تعیین شد. نتایج نشان داد توافق خوبی بین HRDP و MLSS برای ضربان قلب و سرعت در همه شرکت‌کنندگان و در گروه‌های مختلف توده بدنی وجود دارد. در نتیجه، HRDP می‌تواند به عنوان روشی ساده، غیرتهاجمی و کارآمد برای تعیین عملکرد هوازی زیر حداکثر در مردان جوان غیرورزشکار با توده‌های بدنی متفاوت مورد استفاده قرار گیرد. این روش می‌تواند به سادگی و با دقت مناسب، عملکرد هوازی افراد را ارزیابی کند. با این حال، از آنجا که این مطالعه بر روی مردان جوان انجام شده، ممکن است نتایج آن برای سایر گروه‌های جمعیتی قابل تعمیم نباشد. الکتروکاردیوگرام (ECG) می‌تواند در تفسیر وضعیت‌های مختلف قلبی کمک کننده باشد. معمولاً بیماران مبتلا به بلوک درجه سه، ضربان قلب منظم و آهسته‌ای دارند و در ECG، خط ایزوالکتریک بین امواج دیده می‌شود. موج P نشان دهنده دپولاریزاسیون دهلیزها است و شکل و ارتفاع آن می‌تواند اطلاعاتی در مورد سلامت دهلیزها ارائه دهد. قطعه ST نیز اهمیت تشخیصی زیادی از نظر ایسکمی و انفارکتوس دارد. بنابراین، در کنار ارزیابی عملکرد هوازی با روش‌هایی مانند HRDP، توجه به سلامت کلی قلب و عروق و بررسی ECG نیز برای تشخیص و پیشگیری از مشکلات قلبی ضروری است [۱۸].

ریبیرو و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر تمرین مقاومتی (RT) را بر پروتئین واکنشی (CRP)، گلوکز خون (GLU) و نیمرخ لیپیدی در ۶۵ زن مسن (میانگین سنی ۶۸.۹ سال) با سطوح مختلف تجربه RT بررسی کردند. شرکت‌کنندگان به دو گروه تقسیم شدند: گروه پیشرفته (که قبلاً RT انجام داده بودند) و گروه تازه‌کار (بدون تجربه قبلی در RT). هر دو گروه یک برنامه RT مشابه را به مدت ۸ هفته، ۳ روز در هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که RT به طور کلی نمایه متابولیک را در زنان مسن بهبود می‌بخشد. به طور خاص، کاهش قابل توجهی در CRP در گروه پیشرفته مشاهده شد، در حالی که هر دو گروه کاهش GLU و TG و افزایش HDL-C را تجربه کردند. در نتیجه، RT می‌تواند یک استراتژی مؤثر برای بهبود سلامت متابولیک در زنان مسن باشد و به نظر می‌رسد تمرین طولانی‌مدت منجر به کاهش بیشتر CRP می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرینات مقاومتی می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی سالمندان کمک کنند. همچنین، تمرینات مقاومتی با باندهای کشی نیز می‌توانند در بهبود عوامل خطر قلبی عروقی در زنان سالمند چاق مؤثر باشند [۱۸].

مان و همکاران (۲۰۱۴) در یک بررسی جامع، تأثیرات متفاوت تمرین هوازی، تمرین مقاومتی و تمرینات ترکیبی بر کلسترول و نیمرخ لیپیدی را مورد ارزیابی قرار دادند. با توجه به ارتباط مستقیم بین افزایش مزمن کلسترول (دیس لیپیدمی) و بیماری عروق کرونر قلب، کاهش کلسترول تام به عنوان یک هدف اصلی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی در نظر گرفته می‌شود. شواهد نشان می‌دهد ورزش تأثیرات مثبتی بر دیس لیپیدمی دارد، اما هنوز مشخص نیست که کدام نوع، شدت، مدت و دفعات ورزش برای بهبود سطح کلسترول بهینه هستند. این بررسی، شواهد حاصل



از ۱۳ تحقیق و دو مقاله مروری را ارزیابی کرده و تأثیرات مثبت فعالیت ورزشی منظم بر سطح کلسترول را تأیید می‌کند و به اثرات حجم‌ها و شدت‌های متفاوت ورزش بر انواع مختلف کلسترول می‌پردازد. در نتیجه، توصیه‌های ورزشی مبتنی بر شواهد ارائه شده تا تجویز و ارائه مداخلات ورزشی به منظور بهینه‌سازی سطوح کلسترول تسهیل شود. ورزش هوازی، تمرینات مقاومتی و ترکیبی هر سه می‌توانند تأثیرات مفیدی بر سطوح چربی خون داشته باشند. فعالیت هوازی به طور منظم با افزایش غلظت HDL و بهبود نیمرخ لیپوپروتئینی پلاسما مرتبط است. تمرینات مقاومتی نیز می‌توانند منجر به کاهش آنزیم‌های کبدی و بهبود نیمرخ لیپیدی شوند. با این حال، تأثیر ورزش بر نیمرخ لیپیدی می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند نوع فعالیت ورزشی، شدت تمرین، مدت زمان تمرین، و همچنین رژیم غذایی فرد باشد. همچنین، برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات استقامتی تأثیر معناداری بر میزان آنزیم‌های کبدی ندارند. بنابراین، برای دستیابی به بهترین نتایج، لازم است یک برنامه ورزشی مناسب با در نظر گرفتن شرایط فردی و با راهنمایی متخصصان طراحی شود [۱۹].

توملری و همکاران (۲۰۱۶) در یک کارآزمایی تصادفی کنترل شده، تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی (RT) را بر سطح التهاب، پروفایل لیپیدی و گلیسمی در ۳۸ زن مسن چاق بررسی کردند. شرکت‌کنندگان به دو گروه تمرینی (TG) و کنترل (CG) تقسیم شدند. گروه TG به مدت ۸ هفته، ۳ بار در هفته تمرینات مقاومتی انجام دادند. نتایج نشان داد که پس از دوره مداخله، گروه TG در مقایسه با گروه CG، مقادیر کمتری از اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز تومور آلفا، پروتئین واکنشی C، لیپوپروتئین با چگالی کم، گلوکز ناشتا، چربی تنه و چربی کل بدن داشتند. همچنین، گروه TG مقادیر بالاتری از لیپوپروتئین با چگالی بالا نشان داد. در نتیجه، ۸ هفته RT می‌تواند سطوح التهابی، پروفایل لیپیدی و گلیسمی را در زنان مسن چاق بهبود بخشد و از نقش مهم RT در پیری سالم حمایت می‌کند. تمرین مقاومتی نه تنها به بهبود چاقی و پروفایل لیپیدی کمک می‌کند، بلکه قادر است بیان ژن‌های مرتبط با خطر قلبی عروقی را نیز تعدیل کند. همچنین، مشخص شده است که تمرینات هوازی نیز می‌توانند سطح هورمون‌های مرتبط با چاقی را بهبود بخشند. بنابراین، ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی می‌تواند به عنوان یک استراتژی جامع برای بهبود سلامت زنان مسن چاق در نظر گرفته شود. همچنین، تمرین مقاومتی کم شدت برای کاهش شاخص‌های چاقی موثرتر از تمرین هوازی است [۲۰].

پائولی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر تمرینات دایره ای با شدت بالا، تمرینات دایره ای با شدت کم و تمرینات استقامتی بر فشار خون و لیپوپروتئین‌ها در مردان میانسال دارای اضافه وزن را مورد بررسی قرار دادند. ۵۸ شرکت‌کننده (سنین 3.3 ± 6.1 سال، BMI 0.9 ± 29.8) به طور تصادفی در یکی از سه گروه درمانی تمرینی: HICT، LICT و ET قرار گرفتند. سه گروه سه بار در هفته و هر جلسه ۵۰ دقیقه به مدت ۱۲ هفته ورزش کردند. ویژگی‌های تن سنجی پایه و بعد از مداخله: وزن بدن (BW)، توده چربی (FM)، فشار خون: دیاستولیک (DBP) و سیستولیک (SBP)، پارامترهای خون: CHOL-t (کلسترول کل)، LDL-C (لیپوپروتئین-کلسترول با چگالی کم)، HDL-C (لیپوپروتئین-کلسترول با چگالی بالا)، TG (تری گلیسیرید)، ApoB و نسبت ApoB/ApoA1 اندازه گیری شد. نتایج در مقایسه با سایر گروه‌ها، HICT کاهش قابل توجهی بالاتری در FM، DBP، CHOLt، LDL-C، TG، ApoB و افزایش قابل توجهی بیشتر در HDL-



C با چگالی بالا نشان داد. LICT منجر به بیشترین کاهش در SBP شد. همه گروه ها بدون هیچ تفاوت معنی داری بین گروه ها بهبود معنی داری در BW نشان دادند. نتیجه گیری یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که تمرینات دایره‌ای با شدت بالا در بهبود فشار خون، لیپوپروتئین‌ها و تری گلیسیریدها مؤثرتر از تمرینات استقامتی به تنهایی یا تمرینات مداری با شدت پایین‌تر است [۲۱].

کیم و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی بر سطح آیریزین و ارتباط آن با ترکیب بدن در بزرگسالان دارای اضافه وزن/چاق پرداختند. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی، برخلاف تمرین هوازی، به طور معناداری سطح آیریزین در گردش را افزایش می‌دهد و با افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی مرتبط است. در نتیجه، تمرین مقاومتی می‌تواند نوع موثری از ورزش برای افراد دارای اضافه وزن/چاق باشد، زیرا همزمان با بهبود ترکیب بدن، سطح آیریزین را نیز افزایش می‌دهد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی می‌تواند از طریق افزایش آیریزین، اثرات مفیدی بر متابولیسم و ترکیب بدن داشته باشد [۲۲].

تحقیقات دیگر نیز نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی و استقامتی هر دو می‌توانند سطوح آیریزین را در بافت کبد و عضله دوقلو افزایش دهند [۲۳]. همچنین، یک جلسه فعالیت مقاومتی با شدت بالا می‌تواند منجر به افزایش سطوح آیریزین و فاکتورهای التهابی شود [۲۴]. به طور کلی، فعالیت ورزشی، به ویژه تمرینات مقاومتی، می‌تواند نقش مهمی در افزایش سطح آیریزین و بهبود وضعیت متابولیکی بدن ایفا کند. از طرفی، تمرین مقاومتی کم شدت برای کاهش شاخص‌های چاقی مؤثرتر از تمرین هوازی است [۲۵].

نتیجه‌گیری:

به طور کلی، تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی، هر دو ابزارهای ارزشمندی برای بهبود سلامت قلبی عروقی و عملکرد هوازی هستند. تمرین مقاومتی می‌تواند به بهبود VHRDP، ترکیب بدنی، و پروفایل لیپیدی کمک کند، در حالی که EMS می‌تواند به عنوان یک جایگزین یا مکمل برای تمرینات سنتی، به ویژه در افراد با محدودیت‌های حرکتی، مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، برای بهینه‌سازی برنامه‌های تمرینی و دستیابی به بهترین نتایج، لازم است به شرایط فردی، اهداف تمرینی، و ویژگی‌های هر روش توجه کرد. تحقیقات آینده باید بر روی بررسی دقیق‌تر مکانیزم‌های عمل، تعیین بهترین پروتکل‌های تمرینی، و ارزیابی اثرات این روش‌ها در گروه‌های جمعیتی مختلف تمرکز کنند.

منابع

یاور مسرور، سهیلا، علمیه، علیرضا، فدائی چافی، محمدرضا. مقایسه اثر تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضله (EMS) بر سطوح سرمی آیریزین و متابولیسم گلوکز در زنان میانسال غیرفعال دارای اضافه وزن. سوخت و ساز و فعالیت ورزشی 2022.21042.222. doi: 10.22124/jme.2022.21042.222, 1400; 11(1): 89-103.

درخشان نژاد، مهری، نیکبخت، مسعود، قنبرزاده، محسن، & رنجبر. (۲۰۲۰). اثر ترتیب تمرین موازی به همراه تحریک الکتریکی عضلانی بر عملکرد جسمانی زنان سالمند جوان. فصلنامه علمی پژوهشی توانبخشی، ۲۱(۴)، ۰-۰.



یاور مسرور سهیلا، علمیه علیرضا، فدایی چافی محمدرضا. تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی و تحریک الکتریکی عضلانی بر سطوح پروتئین IGF ۱ و آیریزین در زنان میانسال. مجله دانشگاه علوم پزشکی جیرفت. ۱۴۰۰؛ ۸ (۳) ۷۴۹-۷۵۸:

احدی فردوس؛ حبیبی عبدالحمید؛ قنبرزاده محسن. مقایسه اثر ۶ هفته تمرینات قدرتی و تحریک الکتریکی بر میزان قدرت عضله چهارسرانی دختران بسکتبالیست. ۲۰۱۷.

اسبرزاده، سیاه کوهیان، معرفت، بلبل، & لطفعلی. (۲۰۱۸). مقایسه نقطه شکست ضربان قلب به روش Dmax. S با آستانه تهویه‌های در مردان غیرفعال. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ۱۱(۱)، ۱۲۹-۱۳۸.

معمارمقدم؛ طالبی گرگانی. مقایسه ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، استرس اکسایشی و نیم رخ لیپوپروتئینی دوندگان سرعت با غیر ورزشکاران. پژوهشنامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، ۲۰۱۰، ۱۲.۶: ۹۵-۱۰۴.

FERNÁNDEZ-ELÍAS, Valentín E., et al. Acute effects of whole-body electromyostimulation during a single maximal strength training session. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19.21: 13753.

STASIULIS, ARVYDAS; ANČLAUSKAS, ROMUTIS; JAŠČANIN, J. The effects of training intensity on blood lactate breakpoints in runners. *Journal Of Human Kinetics*, 2000, 3: 17-26.

KEMMLER, Wolfgang, et al. Effects of whole-body electromyostimulation versus high-intensity resistance exercise on body composition and strength: a randomized controlled study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016, 2016.1: 9236809.

PALAU, Patricia, et al. Inspiratory muscle training and functional electrical stimulation for treatment of heart failure with preserved ejection fraction: the TRAINING-HF trial. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 2019, 72.4: 288-297.

ABULHASAN, Jawad F., et al. Peripheral electrical and magnetic stimulation to augment resistance training. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2016, 1.3: 328-342.

MICKE, Florian, et al. Effects of an eight-week superimposed submaximal dynamic whole-body electromyostimulation training on strength and power parameters of the leg muscles: a randomized controlled intervention study. *Frontiers in physiology*, 2018, 9: 1719.

SOSKA, Vladimir, et al. Exercise training combined with electromyostimulation in the rehabilitation of patients with chronic heart failure: A randomized trial. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 2014, 158.1.

KEMMLER, Wolfgang, et al. Effect of whole-body electromyostimulation and/or protein supplementation on obesity and cardiometabolic risk in older men with sarcopenic obesity: the randomized controlled FranSO trial. *BMC geriatrics*, 2018, 18: 1-12.

TOMIELLO, Fabio Luiz, et al. EFFECTS OF 8 WEEKS RESISTANCE TRAINING ON PEAK RUNNING VELOCITY AN BAKER, Kayla. Mathematical Modeling of Heart Rate Deflection Point in Relation to Respiratory Compensation and Treadmill Running Performance. 2016.

D HEART RATE DEFLECTION POINT IN SEDENTARY WOMEN. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2020.

ZUNIGA, Jorge M., et al. The effect of different exercise protocols and regression-based algorithms on the assessment of the anaerobic threshold. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014, 28.9: 2507-2512.

RIBEIRO, Alex S., et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age*, 2015, 37: 1-11.



MANN, Steven; BEEDIE, Christopher; JIMENEZ, Alfonso. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports medicine*, 2014, 44: 211-221.

TOMELERI, Crisiel M., et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Experimental gerontology*, 2016, 84: 80-87.

PAOLI, Antonio, et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in health and disease*, 2013, 12: 1-8.

KIM, Hee-Jae, et al. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiological research*, 2016, 65.2: 271.

Mohammad, Rashidlmir, Sadeghi Fazel, Farida, Khajehei, & Rambod. (2020). The Effect of Eight Weeks of Progressive Resistance and Endurance Training on Irisin Levels of Liver Tissue and Gastrocnemius Muscle in Male Rats. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 27(3), 340-346.

Translation: Asghari, Rashidlamir, Attarzadeh Hosseini, & Moazami. (2018). *The effect of one session of high-intensity resistance activity on plasma irisin, IL-15, IL-6, and TNF- α levels in young sedentary women*. Nishapur Faculty of Medical Sciences, 6.

Translation: Mehdizadeh, Rahimeh, & Khosravi. (2015). Comparison of the effect of aerobic and low-intensity resistance training on anthropometric indices of obesity in overweight women. *Research in Sport Physiology and Management*, 7(4), 33-43.



The Physiological Impact of Aerobic Exercise on Sport Managers Decision Making and Performance

Mahdi Barani ^{1*} Mahdi Talebpour², Mohammad Keshtidar³, Reza Khodadost⁴

1. *PhD student of Sport Management, Ferdowsi University of Mashhad*

2. *Professor Sport Management, Ferdowsi University of Mashhad*

3. *Professor of Sport Management, Ferdowsi University of Mashhad*

4. *PhD student of Sport Management, Ferdowsi University of Mashhad*

*Corresponding author email: mahdibarani922@gmail.com

Abstract

Physical activity with low and moderate intensity can increase the amount of energy in the body. Exercise fights fatigue and increases mental and physical energy. Aerobic exercise not only increases the speed of body muscles. It also speeds up the ability to make decisions. Outdoor exercise (aerobic exercise) increases the volume of the white part of the brain. Aerobic physical activity combats depression. Stress creates a destructive substance in the blood and brain. However, aerobic exercise creates a special protein in the body that destroys this harmful substance. The statistical population of this research was the sports managers of Mashhad education departments. Also, in this research, a researcher-made questionnaire was used, the validity and reliability of which was confirmed by sports experts and Cronbach's alpha was 0.88. The results of the research showed that exercise affects the brain in a way that the individual's will increases and the individual's control improves, and decision making for managers who exercise outdoors is rational and calculated compared to other managers and far from anxiety. And anxiety is associated. Studies have shown that doing a small amount of exercise also makes a person more relaxed and focused. Aerobic exercise has an effect on the individual's behavioral pattern and emotional control, so that compared to other people and managers, when faced with problems and organizational issues, they have a higher recognition and decision-making power. Aerobic exercise and physical activity among managers will improve their skills and knowledge. In this way, not only in their decisions, but also in organizational policies, they will achieve many successes. Sports and physical activities allow managers to learn skills that will have a significant impact on their decision making. The results



of the research showed that managers who participate in sports and physical activity have better mental health compared to inactive managers. Aerobic exercise and physical activity can affect mental health by strengthening the sense of safety, strengthening communication and common organizational goals. Finally, all these events lead to better physical and mental states. Therefore, it is suggested that putting exercise in the program of managers can reduce the level of anxiety, stress and depression and increase the improvement of performance and more importantly make the right decision in the interests of the organization.

Keywords: aerobic exercise, physiological, decision making, performance



The Role of Exercise in Managing Dyslipidemia

Mohsen Shafaghathi¹

1-Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil/m.shafaghathi77@gmail.com

Abstract

Dyslipidemia, a leading risk factor for cardiovascular diseases (CVD), is characterized by abnormal lipid levels, including elevated low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), reduced high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), and elevated triglycerides (TG). Exercise has emerged as a pivotal non-pharmacological intervention for improving lipid profiles and reducing CVD risk. This review aims to explore the impact of aerobic, resistance, and combined exercise modalities on dyslipidemia management by synthesizing evidence from key studies. The mechanisms underlying these benefits are also examined, including enhanced lipid metabolism, reduced systemic inflammation, and improved cardiovascular fitness. Special emphasis is placed on the long-term protective effects of consistent physical activity across life stages and tailored exercise recommendations for elderly populations. The findings underscore the necessity of integrating exercise into dyslipidemia management protocols and guiding future research to optimize exercise regimens for diverse populations (Estruch et al., 2013; Kodama et al., 2007).

Keywords: Dyslipidemia, cardiovascular disease, exercise, statins, elderly.

Introduction

Dyslipidemia is a critical public health concern and a major modifiable risk factor for CVD. Abnormal lipid levels—elevated LDL-C and TG and reduced HDL-C—accelerate atherosclerosis, increasing the risk of coronary artery disease (CAD), stroke, and other cardiovascular events (Heart Protection Study Collaborative Group, 2002). While pharmacological interventions such as statins are highly effective, non-pharmacological strategies like exercise offer sustainable and complementary benefits (PROSPER Study Group, 2002).

Methods

This review aims to provide a comprehensive analysis of the role of exercise in dyslipidemia management. By synthesizing findings from pivotal studies, the article highlights the mechanisms through which exercise modulates lipid profiles and examines the efficacy of different exercise modalities, including aerobic, resistance, and combined approaches. Special attention is given to the importance of lifelong physical activity and tailored exercise recommendations for high-risk groups, including the elderly (Lifelong Physical Activity in Preventing Dyslipidemia, 2013).

Results & Conclusion

Mechanisms of Exercise-Induced Lipid Modulation: The beneficial effects of exercise on lipid profiles are mediated through several physiological mechanisms:

Enhanced Lipid Metabolism: Exercise stimulates the activity of enzymes such as lipoprotein lipase, which facilitates the breakdown of TG and the remodeling of lipoproteins. This leads to increased HDL-C levels and reduced LDL-C and TG levels (Kodama et al., 2007). Aerobic exercise, in particular, enhances fatty acid oxidation, reducing lipid accumulation in the bloodstream (Estruch et al., 2013).

Reduction in Systemic Inflammation: Chronic inflammation contributes to dyslipidemia and atherosclerosis. Regular exercise reduces inflammatory markers such as C-reactive protein (CRP) and



interleukin-6 (IL-6) while promoting the release of anti-inflammatory cytokines like interleukin-10 (IL-10) (Immunological Mechanisms of Exercise in Dyslipidemia Management, 2013).

Improvement in Cardiovascular Fitness: Exercise improves endothelial function, enhances arterial compliance, and reduces blood pressure. These cardiovascular adaptations contribute indirectly to better lipid profiles by improving overall metabolic health and reducing CVD risk (Heart Protection Study Collaborative Group, 2002).

Mitochondrial Adaptations: Both aerobic and resistance exercises promote mitochondrial biogenesis and function, improving energy utilization and reducing oxidative stress. These adaptations are critical for lipid metabolism and overall metabolic health (Kelly et al., 2011).

Evidence from Exercise Modalities

Aerobic Exercise: Aerobic activities such as running, cycling, and swimming have consistently demonstrated significant improvements in lipid profiles. A meta-analysis of 148 studies reported that aerobic exercise increases HDL-C by 4–13% and reduces LDL-C and TG by up to 15% (Kodama et al., 2007).

Resistance Training: Resistance training, including weightlifting and bodyweight exercises, improves HDL-C levels and alters LDL particle size, making LDL less atherogenic (Kelly et al., 2011). While its effects on LDL-C and TG are less pronounced than aerobic exercise, resistance training provides additional benefits such as increased muscle mass and strength, which contribute to overall metabolic health.

Combined Aerobic and Resistance Training: Combining aerobic and resistance training offers the most comprehensive benefits for dyslipidemia management. This approach improves all lipid parameters while simultaneously enhancing cardiovascular fitness, muscular strength, and insulin sensitivity (Combined Effects of Statins and Exercise on Skeletal Muscles, 2013).

Lifelong Physical Activity: Long-term engagement in physical activity provides cumulative benefits for lipid profiles and cardiovascular health. A study conducted across eight cities in Brazil revealed that individuals who maintained consistent physical activity from childhood through adulthood had a 65% lower risk of dyslipidemia (Lifelong Physical Activity in Preventing Dyslipidemia, 2013).

Exercise Recommendations for Dyslipidemia Management

Aerobic Exercise: Engage in at least 150 minutes of moderate-intensity aerobic activity or 75 minutes of vigorous-intensity activity per week (Kodama et al., 2007).

Resistance Training: Incorporate resistance exercises targeting major muscle groups at least twice a week (Kelly et al., 2011).

Combined Training: Blend aerobic and resistance exercises for optimal lipid and cardiovascular benefits (Combined Effects of Statins and Exercise on Skeletal Muscles, 2013).

Tailored Recommendations for Elderly Populations: Elderly individuals face unique challenges, including reduced mobility and comorbidities. Low-impact activities such as walking, water aerobics, and yoga are effective for improving lipid profiles and cardiovascular health (PROSPER Study Group, 2002).

Future Directions: While existing evidence highlights the benefits of exercise for dyslipidemia, several areas require further investigation:

Optimizing Exercise Regimens: Research is needed to determine the most effective combinations of intensity, duration, and frequency for different populations.

Molecular Mechanisms: Exploring the molecular pathways through which exercise influences lipid metabolism could inform targeted interventions (Immunological Mechanisms of Exercise in Dyslipidemia Management, 2013).



Integration with Pharmacological Therapies: Studies should assess how exercise interacts with medications like statins to optimize outcomes and minimize adverse effects (Heart Protection Study Collaborative Group, 2002).

Conclusion

Exercise is a cornerstone of dyslipidemia management, offering significant improvements in lipid profiles and overall cardiovascular health. Aerobic, resistance, and combined exercise modalities provide complementary benefits, with long-term physical activity conferring sustained protection against dyslipidemia. Tailored exercise programs, particularly for elderly populations, are essential for maximizing benefits and addressing individual needs.

Integrating exercise into dyslipidemia management protocols not only reduces CVD risk but also enhances quality of life. Future research should focus on optimizing exercise regimens and exploring novel therapeutic combinations to further enhance the efficacy and safety of dyslipidemia interventions.

References

Estruch, R., et al. "Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet." *New England Journal of Medicine*, 368.14 (2013): 1279-1290.

Heart Protection Study Collaborative Group. "MRC/BHF Heart Protection Study of cholesterol-lowering with simvastatin in 20,536 high-risk individuals: a randomised placebo-controlled trial." *The Lancet*, 360.9326 (2002): 7-22.

Immunological Mechanisms of Exercise in Dyslipidemia Management. Highlights the modulation of inflammation, oxidative stress, and immune response through physical activity.

Kelly, P., et al. "Resistance exercise training and its impact on high-density lipoprotein cholesterol levels: a meta-analysis." *British Journal of Sports Medicine*, 45.10 (2011): 807-812.

Kodama, S., et al. "Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis." *Archives of Internal Medicine*, 167.10 (2007): 999-1008.

Lifelong Physical Activity in Preventing Dyslipidemia. Demonstrates the long-term benefits of consistent physical activity in reducing the prevalence of dyslipidemia across life stages.

PROSPER Study Group. "Pravastatin in elderly individuals at risk of vascular disease (PROSPER): a randomised controlled trial." *The Lancet*, 360.9346 (2002): 1623-1630.

Combined Effects of Statins and Exercise on Skeletal Muscles. Explores how statin therapy interacts with physical exercise, emphasizing muscle-related side effects and mitigation strategies.



نقش مداخلات ورزشی بر بیماری‌های کلیوی مزمن در افراد مبتلا به دیابت ملیتوس

نیلوفر رجایی*^۱، فرناز سیفی^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

niloofar.rajaei76@gmail.com

۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

دیابت یک بیماری جدی و دائمی است که اگر درمان نشود، می‌تواند منجر به عوارض جدی سلامتی از جمله آسیب به چشم، اعصاب، قلب و کلیه شود. علیرغم پیشرفت‌های قابل توجه در مدیریت نفروپاتی دیابتی، این بیماری همچنان عامل اصلی نارسایی کلیه در مرحله نهایی در اکثر نقاط جهان است. بنابراین، راهبردهای جدید برای درمان و پیشگیری از دیابت ضروری است. انجام تمرینات ورزشی ناهنجاری‌های مورفولوژیکی کلیه مرتبط با دیابت را کاهش داده و همچنین موجب کاهش نشانگرهای فیبروز گلوмерولی، فیبرونکتین و نشانگرهای التهاب کلیه می‌شود. این مطالعه به صورت مروری به تحقیقاتی می‌پردازد که تاثیر تمرینات ورزشی در افراد دیابتی مبتلا به بیماری‌های مزمن کلیوی را بررسی کرده‌اند. برای جستجوی مطالعات مرتبط، از پایگاه‌های PubMed، Scopus، SID، Google Scholar، IRANDOC استفاده شد.

در بررسیها، اثرات مثبت ورزش بر VO_{2max} ، ظرفیت عملکردی، قدرت عضلانی اندام فوقانی و سطح هموگلوبین نشان داده شده است. افزایش فعالیت عصبی سمپاتیک در حین ورزش، جریان خون کلیوی را کاهش می‌دهد، که می‌تواند ساختارهای نزدیک کلیه را تغییر دهد و بر عملکرد آن تأثیر بگذارد.

فعالیت بدنی ممکن است فواید متعددی برای بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیوی (CKD) داشته باشد. در نتیجه، انجام تمرینات ورزشی به صورت روتین و با شدت کم تأثیر منفی بر عملکرد کلیه ندارد. نوع تمرینات ورزشی، شدت و مدت زمان و نوع آب و هوا در میزان اثرگذاری تمرینات ورزشی بر روی کلیه تأثیر دارد. در مقابل، ظرفیت هوازی و عملکردی را بهبود می‌بخشد و تأثیر مثبتی بر کیفیت زندگی دارد.

کلمات کلیدی: تمرین مقاومتی، هوازی، دیابتی، بیماری کلیوی

مقدمه بیماری قند یا دیابت از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیکی است (۱). دیابت یک بیماری جدی و دائمی است که در آن میزان گلوکز خون بسیار بالا است. اگر درمان نشود، می‌تواند منجر به عوارض جدی سلامتی از جمله آسیب به چشم، اعصاب، قلب و کلیه شود (۲). یکی از شایع‌ترین بیماری‌هایی که می‌تواند عملکرد کلیوی را به طور جدی مختل ساخته و فرد را برای پیوند کلیوی داوطلب نماید دیابت ملیتوس است (۲). بیماری مزمن کلیوی (CKD) شرایطی



است که با استرس اکسیداتیو و التهاب مزمن همراه است. این وضعیت منجر به تجمع مواد زائد متابولیسم و اختلال در هموستاز (تعادل درونی بدن) می‌شود که بر بسیاری از اندام‌های هدف، از جمله سیستم قلبی عروقی، تأثیر می‌گذارد. نتیجه این اختلال، کاهش تدریجی ظرفیت بدنی و افزایش میزان مرگ‌ومیر است (۳). علاوه بر این، اختلالاتی در سیستم اسکلتی-عضلانی مانند پوکی استخوان و کاهش توده عضلانی مشاهده می‌شود. سارکوپنی در مراحل اولیه بیماری کلیوی حضور دارد و با پیشرفت بیماری افزایش می‌یابد. این وضعیت با افزایش مرگ‌ومیر، ناتوانی، و خطر افتادن، شکستگی و بستری شدن بیماران ارتباط دارد (۴).

ورزش می‌تواند فواید متعددی برای بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیوی (CKD) داشته باشد. در گذشته، انجام فعالیت بدنی به دلیل نگرانی از تأثیر منفی آن بر عملکرد کلیه و افزایش پروتئینوری برای بیماران CKD توصیه نمی‌شد اما نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داد که ورزش تأثیر منفی بر میزان فیلتراسیون گلومرولی (GFR) و پروتئینوری نداشته است. امروزه مشخص شده است که بی‌حرکی می‌تواند هم علت و هم نتیجه ی پیشرفت بیماری کلیوی باشد. ب فعالیت بدنی بیماران همزمان با کاهش فیلتراسیون گلومرولی کاهش می‌یابد، که این موضوع یک عامل کلیدی و قابل تغییر است که می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر بقا و کیفیت زندگی این بیماران داشته باشد (۴).

ورزش و فعالیت بدنی می‌تواند برای پیشگیری و درمان طیف گسترده ای از بیماری‌های مزمن، از جمله، بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، فشار خون بالا و انواع خاصی از سرطان مفید باشد. در بیماری مزمن کلیه (CKD)، پیشنهاد شده است که ورزش می‌تواند عملکرد کلیه را بهبود بخشد. در افراد دیابتی نوع ۱، فعالیت بدنی شدید با پیشگیری از ایجاد میکروآلبومینوری و همچنین کاهش پیشرفت نوروپاتی همراه است. در بیماران مبتلا به دیابت، گزارش شده است که ورزش می‌تواند آلبومینوری و پیشرفت بیماری کلیوی را کاهش دهد. با این حال، مکانیسم مولکولی که توسط آن ورزش بدنی از کلیه در دیابت محافظت می‌کند، هنوز به خوبی شناخته نشده است (۴).

سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون مجموعه ای از واکنشهایی است که هنگامی که حجم خون کاهش می‌یابد، فعال می‌شود. مکانیسم‌های RAAS و فعالیت مزمن این سیستم، زمینه ساز فشار خون بالا ناشی از قند در بسیاری از مدل‌های حیوانی است (۵). به نظر می‌رسد آنژیوتانسین علاوه بر ایجاد انقباض عروقی، باعث آسیب کلیوی از طریق متوقف کردن رشد سلولی، ایجاد التهاب و ایجاد فیبروز می‌گردد (۵، ۶). در نارسایی مزمن کلیه، فعالیت‌های حیاتی که کلیه‌ها انجام می‌دهند تحت تأثیر بیماری‌های پیشرونده مثل دیابت، گلومرولونفریت تکرار شونده، نارسایی قلب و پرفشارخونی بدخیم قرار گرفته و به طور فزاینده‌ای نقش حیاتی کلیه از آن سلب می‌شود و بدون توجه به علل این بیماری‌ها به نارسایی مزمن کلیه ختم خواهد شد (۲).

در مطالعه دیگری، مشخص شد که در کلیه، فیبروز توسط ایزیرین کاهش می‌یابد و این اثر با مهار گیرنده β فاکتور رشد تبدیل کننده (TGF) انجام می‌شود. ایزیرین یک میوکین است که در پاسخ به ورزش از ماهیچه‌های اسکلتی ترشح می‌شود. اینک ایزیرین دارای اثر محافظتی است در مدل حیوانی آسیب حاد کلیه (AKI)، نیز نشان داده شده است. در این گزارش‌ها پیشنهاد شد که ایزیرین با افزایش UCP2 و کاهش آپوپتوز از کلیه محافظت می‌کند. در افراد غیر دیابتی و دیابتی، مطالعات مقطعی ارتباط بین سطوح پایین‌تر ایزیرین پلاسما و CKD را نشان داده‌اند (۹،



۸،۷). همچنین نشان داده شده است که، یک برنامه ورزش هوازی حفاظت کلیوی را فراهم می‌کند و با افزایش ایریزین عضلانی و سرمی همراه است که به‌طور همزمان با افزایش فعالیت AMPK کلیه همراه است. علاوه بر این، مشاهده، نشان می‌دهد که ایریزین ممکن است نقش حیاتی در حفاظت کلیوی ایفا کند. نتیجه این که در دیابت، محور ایریزین AMPK/ممكن است حفاظت کلیوی ناشی از ورزش را میانجی‌گری کند(۴). فعال سازی AMP کیناز (AMPK) یک استراتژی بالقوه برای درمان نوروباتی دیابتی است. ایریزین ممکن است بتواند AMPK را در شرایط آزمایشگاهی در میوبلاست‌هایی که در معرض گلوکز بالا قرار دارند و در سلول‌های اندوتلیال میکروواسکولار انسان تحت درمان با لیپوپولی ساکاریدهای باکتریایی (LPS) فعال کند(۴).

در حال حاضر، توصیه‌ها شامل انجام منظم ورزش از مراحل اولیه ی CKD است. این امر موجب بهبود وضعیت جسمی و روانی و کاهش مرگ‌ومیر می‌شود و کیفیت زندگی را افزایش می‌دهد. با این حال، علیرغم شواهدی که نشان‌دهنده فواید ورزش برای بیماران CKD است، هنوز مشخص نیست که کدام جنبه‌های مرتبط با این بیماری با ورزش بهبود می‌یابند و بهترین برنامه ورزشی چیست(۱۰،۱۱). لذا در این مطالعه سعی بر آن شده است تا با بررسی مقالات مختلف در زمینه تاثیر تمرینات ورزشی برای جلوگیری از پیشرفت نوروباتی دیابتی پرداخته شود.

روش کار

این مطالعه به صورت مروری به تحقیقاتی می‌پردازد که تاثیر تمرینات ورزشی در افراد دیابتی مبتلا به بیماری های مزمن کلیوی را بررسی کرده اند. برای جستجوی مطالعات مرتبط، از پایگاه‌های داده PubMed، Scopus، Irandoc، SID، Google Scholar استفاده شد. کلمات کلیدی شامل: تمرین مقاومتی، هوازی، بیماری کلیوی و دیابت بود. تمامی این عبارات و ترکیبات مختلف آن‌ها در جستجو گنجانده شدند. پس از بررسی متن کامل و ارزیابی مطالعه‌ها، مقالات مرتبط، مورد تحلیل قرار گرفتند.

تاثیر تمرینات هوازی و مقاومتی بر روی بیماری مزمن کلیه ناشی از دیابت

CKD یک عامل خطر مهم برای عوارض قلبی عروقی و مرگ و میر است(۱۲). افزایش CKD در دهه های اخیر به موازات افزایش چاقی، دیابت و سندرم متابولیک بوده است. فعال شدن مزمن سیستم رنین- آنژیوتانسین- آلدوسترون (RAAS) در بیماری دیابت سندرم‌های نارسایی احتقانی قلب، فشار خون سیستمیک و بیماری مزمن کلیه را ترویج و تداوم می‌بخشد. سطح بیش از حد آنژیوتانسین II در گردش و بافت و آلدوسترون منجر به یک محیط پیش فیبروتیک، التهابی می‌شود که باعث بازسازی و اختلال در بافت های قلبی عروقی و کلیوی می‌شود(۱۳). عدم فعالیت جسمانی و کم تحرکی، عواملی که در افزایش غلظت آنژیوتانسین II و حساسیت به آن به نحوی موثر هستند را، تحریک می‌نماید. کم تحرکی جسمانی از طریق افزایش سطوح سرمی سدیم، افزایش گیرنده‌های نوع ۱ آنژیوتانسین و نیز افزایش بیان ژنی رنین و تحریک سیستم رنین- آنژیوتانسین منجر به افزایش سطح آنژیوتانسین II می‌شود(۱). از سوی دیگر، تمرینات منظم از طریق تعدیل بیان گیرنده‌های نوع ۱ و ۲ آنژیوتانسین کلیوی، مانع آپوپتوز در سلول‌های توبولی کلیه می‌شود. زامو و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داده‌اند که سطوح سرمی آنژیوتانسین II در رتهای جوان (۴ هفته‌ای)



و میانسال (۱۲ هفته‌ای) دارای پرفشاری خون ذاتی، پس از ۸ هفته تمرین شنا (۵ بار در هفته و به مدت ۶۰ دقیقه در روز) با افزایش تدریجی بار کار تا رسیدن وزن اضافه شده تا حدود (۵٪ وزن بدن) کاهش یافته است (۱۴). احمدی و همکاران (۱۳۸۹) عدم تغییر در الکترولیت ها، جمسی (۱۳۷۰) افزایش سدیم و عدم تغییر در پتاسیم سرم، کاراکوکسو و همکاران (۱۳۷۴) افزایش در کلسیم، نچتل و همکاران (۲۰۱۲) عدم تغییر در سدیم و پتاسیم سرم، بورگ و همکاران (۲۰۱۳) افزایش در سدیم و آلدسترون پلاسما، لیجنن و همکاران (۱۹۸۴) کاهش سدیم ادرار، نچتل و همکاران (۲۰۱۲) افزایش سدیم ادرار، احمدی و همکاران (۱۳۸۸) عدم تغییر معنی‌دار در غلظت پتاسیم ادرار، دنوچنس و همکاران (۲۰۰۷) افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم ادرار، کومادا و همکاران (۲۰۰۳) افزایش معنی‌دار سطح کلسیم ادرار بعد از فعالیت بدنی را در تحقیقات خود گزارش کرده‌اند.

درک نقش RAAS در این بازسازی غیرعادی پاتولوژیک در چند دهه گذشته افزایش یافته است و درمانهای پزشکی متعددی با هدف سرکوب RAAS توسعه یافته است. با وجود این، عوارض ناشی از این بیماری‌ها همچنان بالاست. ادامه تحقیقات در مورد پیچیدگی‌های RAAS باید به پزشکان در تعدیل (سرکوب یا تقویت) اجزای این سیستم و بهبود کیفیت زندگی و بقا کمک کند.

در پژوهشی که توسط گائینی و همکاران به بررسی تأثیرات کوتاه مدت تمرینات ورزشی بر روی دفع پروتئین در ادرار پرداخته شد و نتایج اینگونه بیان گردید که احتمالاً، تغییرات همودینامیک خون کلیوی، تغییر نفوذپذیری غشای پایه گلومرولی، تغییرات رابدومیولیز بار الکتریکی غشاء و اسیدیته خون و همچنین تغییرات هورمونی و آنزیمی ناشی از فعالیت ورزشی باعث افزایش نفوذپذیری گلومرولی و اختلال در بازجذب توبولی و موجب دفع پروتئینهای با وزن کم و زیاد با منشأ پلاسمایی در ادرار می‌شود (۲۴). بنابراین رعایت فاصله زمانی حداقل ۴۸ ساعت بین آخرین جلسه تمرینی و آزمایشات خونی لازم است تا تأثیرات موقتی تمرینات ورزشی بر روی عملکرد کلیوی از بین رفته و فقط تأثیرات بلندمدت آن باقی بماند. همچنین زمان و نوع آب و هوای مورد نظر برای تمرین افراد نیز حائز اهمیت است؛ زیرا ورزش و فعالیت بدنی در هوای گرم باعث تعریق و افزایش دفع بعضی مواد زائد از جمله اوره و اسید اوریک در عرق می‌گردد و بدین ترتیب غلظت این مواد در داخل سرم خون و متعاقب آن در ادرار کاهش می‌یابد. همچنان که در مطالعه‌ای به بررسی میزان اسید اوریک و کراتینین در شرایط آب و هوایی خیلی گرم پرداخته شد و نتیجه گرفته شد که تعریق هنگام تمرینات ورزشی در آب و هوای خیلی گرم باعث کاهش میزان اسید اوریک و کراتینین می‌شود (۲۴).

در تحقیق MacKinnon و همکاران این نتایج به دست می‌آید که وضعیت بدنی بهتر و ورزش با خطر کمتر مرگ و میر و همچنین بهتر شدن عملکرد کلیه و بقای پیوند بیشتر در بیماران پیوند کلیوی مرتبط است (۱۵). مطالعات دیگر نتایج مشابهی را در مورد مرگ و میر در جمعیت همودیالیز شناسایی کرده‌اند (۱۶).

در نفروپاتی دیابتی، اثرات محافظتی ورزش هوازی نشان داده شده است. با این حال، مکانیسم مولکولی پشت این حفاظت هنوز به خوبی شناخته نشده است. در دیابت، اثر محافظتی کلیه ناشی از ورزش ممکن است توسط مسیر



irisin/AMPK واسطه شود. ورزش هوازی در موش ها از کلیه در دیابت ناشی از استریتوزوتوسین محافظت می کند. این اثرات با افزایش FNDC5/irisin عضلانی و فعالیت AMPK در کلیه دیابتی همراه بود.

ورزش هوازی از کلیه در موش های دیابتی محافظت می کند و با افزایش FNDC5-irisin عضلانی و فعالیت AMPK کلیه مرتبط است. نشان داده شده است که در دیابت، یک برنامه ورزش هوازی حفاظت کلیوی را فراهم می کند و با افزایش ایریسن عضلانی و سرمی همراه است که به طور همزمان با افزایش فعالیت AMPK کلیه همراه است. علاوه بر این، مشاهدات مبنی بر اینکه مسدود کردن گیرنده ایریسن اثرات حفاظتی ورزش در کلیه دیابتی را از بین می برد، نشان می دهد که ایریسن ممکن است نقش حیاتی در حفاظت کلیوی ایفا کند.

نتایج تحقیق بررسی متآنالیزی Vanden-Wyngaert و همکاران نشان داد که تمرین ورزشی بهبود قابل توجهی را در ظرفیت عملکردی و ظرفیت هوازی دارد (۱۷)، بنابراین، می توان بیان کرد که شواهد زیادی در مورد بهبودهایی که یک برنامه تمرینی در ظرفیت عملکردی به همراه دارد وجود دارد (۱۸)، از سوی دیگر، افزایش سطح هموگلوبین با تمرین، ممکن است به این بهبود کمک کند و احساس خستگی مزمن را کاهش دهد (۴).

از سوی دیگر، تمرینات بدنی می تواند جنبه های دیگری مانند فشار خون را بهبود بخشد. کنترل بهتر فشار خون بیماران دیابتی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا آنها خطر قلبی عروقی بالایی دارند و فشار خون بالا عامل شناخته شده در آسیب کلیه و پیشرفت CKD است. در مطالعات متآنالیز مشاهده می شود که تمرین هوازی کنترل بهتری بر ارقام SBP در کوتاه مدت و میان مدت ارائه می دهد (۱۹).

بسیاری از فواید مربوط به سلامت را می توان از تمرین مقاومتی به دست آورد. دانشکده ی آمریکایی طب ورزش، تمرین مقاومتی را در توصیه های خود در برنامه عمومی آمادگی و سلامت قرار داده است. استفاده از تمرین مقاومتی برای توسعه ی سلامتی عمومی مهم هستند ولی یافته های پژوهشی در استفاده از برنامه های مختلف مطالعات علمی باهم متناقض می باشند. حجم و شدت تمرین، استراحت میان نوبت ها و حرکات و انتخاب حرکات، در برنامه های تمرین مقاومتی مهم هستند.

برخی منابع ابراز داشته اند که تمرینات مقاومتی موجب تخلیه ذخایر گلیکوژنی می گردد (۲۰). این مورد سبب کاهش قند خون و در نتیجه کاهش آسیب های وارده به گلو مریول های کلیوی میشود (۲۱). به طوریکه مطالعات دیگر نیز نشان دادند، ورزش باعث کاهش میزان قند خون می شود و از آسیب به دستگاه کلیوی جلوگیری نموده و به این صورت به بهبود عملکرد کلیوی و فاکتورهای موثر در بیماران دیابتی، کمک می نماید (۲۲).

نتیجه گیری

امروزه بیشتر تلاش ها در جهت پیشگیری از بیماری ها می باشد و با توجه به مطالعات متفاوتی که در زمینه تاثیر برنامه های تمرینی درمانی بر شاخص های خونی، مقاومت به انسولین، کاهش مصرف داروها و نیز بهبود وضعیت روانی و کاهش اضطراب انجام شده است، به نظر می رسد شرکت کردن در یک برنامه منظم ورزشی بتواند در کاهش عوارض دیابت، کاهش میزان مصرف دارو، بهبود سلامت روانی و کیفیت زندگی بیماران داشته باشد. همچنین تحقیقات نشان



داده‌اند که، کاهش فعالیت ورزشی و میزان حرکات روزمره، موجب افزایش احتمالی دیابت و دیگر اختلالات متابولیکی می‌گردد (Isaacs et al, 2007)، و برای پیشگیری از عوارض و کنترل دیابت، انجام تمرینات ورزشی پیشنهاد شده است (Gordon et al, 2009). ورزش باعث کاهش گلوکز، انسولین و تری گلیسرید پس از صرف غذا می‌شود و در افراد با شاخص توده بدنی بالا (BMI) کاهش گلیسمی بهتری دارد. رژیم غذایی و ورزش در بهبود دیابت قابل توجه است که ممکن است باعث پیشگیری یا به تاخیر انداختن عوارض دیابت شود (۲۳). همچنین ورزش جسمانی نامنظمی‌های مورفولوژیکی کلیه مرتبط با دیابت را کاهش می‌دهد، مانند وزن کلیه و سطح گلوومرولی، نشانگرهای فیبروز گلوومرول، نشانگرهای التهاب کلیه و فیبرونکتین. فعالیت جسمانی همچنین فعالیت AMPK کلیوی را افزایش می‌دهد (۴). همچنین تمرینات ورزشی ترکیبی و محدودیت کالری در بهبود سلامت عمومی و کاهش وزن اضافی در بیماران چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ موثر است و می‌تواند منجر به بهبود وضعیت سلامت بیماران دیابتی نوع ۲ و همچنین کاهش بار متخصصان بهداشت می‌شود (۲۳).

منابع

1. Rajai GhasemGheshlagi N, PourRahimGhouroghchi A, Dadkhah M, Valizadehorang A. The effect of 8 weeks of endurance-resistance training on serum renin, angiotensin and aldosterone levels in streptozocin-induced diabetic male Wistar rats. RJMS 2024; 31 (1) :1-11. URL: <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-8244-fa.html>
2. Rajaei Qasem Qashlaghi, Nilofar, Pourrahim, Amneh, & Valizadeh, Aydin. (1403). Investigating the interactive effect of eight weeks of endurance-resistance training and taurine supplementation on aldosterone, renin-angiotensin in male Wistar rats treated with streptozocin. Research in sports nutrition, 2(4), 60-41. doi: 10.22034/ren.2024.141522.1059
3. Erkelen DW. Insulin resistance syndrome and type 2 diabetes mellitus. Am J Cardiol. 2001; 88: 38-42. 8) Thomas GN, Jiang CQ, Taheri S, Xiao ZH, et al. A systematic review of lifestyle
4. Villanego F, Naranjo J, Vigara LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, Torrado J, Mazuecos A. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Sistematic review and meta-analysis. Nefrologia (Engl Ed). 2020 May-Jun;40(3):237-252. English, Spanish. doi: 10.1016/j.nefro.2020.01.002. Epub 4.
5. Jafarvand E, Ataey A, Edalati S. Epidemiology and Death Trends Due to Diabetes in Iran. Intern Med Today. 2021; 27 (2) :198-213.
6. Ishikawa-Takata K, Ohta T, Tanaka H. How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensives: a dose-response study*. Am J Hypertens. 2003;16(8):629-33.2020 Apr 15. PMID: 32305232.
7. Jadad AR, Enkin M. Randomized controlled trials: Questions, answers and musings. 2nd ed Singapur: Blackwell Publishing; 2007.
8. Hiraki K, Shibagaki Y, Izawa KP, Hotta C, Wakamiya A, Sakurada T, et al. Effects of home-based exercises on pre-dialysis patients: A randomized pilot and feasibility trial. BMC Nephrol. 2017;18:198, <http://dx.doi.org/10.1186/s12882-017-0613-7>.
9. Leehey DJ, Collins E, Kramer HJ, Cooper C, Butler J, McBurney C, et al. Structured exercise in obese diabetic patients with chronic kidney disease: A randomized controlled trial. Am J Nephrol. 2016;44:54-62, <http://dx.doi.org/10.1159/000447703>.



10. Fletcher B, Magyari P, Preussak K, Churilla J. Entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia física. *Rev Med Clin*. 2012;23:757–65, [http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70378-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70378-4).
11. Isnard-Rouchon M, Coutard C. L'activité physique, un facteur protecteur cardiovasculaire et métabolique chez les patients porteurs d'une insuffisance rénale terminale. *Nephrol Ther*. 2017;13:544–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nephro.2017.01.027>.
- 12) American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41: 687–708.
- 13) Ryan MJ, Tuttle KR .Elevations in serum creatinine with RAAS blockade: why isn't it a sign of kidney injury? *Current opinion in nephrology and hypertension*. 2008;17(5):443-9.
- 14) Zamo FdS, Barauna VG, Chiavegatto S, Irigoyen MC, Oliveira Emd. The renin–angiotensin system is modulated by swimming training depending on the age of spontaneously hypertensive rats. *Life sciences*. 2011;89(3-4):93-9.
15. MacKinnon HJ, Wilkinson TJ, Clarke AL, Gould DW, O'Sullivan TF, Xenophontos S, et al. The association of physical function and physical activity with all-cause mortality and adverse clinical outcomes in nondialysis chronic kidney disease: A systematic review. *Ther Adv Chronic Dis*. 2018;9:209–26, <http://dx.doi.org/10.1177/0269215518817083>.
16. Stack AG, Molony DA, Rives T, Tyson J, Murthy BV. Association of physical activity with mortality in the US dialysis population. *Am J Kidney Dis*. 2005;45:690–701, <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2004.12.013>.
17. K. Vanden-Wyngaert, A.H. van Craenenbroeck, W. van Biesen, A. Dhondt, A. Tanghe, A. van Ginckel, et al. The effects of aerobic exercise on eGFR, blood pressure and VO2peak in patients with chronic kidney disease stages 3-4: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 13 (2018), pp. e0203662. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0203662>
18. Q. Tang, B. Yang, F. Fan, P. Li, L. Yang, Y. Guo. Effects of individualized exercise program on physical function, psychological dimensions, and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a randomized controlled trial in China. *Int J Nurs Pract*, 23 (2017), pp. e12519 <http://dx.doi.org/10.1111/ijn.12519>.
19. R. Santamaría-Olmo, M. Gorostidi-Pérez. Presión arterial y progresión de la enfermedad renal crónica. *NefroPlus*, 5 (2013), pp. 4-11. <http://dx.doi.org/10.3265/NefroPlus.pre2013.May.12105>.
- 20) American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41: 687–708.
- 21) Erkelen DW. Insulin resistance syndrome and type 2 diabetes mellitus. *Am J Cardiol*. 2001; 88: 38-42
- 22) Bassuk SSM, JoAnn E. "Epidemiological evidence for the role of physical activity in reducing risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease." *J Appl Physiol*. 2005; 99 (3): 1193-204.
- 23) Wake AD. Antidiabetic Effects of Physical Activity: How It Helps to Control Type 2 Diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2020 Aug 19;13:2909-2923. doi: 10.2147/DMSO.S262289. PMID: 32884317; PMCID: PMC7443456. . doi: 10.2147/DMSO.S262289.
- 24) Gaini Abbas Ali, Hosseini Ali, Samadi Ali. Comparison of protein urinary excretion caused by two types of protocols, pseudo-football and official football game. *Journal of metabolism and sports activity*. 1390; 1(2): 99-106



مروری بر اثر تمرین نروپلاستیستی بر بازسازی رباط صلیبی قدامی

بهار سلجوقی برنجی^۱، الناز رضایی^۱، معرفت سیاه کوهیان^۲

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

ایمیل: baharsaljoughi@gmail.com

چکیده

آسیب رباط صلیبی قدامی (ACL) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های زانو در میان ورزشکاران است که معمولاً در اثر حرکات چرخشی و تغییر مسیر ناگهانی رخ می‌دهد. بازسازی این رباط (ACLR) با چالش‌های متعددی همراه است، از جمله کاهش قدرت عصبی-عضلانی، تغییرات در سیستم عصبی مرکزی و افزایش خطر آسیب مجدد. مفاهیم نوین در توانبخشی ACL به نروپلاستیستی، یا توانایی مغز برای بازسازی و تطبیق خود پس از آسیب، توجه ویژه‌ای دارند. در این مقاله مروری، تأثیر تمرینات نروپلاستیک بر بازسازی رباط ACL مورد بررسی قرار گرفته است. جستجوی مقالات در پایگاه‌های Google Scholar و PubMed انجام شد و مقالات مرتبط برای بررسی عمیق انتخاب شدند. نتایج مطالعات نشان می‌دهند که آسیب ACL تغییرات قابل توجهی در فعال‌سازی قشر حرکتی، مخچه و سایر نواحی مغز ایجاد می‌کند. این تغییرات معمولاً به دلیل از دست رفتن گیرنده‌های مکانیکی در رباط و کاهش هماهنگی عصبی-عضلانی رخ می‌دهد. تمرینات نروپلاستیک، از جمله دستکاری ورودی‌های حسی، تمرینات شناختی-حرکتی و فیدبک عصبی، نقش مؤثری در تقویت اتصال بین قشر حرکتی و عضلات زانو، بهبود کنترل حرکتی و کاهش خطر آسیب مجدد دارند. نتایج همچنین نشان می‌دهند که این تمرینات می‌توانند زمان بازگشت ورزشکاران به سطح رقابتی را کاهش دهند و آمادگی روانی آن‌ها را تقویت کنند. در مجموع، این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از تمرینات نروپلاستیک در کنار تمرینات مکانیکی و روان‌شناختی می‌تواند راهکاری کارآمد برای بازتوانی آسیب ACL باشد. با این حال، نیاز به تحقیقات بیشتر برای درک کامل‌تر مکانیسم‌ها و تأثیرات بلندمدت این تمرینات احساس می‌شود. واژگان کلیدی: نروپلاستیستی، ACLR، توانبخشی، کنترل حرکتی، ورزشکاران

مقدمه

رباط صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament, ACL) یکی از مهم‌ترین ساختارهای تثبیت‌کننده زانو است که نقش کلیدی در کنترل حرکات پیچیده و پویای مفصل زانو ایفا می‌کند. این رباط، که بین استخوان ران و درشتنی قرار دارد، به‌طور خاص در فعالیت‌های ورزشی شامل تغییر مسیر ناگهانی، توقف سریع، یا حرکات چرخشی تحت بار قابل توجهی قرار می‌گیرد و بنابراین مستعد آسیب دیدگی است. تخمین زده می‌شود که آسیب ACL یکی از رایج‌ترین آسیب‌های ورزشی باشد که سالانه بر میلیون‌ها ورزشکار تأثیر می‌گذارد (۱، ۲). آسیب ACL، علاوه بر درد و اختلال عملکرد مکانیکی، پیامدهای قابل توجهی در سیستم عصبی مرکزی ایجاد می‌کند. این آسیب معمولاً منجر به از دست



دادن گیرنده‌های مکانیکی موجود در رباط می‌شود، که نقش آن‌ها در ارسال سیگنال‌های حسی برای کنترل تعادل و هماهنگی حیاتی است. این اختلالات باعث تغییرات نروپلاستیک در مغز، به‌ویژه در قشر حرکتی، مخچه و نواحی مرتبط با حسگرهای عمقی، می‌شود (۳). جراحی بازسازی ACL (ACLR) اغلب به‌عنوان درمان استاندارد برای این آسیب در نظر گرفته می‌شود. با این حال، موفقیت جراحی تنها بخشی از بازتوانی را شامل می‌شود و بازگشت کامل به عملکرد پیش از آسیب، مستلزم برنامه‌های توانبخشی جامع است. مطالعات نشان داده‌اند که تنها حدود ۵۰ درصد از ورزشکاران پس از بازسازی ACL قادر به بازگشت به سطح رقابتی خود هستند (۴). این محدودیت‌ها عمدتاً ناشی از ناتوانی در بازیابی کامل کنترل عصبی-عضلانی و خطر بالای آسیب مجدد است. نروپلاستیسیته، به‌عنوان توانایی مغز در ایجاد تغییرات ساختاری و عملکردی در پاسخ به تجارب جدید، بویژه پس از آسیب، در دو دهه اخیر توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است (۵). تمرینات نروپلاستیک با هدف تحریک سیستم عصبی مرکزی و بهبود ارتباط بین مغز و عضلات، به‌عنوان یک رویکرد نوین در توانبخشی معرفی شده‌اند. این تمرینات با تمرکز بر تقویت فیدبک حسی-حرکتی، افزایش کارایی کنترل حرکتی و کاهش خطر آسیب‌های ثانویه، می‌توانند راهکاری مؤثر برای بازتوانی پس از آسیب ACL باشند (۶،۷).

هدف از این مقاله مروری بررسی تأثیر تمرینات نروپلاستیسیته بر بازسازی رباط صلیبی قدامی است. با مرور مقالات کلیدی و تحلیل نتایج آن‌ها، تلاش می‌شود تا نقش این تمرینات در بهبود عملکرد حرکتی و کاهش خطر آسیب مجدد بررسی شود و توصیه‌هایی برای تحقیقات آتی ارائه گردد.

روش بررسی

جستجوی مقالات در پایگاه‌های داده‌ای PubMed و Google scholar انجام شد. کلمات کلیدی جستجو شامل نروپلاستیسیته، ACLR، توانبخشی، کنترل حرکتی، ورزشکاران بودند. مقالات نظری و مطالعات با کیفیت پایین حذف شدند.

نتایج و بحث

آسیب رباط صلیبی قدامی (ACL) و جراحی بازسازی آن (ACLR) موضوع بسیاری از تحقیقات در زمینه‌های پزشکی ورزشی، توانبخشی و علوم اعصاب بوده است. در این بخش، مطالعات مرتبط با تأثیرات آسیب ACL بر سیستم عصبی، رویکردهای نوین تمرینات نروپلاستیک، و شواهد علمی درباره تأثیر این تمرینات بر بازتوانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. آسیب ACL علاوه بر ایجاد ناپایداری در زانو و محدودیت‌های مکانیکی، باعث تغییرات قابل توجهی در سیستم عصبی مرکزی می‌شود. گیرنده‌های مکانیکی موجود در رباط صلیبی قدامی نقش مهمی در ارائه بازخورد حسی به مغز دارند. از دست رفتن این گیرنده‌ها منجر به کاهش دقت حسگرهای عمقی و افزایش وابستگی به ورودی‌های بینایی برای حفظ تعادل و کنترل حرکت می‌شود (۱). مطالعات تصویرسازی مغزی نشان داده‌اند که آسیب ACL تغییراتی در الگوهای فعال‌سازی مغزی ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، گوکلر و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که بیماران پس از بازسازی ACL افزایش فعال‌سازی در قشر حرکتی و کاهش فعالیت در مخچه را تجربه می‌کنند. این تغییرات نشان‌دهنده تلاش سیستم عصبی مرکزی برای جبران نقص‌های حرکتی است، اما این الگوهای غیرعادی ممکن است خطر آسیب مجدد



را افزایش دهند (۲). نورپلاستیسیته به قابلیت مغز در تغییر و سازگاری با تجارب و آسیب‌های جدید اشاره دارد. تمرینات نورپلاستیک، که به طور خاص برای تحریک این قابلیت طراحی شده‌اند، می‌توانند به بازگشت عملکرد بهینه در بیماران ACL کمک کنند (۳).

یکی از رویکردهای کلیدی در تمرینات نورپلاستیک تمرینات شناختی-حرکتی است. این تمرینات شامل ترکیب فعالیت‌های شناختی با حرکت است تا ارتباط بین قشر حرکتی و عضلات تقویت شود. ارائه فیدبک حسی، مانند تمرینات تعادل با چشم بسته، می‌تواند حسگرهای عمقی را فعال کرده و اتصالات عصبی جدید ایجاد کند (۴). استفاده از تکنیک‌هایی مانند بیوفیدبک به بیماران کمک می‌کند تا از نحوه عملکرد عضلات و حرکات خود آگاه شوند و بهبود کنترل حرکتی را تجربه کنند (۵). چندین مطالعه اثرات مثبت تمرینات نورپلاستیک بر بازتوانی ACL را نشان داده‌اند از جمله گوکلر و همکاران (۲۰۱۹) دریافتند که تمرینات نورپلاستیک می‌توانند تغییرات غیرطبیعی در فعال‌سازی مغز را بهبود بخشیده و تعادل عملکردی را بازگردانند (۱). مطالعه تیموتی ماچان (۲۰۲۱) یک مدل جدید برای بازتوانی ارائه داد که شامل دستکاری ورودی‌های بصری و تقویت تغییرات نورپلاستیک از طریق تمرینات فیدبک حسی بود. نتایج نشان داد که این رویکرد خطر آسیب مجدد را کاهش می‌دهد (۲). در مطالعه‌ای شلیبی بائز و همکاران (۲۰۲۱) تفاوت‌های فعال‌سازی نواحی کورتیکولیمبیک مغز بین بیماران ACLR و افراد سالم را بررسی کرد. یافته‌ها نشان داد که تمرینات نورپلاستیک می‌توانند این نواحی را تعدیل کرده و اعتماد به نفس بیمار را برای بازگشت به ورزش افزایش دهند (۳).

با وجود شواهد مثبت، چالش‌هایی نیز در این زمینه وجود دارد. عدم وجود پروتکل‌های استاندارد برای اجرای تمرینات نورپلاستیک ممکن است تأثیرات آن را محدود کند. تحقیقات بیشتری برای ارزیابی تأثیرات بلندمدت تمرینات نورپلاستیک بر عملکرد بیماران لازم است (۸). با این حال، این تمرینات فرصتی برای بهبود عملکرد بیماران ACLR فراهم می‌کنند، به ویژه در ترکیب با سایر روش‌های بازتوانی، از جمله تمرینات مکانیکی و روان‌شناختی. مقاله کوین و همکاران (۲۰۲۴) به اهمیت بازتوانی نوروشناختی در مراحل مختلف بازسازی ACL پرداخته است. پس از آسیب ACL، مغز تغییرات نورولوژیکی متعددی را تجربه می‌کند که بر عملکرد حسی-حرکتی تأثیر می‌گذارد. از تمرینات توجه بصری، شناختی و بازخورد حسی-حرکتی برای بهبود عملکرد عصبی-عضلانی و کاهش خطر آسیب مجدد استفاده می‌شود. این نوع تمرینات شامل کارهای دوگانه و واکنش‌های غیرمنتظره است که نیاز به پردازش سریع و تصمیم‌گیری دارد. ترکیب این روش‌ها با تمرینات قدرتی و حرکتی، به بهبود کنترل پویا و تثبیت زانو کمک می‌کند (۹). مرور مقاله‌ها نشان می‌دهد که تمرینات نورپلاستیک یک رویکرد نوین و مؤثر در بازتوانی ACL هستند. این تمرینات با تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی و بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی، می‌توانند بازگشت به فعالیت‌های ورزشی را تسهیل کرده و خطر آسیب مجدد را کاهش دهند. با این حال، مطالعات بیشتری برای بهینه‌سازی این تمرینات و استانداردسازی پروتکل‌ها مورد نیاز است.

بررسی تأثیر تمرینات نورپلاستیک بر بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) نشان می‌دهد که این رویکرد می‌تواند به طور مؤثر به بهبود عملکرد بیماران کمک کند. با این حال، شواهد موجود دارای تنوع زیادی در روش‌ها و نتایج است



که نشان‌دهنده پیچیدگی تعاملات بین سیستم عصبی و عضلانی در بازتوانی ACL است. در ادامه، یافته‌های اصلی مطالعه با دیدگاه تحلیلی ارائه شده و در مقایسه با سایر مقالات مورد بررسی قرار می‌گیرد. از مقالات بررسی شده در این پژوهش، تمرینات نروپلاستیک به طور واضح به عنوان یک عامل کلیدی در بازتوانی ACL مشخص شدند. از دست دادن گیرنده‌های مکانیکی در رباط آسیب‌دیده باعث ایجاد تغییرات عمیقی در قشر حرکتی و سایر بخش‌های مغز می‌شود که می‌توانند منجر به ناهماهنگی حرکتی و افزایش خطر آسیب مجدد شوند (۱،۲). تمرینات نروپلاستیک، به‌ویژه تمرینات فیدبک حسی و شناختی-حرکتی، می‌توانند این تغییرات را معکوس کرده و به بازگشت تعادل در الگوهای فعال‌سازی مغزی کمک کنند (۳). به عنوان مثال، دستکاری ورودی‌های بصری در برنامه‌های تمرینی می‌تواند توانایی بیماران را در پیش‌بینی حرکات پیچیده بهبود دهد، که این موضوع توسط تیموتی ماچان (۲۰۲۱) برجسته شده است (۴). با این حال، میزان تأثیر این تمرینات بر بازگشت به سطح رقابتی ورزش همچنان جای بحث دارد. برخی مطالعات، مانند تحقیق شلبی بائر و همکاران (۲۰۲۱)، نشان داده‌اند که تغییرات مغزی ناشی از آسیب ACL ممکن است حتی پس از بازتوانی کامل باقی بماند و این مسئله می‌تواند به کاهش اعتماد به نفس و عملکرد روانی ورزشکاران منجر شود (۵). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که آسیب ACL باعث ایجاد تغییرات در الگوهای فعال‌سازی مغزی می‌شود. در حالی که تحقیق گوکلر (۲۰۱۹) به افزایش فعالیت در قشر حرکتی و کاهش فعالیت در مخچه اشاره دارد (۲)، تحقیق دیگری توسط بائر (۲۰۲۱) نشان داده است که نواحی کورتیکولیمبیک مغز نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۵). این اختلافات ممکن است ناشی از تفاوت در جمعیت‌های مورد مطالعه یا روش‌های ارزیابی باشد. دستکاری ورودی‌های حسی، به‌ویژه تمرینات مبتنی بر تعادل و بیوفیدبک، به عنوان یکی از مؤثرترین روش‌های نروپلاستیک شناخته می‌شوند. مطالعات گوکلر و تیموتی ماچان توافق دارند که این تمرینات می‌توانند ناهماهنگی‌های عصبی-عضلانی را کاهش دهند (۲،۴). با این حال، اثربخشی این رویکرد در بیماران مسن‌تر که توانایی نروپلاستیسیته کمتری دارند، نیاز به بررسی بیشتر دارد. ابعاد روانی نیز نقش مهمی در بازتوانی ACL ایفا می‌کنند. به گفته شلبی بائر (۲۰۲۱)، تغییرات مغزی ممکن است به کاهش اعتماد به نفس منجر شود، که خود یک عامل مهم در کاهش عملکرد ورزشی است (۳). این نتایج با تحقیق آردن (۲۰۱۴) تطابق دارد که نشان داد تنها ۵۵ درصد از بیماران ACLR به ورزش رقابتی بازمی‌گردند (۶). یکی از مشکلات اصلی در استفاده از تمرینات نروپلاستیک، تنوع زیاد در روش‌ها و عدم وجود پروتکل‌های استاندارد است. این امر مقایسه نتایج مطالعات مختلف را دشوار می‌سازد. آسیب ACL تعاملات پیچیده بین سیستم عصبی، عضلانی و روانی باعث می‌شود که ارزیابی تأثیرات تمرینات نروپلاستیک به‌تنهایی دشوار باشد. و ترکیب تمرینات نروپلاستیک با روش‌های مکانیکی و روان‌شناختی می‌تواند اثربخشی بیشتری داشته باشد. استفاده از فناوری‌های پیشرفته، مانند واقعیت مجازی و رباتیک، می‌تواند فرصت‌های جدیدی برای بهبود تمرینات نروپلاستیک ایجاد کند. تمرینات نروپلاستیک پتانسیل بالایی در بهبود عملکرد بیماران ACLR دارند، اما همچنان نیاز به تحقیقات بیشتر برای درک مکانیسم‌ها و بهینه‌سازی روش‌ها وجود دارد. ترکیب این تمرینات با سایر رویکردهای توانبخشی، طراحی پروتکل‌های استاندارد، و استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند به کاهش محدودیت‌ها و افزایش اثربخشی این روش‌ها کمک کند.



نتیجه گیری

تمرینات نوروپلاستیک به عنوان رویکردی نوین در بازتوانی آسیب های ACL نشان دهنده تحول قابل توجهی در فهم و مدیریت این آسیب ها هستند. این تمرینات با تأثیر مستقیم بر سیستم عصبی مرکزی، تقویت هماهنگی عصبی-عضلانی و بهبود الگوهای حرکتی، پتانسیل بالایی در بازگرداندن بیماران به عملکرد پیش از آسیب دارند. در کنار مزایای فیزیولوژیکی، تمرینات نوروپلاستیک نقش مهمی در ارتقای آمادگی روانی و اعتماد به نفس بیماران برای بازگشت به فعالیت های ورزشی ایفا می کنند. با این حال، پیچیدگی مکانیسم های مرتبط با نوروپلاستیستی و تنوع در پاسخ های فردی به تمرینات، نیاز به تحقیقات بیشتری را برای بهینه سازی این روش ها و طراحی پروتکل های استاندارد آشکار می کند. یکپارچه سازی این تمرینات با سایر روش های توانبخشی می تواند افق های جدیدی را برای بهبود کیفیت بازتوانی و کاهش خطر آسیب مجدد فراهم کند.

منابع:

1. Gokeler A, Neuhaus D, Benjaminse A, Grooms DR, Baumeister J. Principles of motor learning to support neuroplasticity after ACL injury: implications for optimizing performance and reducing risk of second ACL injury. *Sports Medicine*. 2019;49:853-65.
2. Machan T, Krupps K. The neuroplastic adaptation trident model: a suggested novel framework for ACL rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2021;16(3):896.
3. Baez S, Andersen A, Andreatta R, Cormier M, Gribble PA, Hoch JM. Neuroplasticity in corticolimbic brain regions in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*. 2021;56(4):418-26.
4. Ghaderi M, Letafatkar A, Thomas AC, Keyhani S. Effects of a neuromuscular training program using external focus attention cues in male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2021;13(1):49.
5. Kiefer AW, Grooms DR, Plummer P. Brain-behavior mechanisms of ACL injury and its prevention: a review of evidence-based concepts. *Current Sports Medicine Reports*. 2018;17(2):66-74.
6. Arden CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five percent return to competitive sport following ACL reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(21):1543-52.
7. Grooms DR, Page SJ, Onate JA. Brain activation for knee movement measured days before second anterior cruciate ligament injury: neuroimaging in musculoskeletal medicine. *Journal of Athletic Training*. 2015;50(10):1005-10.
8. Baumeister J, Reinecke K, Weiss M. Changed cortical activity after anterior cruciate ligament reconstruction in a joint position paradigm: an EEG study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2017;27(5):545-55.
9. Neurocognitive and Neuromuscular Rehabilitation Techniques after ACL Injury, Part 1: Optimizing Recovery in the Acute Post-Operative Phase- A Clinical Commentary



مروری بر اثرات فعالیت ورزشی در بهبود بیماران مبتلا به سرطان پستان

فاطمه بحرپیمای موقر^۱ - فرناز سیفی اسگ شهر^۲

p.bahrpeyma.m67@gmail.com

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

مقدمه: سرطان پستان بالاترین شیوع را در بین بیماری‌های بدخیم زنان دارد. مبتلایان به این بیماری در مراحل اولیه درمان عوارض ناتوان کننده‌ای را تجربه می‌کنند. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر فعالیت ورزشی بر بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان پستان انجام گردید.

روش کار: در پژوهش حاضر مقالات مربوط به اثرات فعالیت ورزشی مختلف در بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان پستان، در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر همچون PubMed، Google Scholar، ایرانداک بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۴ مورد بررسی واقع گردید. در این جست‌وجو کلید واژه‌های Cancer، Breast cancer، Exercise، Exercise training، training and treatment of breast cancer، به هر دو زبان فارسی و انگلیسی با عملگرهای «And» و «Or» ترکیب و در نهایت مقالاتی که معیار ورود به پژوهش را داشتند تحلیل شدند.

یافته‌ها: در این پژوهش فعالیت‌های ورزشی هوازی (با شدت متوسط و بالا)، مقاومتی (بصورت تمرینات پیلاتس)، تمرینات ترکیبی، تناوبی، تداومی، شنا، یوگا و تمرینات ذهن و بدن باعث بهبود متغیرهایی چون عوارض ناشی از درمان، خستگی، کیفیت زندگی، امید به زندگی، ترکیب بدنی، تغییر پذیری ضربان قلب، استرس، اضطراب و افسردگی در بیماران مبتلا به سرطان پستان می‌گردید.

نتیجه‌گیری: مرور مطالعات پیشین نشانگر این موضوع بوده است که، اثرات فعالیت ورزشی مقاومتی، هوازی، ترکیبی، تناوبی، تداومی، شنا، یوگا و همچنین ذهن و بدن می‌تواند باعث بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان پستان در مراحل درمان و پس از آن شود، همچنین پیشنهاد می‌گردد برای کسب نتایج دقیق‌تر در پروژه‌های آتی نمونه‌های موردی بیشتری مورد استفاده واقع شود.

کلید واژه: سرطان پستان، فعالیت ورزشی، بهبود بیماران، زنان

مقدمه سرطان یک بیماری مزمن و پیچیده است که در آن سلول‌های غیرطبیعی بطور غیرقابل کنترل رشد کرده و تقسیم می‌شوند و می‌توانند به بافت‌های مجاور حمله کنند (انستیتو سرطان، ۲۰۲۱). این بیماری دومین عامل مرگ و میر در جهان است و از هر ۶ مرگ، یک مورد را دربر می‌گیرد (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۲۰). از این میان سرطان



پستان فراگیرترین و کشنده‌ترین نوع سرطان در بین زنان جهان است (داده‌های جهانی سرطان، ۲۰۲۲) و تقریباً از هر هشت زن یک نفر به آن مبتلا می‌شود. در ایران نیز سرطان سینه بیشترین میزان ابتلا را در بین انواع سرطان‌ها دارد (رفیعی منش و همکاران، ۲۰۱۶). شیوع بالای این بیماری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه آن را به یک چالش بزرگ سلامت عمومی تبدیل کرده است (روچاس و همکاران، ۲۰۲۰). با وجود رشد بالای سرطان سینه، تشخیص زودهنگام و درمان آن، شانس بقا بیماران را افزایش می‌دهد (کاردوسو و همکاران، ۲۰۱۹). توجه به عوارض جانبی درمان و بالا بردن کیفیت زندگی بقایافتگان از سرطان، در کنار تشخیص زودهنگام و درمان مناسب بسیار مهم و ضروری است (سالداتو و همکاران، ۲۰۱۹). در این میان انجام فعالیت ورزشی، مرگ و میر ناشی از سرطان سینه را کاهش می‌دهد و یک راهکار مفید و اجرایی برای جلوگیری از عوارض ناشی از درمان است (زیدیس و همکاران، ۲۰۱۸). تاثیر فعالیت ورزشی بر بیماران مبتلا به سرطان سینه با توجه به مرحله بیماری، روش درمان، نوع فعالیت ورزشی و سبک زندگی متفاوت است (اوهیرا و همکاران، ۲۰۰۶). بر اساس اهمیت این مسئله ما در این پژوهش درصدد می‌باشیم با استفاده از روش مروری به بررسی اثرات فعالیت ورزشی در بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان سینه بپردازیم.

روش کار

به منظور دسترسی به مطالعات مرتبط با فعالیت ورزشی و سرطان پستان، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر PubMed و پایگاه‌های اطلاعاتی فارسی شامل پژوهشگاه اطلاعات و مدارک علمی ایران (ایرانداک) و موتور جستجوی علمی گوگل اسکالر از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۴ انجام شد. کلید واژه‌های 'Exercise training', 'Breast cancer', 'Cancer', 'Exercise training and treatment of breast cancer'، به هر دو زبان فارسی و انگلیسی صورت گرفت و برای جستجو بیشتر، کلید واژه‌ها با عملگرهای «And» و «Or» ترکیب شدند. در نهایت مقالاتی که مستقیماً به نقش حداقل یک نوع فعالیت ورزشی بر بهبود وضعیت زنان مبتلا به سرطان پستان در مراحل درمان پرداخته بودند و کیفیت روش شناسی و اعتبار نتایج آنها بالا بود انتخاب شدند و مورد مطالعه قرار گرفتند. از بین ۵۰ مقاله جستجو شده ۳۵ مقاله معیار ورود به این مطالعه مروری را داشتند و مابقی به دلایل در دسترس نبودن متن کامل، غیر مرتبط بودن مقالات غیر انگلیسی (بجز فارسی) حذف گردیدند و در نهایت جمع‌بندی نهایی صورت گرفت.

بحث و نتیجه‌گیری

برخلاف تصور عموم سرطان از آغاز بشریت وجود داشته و دستاورد زندگی مدرن نیست، زندگی ماشینی و غذاهای فرآوری شده و نامناسب تنها نرخ ابتلا به این بیماری را افزایش داده است (فاگت، ۲۰۱۵). در میان انواع سرطان، سرطان پستان شایع‌ترین تومور بدخیم در زنان است که سلامت جسمی، روانی و کیفیت زندگی آنها را بطور جدی تحت تاثیر قرار می‌دهد (ورونه‌زی و همکاران، ۲۰۱۵ و کاویاک، ۲۰۲۲). از شش دهه گذشته مطالعات در زمینه فعالیت ورزشی و تاثیر آن بر سرطان آغاز شد (فرنرندیچ و کورنیا، ۱۹۹۶). در این پژوهش تاثیرات فعالیت ورزشی بر بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان پستان مورد بررسی قرار گرفت مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد ورزش می‌تواند



به بقایافتگان از سرطان کمک کند تا از محدودیت‌هایی که سرطان پستان و روش‌های درمانی آن برای بدن ایجاد می‌کند عبور کرده و به بالاترین عملکرد خود از نظر جسمی، روانی و شغلی برسند (استابلفیلد، ۲۰۲۳). همچنین ورزش می‌تواند با افزایش کیفیت زندگی نجات یافتگان سرطان و تاثیر مثبت بر روی نتایج درمان آنها، عمر طولانی‌تری به این افراد ببخشد (لاولیس و همکاران، ۲۰۱۹). تمرینات ورزشی در زنان مبتلا به سرطان باعث می‌شود در دوره شیمی درمانی، این بیماران ریکاوری بهتری داشته باشند و این تمرینات باعث بهبود کیفیت زندگی، تنفس، توان فیزیکی، کاهش خستگی می‌شوند (لال و همکاران ۲۰۱۳). مطالعات شبیری و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد مداخله ورزش در بیماران سرطان پستان باعث بهبود تصویر ذهنی از بدن، عملکرد جنسی، لذت جنسی و چشم انداز آینده بیماران شد. مطالعه دورسینی و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان داد فعالیت ورزشی بر کیفیت زندگی و وضعیت کلی سلامتی بیماران سرطان پستان تاثیر مثبتی دارد. البته بعضی از فعالیت‌های ورزشی مثل (تایچی) ممکن است از دیگر ورزش‌ها تاثیر کمتری داشته باشد.

مطالعات نشان می‌دهد تمرین مقاومتی در بیماران سرطان پستان باعث بالا رفتن کیفیت زندگی مرتبط با سلامتی و کاهش خستگی می‌شود (فیکارا و همکاران، ۲۰۲۲)، از طرفی با تمرینات مقاومتی در این بیماران آتروپی عضلانی و به دنبال آن از دست رفتن قدرت و ظرفیت عملکردی کاهش می‌یابد و کیفیت زندگی بهبود پیدا می‌کند (پادیشا و همکاران، ۲۰۱۷). در مراحل اصلی درمان سرطان پستان برای افزایش بقا بیمار تمرین مقاومتی بسیار موثر و ثابت شده است (یانگ و همکاران، ۲۰۲۱).

اکبرپورنبی و همکاران (۱۴۰۰) طبق مطالعات خود گزارش کردند هشت هفته تمرین هوازی به همراه مکمل آب انار در زنان مبتلا به سرطان پستان، باعث می‌شود استروژن و پروژسترون که علل گسترش سلول‌های سرطانی هستند کاهش یابد و پروتئین P53 که از عوامل سرکوبگر تومور می‌باشد افزایش یابد. تمرینات هوازی می‌تواند با کاهش آنژیوژنز، کاهش بیان فاکتور رشد اندوتلیال عروقی، مقادیر اریتروسیت و لاکتات ریز محیط تومور و افزایش اکسیژن و نیتریک اکساید باعث کاهش حجم تومور شود (ورما و همکاران، ۲۰۰۹). ثالثی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای تاثیر ۸ هفته فعالیت هوازی بر شاخص‌های خطر آفرین هورمونی و قلبی عروقی زنان مبتلا به سرطان پستان را ارزیابی نمودند نتایج بدست آمده تاثیر مثبت فعالیت‌های ورزشی هوازی بر سرطان پستان را نشان می‌دهد.

زارعیان و همکاران (۱۳۹۳) نتیجه‌گیری کردند که تمرینات هوازی با شدت متوسط موجب کاهش اضطراب، افسردگی و افزایش شاخص کیفیت زندگی در بیماران مبتلا به سرطان پستان می‌شود. والزاک و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعات خود بیان کردند تمرین با شدت متوسط با تاثیر بر متابولیسم میتوکندری و ریز مغذی‌ها رشد تومور را کاهش می‌دهد. اسپالز و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) با صرف زمان کمتر ظرفیت هوازی، کیفیت زندگی و وضعیت درمانی بیماران مبتلا به سرطان پستان را بهبود می‌بخشد و می‌تواند بدون هیچ خطری در این بیماران استفاده شود. میچ ول و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده کردند تمرینات تناوبی شدید موجب بهبود بعد عاطفی و کیفیت زندگی در زنان مبتلا به سرطان پستان در مرحله شیمی درمانی می‌شود.



دکتر قربانیان و همکاران (۱۴۰۰) طی مطالعات خود بیان کردند ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی-پيلاتس) در بیماران مبتلا به سرطان پستان باعث افزایش تعداد پلاکت‌های خون و افزایش تولید اینترلوکین-۱۰ می‌شود. اینترلوکین-۱۰ از رگ‌زایی درون تومور جلوگیری می‌کند و خاصیت ضد متاستازی دارد. آدامز و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه کارآزمایی بالینی نشان دادند بیماران که در گروه مداخله با تمرینات ورزشی ترکیبی ۸ هفته‌ای شرکت کردند کیفیت زندگی بالاتری تجربه کردند.

برخی مطالعات نشان می‌دهد که ورزش‌های هوازی، مقاومتی، یوگا و سایر ورزش‌ها بطور قابل توجهی کیفیت زندگی بیماران سرطان پستان را افزایش می‌دهند (باشا و همکاران، ۲۰۲۲ و مونتانو و همکاران، ۲۰۲۰ و کرامر و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج یک مطالعه مروری نظام‌مند نشان داد که تمرینات لنفاوی آبی، شنا، ورزش‌های مقاومتی، یوگا، ورزش‌های هوازی و مقاومتی بر وضعیت لنف ادم بعد از سرطان پستان تأثیرات منفی گزارش نکردند و کاهش قابل توجه حجم ادم و بهبود سلامت روان در این بیماران مشاهده شد.

با توجه به گزارش‌های موجود، نتیجه می‌گردد فعالیت‌های ورزشی همزمان با درمان و بعد از آن باعث بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان پستان می‌شود و عوارض ناشی از درمان را کاهش می‌دهد با این وجود تایید این موضوع با توجه به مرحله بیماری، نوع درمان، نوع فعالیت ورزشی، شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی نیاز به بررسی بیشتری دارد و در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود جزئیات بیشتری بررسی و از نمونه‌های موردی استفاده شود تا نتایج دقیق‌تری حاصل شود.

منابع

۱. اکبرپوربنی دکتر محسن، فتح‌الهی شورابه دکتر فضل‌الله، یوسفوند مرضیه، قاسمی مریم، مهران‌پور دکتر عباس. (۱۴۰۰). تأثیر تمرینات هوازی و مصرف آب انار بر سطوح سرمی استروژن، پروژسترون و پروتئین P53 در زنان مبتلا به سرطان پستان. *مجله زنان، مامایی و نازایی ایران* 2021.18297/doi: 10.22038/ijogi.2021.18297, 6-15, 24(3), 26.
۲. آقابرابی مریم، احمدی فضل‌الله، آقا علی نژاد حمید، محمدی عیسی، (1386) تأثیر برنامه ورزشی طراحی شده بر میزان استرس، اضطراب و افسردگی زنان مبتلا به سرطان پستان تحت شیمی درمانی، *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، 9(4)، 26. magiran.com/p489818
۳. آقابرابی مریم، احمدی فضل‌الله، آقا علی نژاد حمید، محمدی عیسی، (1386) تأثیر برنامه ورزشی طراحی شده بر میزان استرس، اضطراب و افسردگی زنان مبتلا به سرطان پستان تحت شیمی درمانی، *مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد*، 9(4)، 26.
۴. خدادادی فاطمه السادات، یزدانی فریدخت، افتخاری قینانی الهام. تأثیر برنامه تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی بر کیفیت زندگی بقایافتگان سرطان پستان: یک کارآزمایی تصادفی‌سازی کنترل‌شده. *بیماری‌های پستان ایران* ۱۴۰۳؛ ۱۷(۲): ۴-۲۵



۵. علاقیند مریم، ثروت فرخ لقا، زارع پور فاطمه. بررسی رابطه بین کیفیت زندگی و امید به زندگی در بیماران مبتلا به سرطان پستان. طلوع بهداشت. ۱۳۹۵؛ ۱۵ (۲): ۱۸۵-۱۷۵
۶. عیسی نژاد امین، غریب بهروز، قنبری مطلق علی، نظری سمیه. مقایسه اثرات تمرینات هوازی تناوبی شدید و تمرینات تداومی بر کیفیت زندگی زنان مبتلا به سرطان پستان تحت هورمون درمانی. بیماری‌های پستان ایران. ۱۴۰۰؛ ۱۴ (۳): ۳۳-۲۳
۷. فرجی وفا وحید، خسروی نسیم، ملانوری شمسی مهدیه، آقاعلی نژاد حمید. ورزش و تغییرپذیری ضربان قلب در بیماران مبتلا به سرطان: مرور نظام‌مند. بیماری‌های پستان ایران. ۱۳۹۸؛ ۱۲ (۴): ۶۴-۷۵
۸. قربانیان، دکتر بهلول، منتظری، دکتر وحید، رستمی، فهیمه &، خانواری، توحید. (۱۴۰۰). تأثیر تمرینات ترکیبی (هوازی- پیلاتس) بر سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ و پلاکت خون زنان مبتلا به سرطان پستان. مجله زنان، مامایی و نازایی/ایران 24(1), 9-17. doi: 10.22038/ijogi.2021.17988
۹. مختاری حصارى رقيه، پوزش جدیدی رقيه، شیخی مبارکه زهرا، آزالى علمدارى کریم. اثر تمرین ورزشی و درمان احتقان زدایی ترکیبی بر حجم ادم و محدوده حرکتی شانه در بیماران مبتلا به سرطان پستان با عارضه لنف ادم: یک مطالعه کارآزمایی بالینی. پایش. ۱۳۹۹؛ ۲۰ (۱): ۵۹-۶۹
۱۰. نظری سمیه، بهپور ناصر، غریب بهروز. تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر خستگی، کیفیت زندگی و ترکیب بدنی بیماران مبتلا به سرطان سینه متاستاتیک: یک کارآزمایی بالینی. بیماری‌های پستان ایران. ۱۴۰۳؛ ۱۷ (۱): ۴-۲۱
11. Adams-Campbell LL, Hicks J, Makambi K Randolph-Jackson P, Mills M, Isaacs C, et al. An 8-week exercise study to improve cancer treatment related fatigue and QOL among African American breast cancer patients undergoing radiation treatment: A pilot randomized clinical trial. Journal of the National Medical Association. 2023;115(2):199-206.
12. Basha M.A., Aboelnour N.H., Alsharidah A.S., Kamel F.H. Effect of exercise mode on physical function and quality of life in breast cancer-related lymphedema: a randomized trial. Support Care Cancer. 2022;30:2101–2110. doi: 10.1007/s00520-021-06559-1.
13. Cardoso F, Kyriakides S, Ohno S, Penault-Llorca F, Poortmans P, Rubio I, et al. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. Annals of oncology. 2019;30(8):1194-220.
14. Cramer H., Lauche R., Klose P., Lange S., Langhorst J., Dobos G.J. Yoga for improving health-related quality of life, mental health and cancer-related symptoms in women diagnosed with breast cancer. Cochrane Database Syst Rev. 2017;1 doi: 10.1002/14651858.CD010802.pub2.
15. Durosini I, Triberti S, Sebri V, Giudice AV, Guidi P, Pravettoni G. Psychological benefits of a sport-based program for female cancer survivors: The role of social connections. Frontiers in psychology. 2021;12:751077.
16. Ficarra S, Thomas E, Bianco A, Gentile A, Thaller P, Grassadonio F, et al. Impact of exercise interventions on physical fitness in breast cancer patients and survivors: a systematic review. Breast Cancer. 2022;29(3):402-18.
17. Friendenreich CM, Courneya KS. Exercise as rehabilitation for cancer patients. Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 1996; 6(4): 237-44.
18. Kawiak A. Molecular research and treatment of breast cancer. Int J Mol Sci. 2022;23:9617. doi: 10.3390/ijms23179617.



19. Lal I, Dittus K, Holmes CE. Platelets, coagulation and fibrinolysis in breast cancer progression. *Breast Cancer Research* 2013; 15(4):1-11.
20. Li L, Wang Y, Cai M, Fan T. Effect of different exercise types on quality of life in patients with breast cancer: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Breast*. 2024 Dec;78:103798. doi: 10.1016/j.breast.2024.103798. Epub 2024 Sep 4. PMID: 39243565; PMCID: PMC11408868.
21. Lovelace DL, McDaniel LR, Golden D. Long-term effects of breast cancer surgery, treatment, and survivor care. *Journal of midwifery & women's health*. 2019;64(6):713-24.
22. Montaña-Rojas L.S., Romero-Pérez E.M., Medina-Pérez C., Reguera-García M.M., de Paz J.A. Resistance training in breast cancer survivors: a systematic review of exercise programs. *Int J Environ Res Publ Health*. 2020;17:6511. doi: 10.3390/ijerph17186511.
23. Padilha CS, Marinello PC, Galvao DA, Newton RU, Borges FH, Frajacom F, et al. Evaluation of resistance training to improve muscular strength and body composition in cancer patients undergoing neoadjuvant and adjuvant therapy: a meta- analysis. *Journal of Cancer Survivorship*. 2017;11:339-49.
24. Raffiemanesh H, SalehiniyaH, Lotfi Z. Breast cancer in Iranian women: incidence by age group,morphology and trends. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2016; 17(3):1393-7
25. Rojas-Sosa MDC, Olvera-Gómez JL, Vargas-Zavala L, Rodríguez-Andrade J, Chávez-Rojas AI, Aranza-Aguilar JL, et al. Breast cancer detection in Mexico City during 2017. *Revista Medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2020;58(1):S32-S40.
26. Schulz SVW, Laszlo R, Otto S, Prokopchuk D, Schumann U, Ebner F, et al. Feasibility and effects of a combined adjuvant high-intensity interval/strength training in breast cancer patients: a single-center pilot study. *Disability and Rehabilitation*. 2017:1-8.
27. Schmitz K.H, Troxel A.B, Dean L.T, DeMichele A, Brown J.C, Sturgeon K, Denlinger C. Effect of home-based exercise and weight loss programs on breast cancer-related lymphedema outcomes among overweight breast cancer survivors: The WISER Survivor randomized clinical trial. *Jama Oncology* 2019; 5: 1605-1613.
28. Shobeiri F, Masoumi SZ, Nikraves A, Moghadam RH ,Karami M. The impact of aerobic exercise on quality of life in women with breast cancer: a randomized controlled trial. *Journal of research in health sciences*. 2016;16(3):127.
29. Soldato D, Arecco L, Agostinetti E, Franzoi M, Mariamidze E, Begijanashvili S, et al. The future of breast cancer research in the survivorship field. *Oncology and Therapy*. 2023;11(2):199- 229.
30. Stubblefield MD. The underutilization of rehabilitation to treat physical impairments in breast cancer survivors. *Pm&r: the journal of injury, function, and rehabilitation*. 2017;9(9):S317-S23.
31. Veronesi U., Boyle P., Goldhirsch A., Orecchia R., Viale G. Breast cancer. *Lancet*. 2005;365:1727–1741. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66546-4.
32. Verma VK, Singh V, Singh MP, Singh SM. Effect of physical exercise on tumor growth regulating factors of tumor microenvironment: implications in exercise-dependent tumor growth retardation. *Immunopharm. Immunot*. 2009; 31(2):274-82.
33. Vulczak A, Souza AdO, Ferrari GD, Azzolini AECS, Pereira-da-Silva G, Alberici LC. Moderate Exercise Modulates Tumor Metabolism of Triple- Negative Breast Cancer. *Cells*. 2020;9(3):628.
34. Wang Q, Zhou WJJoS, Science H. Roles and molecular mechanisms of physical exercise in cancer prevention and treatment. *Journal of Sport and Health Science*. 2021;10(2):201-10.
35. Zaidi S, Hussain S, Verma S, Veqar Z, Khan A ,Nazir SU, et al. Efficacy of complementary therapies in the quality of life of breast cancer survivors. *Frontiers in oncology*. 2018;7:326.



مروری بر اثرات مداخلات فعالیت ورزشی بر فشار اکسایشی

مینا محمودپور^{۲۵}، میلاد احمدی حصار^{۲۶}، امیرحسین یوسفی^۲، دکتر فرناز سیفی^۳

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل mahmoodpormina@gmail.com

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. دانشیار دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

چکیده

فشار اکسایشی به عنوان یک مکانیزم کلیدی در بروز بسیاری از بیماری‌های مزمن شناخته شده است. این پدیده به عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و توانایی بدن در خنثی‌سازی یا ترمیم آسیب‌های ناشی از آنها اشاره دارد و می‌تواند به اجزای مهم سلولی آسیب برساند و باعث مرگ سلولی شود. استفاده از رژیم‌های غذایی استاندارد و تمرینات هوازی می‌تواند به تقویت سیستم ضداکسایشی بدن کمک کند. فعالیت‌های بی‌هوازی با تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش فشار اکسایشی، نقش مهمی در سلامتی و عملکرد ورزشی دارند. با این حال، فعالیت بدنی شدید و غیراصولی می‌تواند سبب تولید فشار اکسایشی و آسیب‌های سلولی مربوط به فشار اکسایشی شده و سلامت ورزشکاران را به مخاطره بیندازد. در نتیجه فشار اکسایشی سهم غیرقابل انکاری در پاتوژن بیماری‌های مختلف دارد و عوامل مختلفی از جمله جنسیت و افزایش سن در تشدید یا کنترل این شاخص‌ها مؤثر هستند. با این حال، فعالیت‌های ورزشی در هر جنس یا سنی و با هر سطح آمادگی جسمانی می‌تواند در کنترل شاخص‌های فشار اکسایشی و افزایش توان آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشد. به عبارت دیگر، فعالیت ورزشی نقش مکملی در تقویت دستگاه ایمنی و آنتی‌اکسیدانی داشته و از طریق ایجاد سازگاری، سبب کنترل یا به تعویق انداختن گسترش بیماری‌های مختلف و همچنین سالمندی می‌گردد. متأسفانه، انجام فعالیت ورزشی غیراصولی با صدمات متعددی همراه است که شاید یکی از شایع‌ترین آن‌ها ایجاد آسیب‌های سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد مربوط به فشار اکسایشی است. پژوهش‌های بیشتر در این زمینه می‌تواند به توسعه برای کنترل و کاهش آسیب‌های اکسایشی منجر شود.

کلید واژه‌ها: فشار اکسایشی – رادیکال آزاد – آنتی اکسیدان – فعالیت ورزشی

مقدمه

در طی دهه‌های اخیر، با گسترش سریع بیماری‌های غیرواگیر و مزمن، محققان فشار اکسایشی را به عنوان یک مکانیزم محوری در بروز و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها شناسایی کرده‌اند (۱) فشار اکسایشی به عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و توانایی بدن در خنثی‌سازی یا ترمیم آسیب‌های ناشی از آنها اشاره دارد. این پدیده می‌تواند به اجزای مهم سلولی مانند پروتئین‌ها، DNA و لیپیدهای غشایی آسیب برساند و باعث مرگ سلولی شود. بدن انسان به هر دو نوع گونه اکسیدان و آنتی‌اکسیدان برای متابولیسم نرمال، انتقالات سیگنالی و نظم فعالیت‌های سلولی نیاز دارد.



سلول‌ها شرایطی را برای ایجاد هموستازی بین گونه‌های اکسیدان و آنتی‌اکسیدان فراهم می‌کنند. فشاراکسایشی در فرآیندهای فیزیولوژیک و پاتولوژیک مانند آسیب DNA، تکثیر، چسبندگی سلول و بقای آن نقش دارد. (۲) تئوری رادیکال آزاد به عنوان یکی از نظریه‌های اصلی در حوزه پیری، به طور گسترده‌ای پذیرش یافته است. این نظریه بر مبنای افزایش رادیکال‌های آزاد و اثرات مخرب آنها بر اجزای سلولی با گذشت زمان استوار است. (۳) به عبارت دیگر، فشاراکسایشی نقش محوری در شرایط پاتولوژیک مختلف از جمله بیماری‌های قلبی، فشار خون بالا، فشار خون ریوی، دیابت، بیماری‌های مزمن کلیوی و سرطان‌ها دارد. از این رو بررسی وضعیت فشاراکسایشی ممکن است به عنوان یک شاخص برای بررسی وضعیت بالینی به کار رود. (۱)

روش کار:

در این پژوهش با استفاده از واژه‌های کلیدی جستجو در پایگاه‌های داده‌ای مانند Web of Science, Scopus, google scholar, Pubmed انجام دادیم و تمرکز بر بررسی‌های سیستماتیک بود.

بحث و نتیجه‌گیری:

روند حیات، به ویژه در موجودات زنده، بر رویدادهای بیوشیمیایی استوار است که به تولید انرژی منتهی می‌شوند. موجودات هوازی این انرژی را از طریق احیای مولکول اکسیژن به آب تولید می‌کنند. (۴) رادیکال‌های آزاد به دلیل داشتن الکترون‌های جفت نشده در لایه بیرونی خود، بسیار ناپایدار و واکنش‌پذیر هستند. این ویژگی باعث می‌شود که آنها تمایل زیادی به واکنش با مولکول‌های دیگر داشته باشند تا الکترون‌های خود را تکمیل کرده و به حالت پایدار برسند. این واکنش‌ها می‌توانند به صورت زنجیره‌ای ادامه پیدا کنند؛ به این معنی که وقتی یک رادیکال آزاد الکترونی را از یک مولکول دیگر می‌گیرد، آن مولکول نیز به یک رادیکال آزاد تبدیل می‌شود و این فرآیند می‌تواند به صورت مداوم ادامه یابد. رادیکال‌های آزاد به دلیل ویژگی‌های خاص خود، قادر به واکنش با انواع مولکول‌ها در سلول‌ها و بافت‌های مختلف هستند. این ویژگی به این معناست که رادیکال‌های آزاد می‌توانند با کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها (لیپیدها) تعامل کنند و باعث تغییر در ساختار یا عملکرد آنها شوند، و در نتیجه به عنوان عوامل آسیب‌رسان به سلول‌ها عمل می‌کنند. رادیکال‌های آزاد به دلیل این ویژگی‌های خاص خود، قابلیت واکنش با انواع مولکول‌ها در سلول‌ها و بافت‌های مختلف را دارند. این ویژگی به این معنی است که رادیکال‌های آزاد می‌توانند با کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و چربی‌ها (لیپیدها) تعامل کنند و باعث تغییر در ساختار یا عملکرد آنها شوند. (۵) فشاراکسایشی به هم خوردن تعادل بین تخریب سلولی توسط رادیکال‌های آزاد و دفاع آنزیم‌های مقابله‌کننده آن یعنی آنتی‌اکسیدان‌ها نامیده می‌شود. درحقیقت فشاراکسایشی نوعی حمله‌های زیستی به ارگانیزم‌های بدن نیز محسوب می‌شود. (۶) عوامل مختلفی می‌توانند بر کنترل فعالیت رادیکال‌های آزاد تأثیر بگذارند، از جمله سن، جنسیت و سطح آمادگی جسمانی. این عوامل به طور مشترک می‌توانند بر میزان فشار اکسایشی و تأثیرات آن بر سلامتی فرد مؤثر باشند. (۷) آنتی‌اکسیدان‌ها به عنوان محافظت‌کننده‌هایی عمل می‌کنند که از سلول‌ها در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد دفاع می‌کنند. این تعادل برای سلامت عمومی بدن و پیشگیری از بیماری‌های مزمن بسیار حیاتی است. در صورت کاهش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها یا عدم وجود آنها، رادیکال‌های آزاد می‌توانند بدون کنترل باقی بمانند و باعث بروز



آسیب‌های جدی شوند. (۸) ارتباط فشار اکسایشی با بیماری‌های مختلف: شواهد روزافزونی نشان می‌دهد که رادیکال‌های آزاد در فرآیندهای بیماری‌زا نقش دارند. فشار اکسایشی با ایجاد التهاب، تسریع روند پیری و فراهم کردن شرایط مساعد برای بروز بیماری‌های مختلفی همراه است. این بیماری‌ها شامل بیماری‌های قلبی عروقی، تصلب شرایین، سرطان، آب مروارید، اختلالات سیستم عصبی مرکزی مانند بیماری پارکینسون و آلزایمر، بیماری التهابی روده، آرتریت روماتوئید، دیابت، بیماری‌های تنفسی، بیماری‌های خودایمنی، بیماری‌های کبدی، کلیوی، پوستی، ایدز و ناباروری می‌باشند. (۹) ایجاد فشار اکسایشی به واسطه فعالیت ورزشی با شدت متوسط: فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط، مانند پیاده‌روی سریع یا دویدن آرام، می‌توانند به افزایش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها در بدن کمک کنند. این افزایش به بدن کمک می‌کند تا با ^{۲۷} گونه‌های فعال اکسیژن تولید شده در طول ورزش مقابله کند و در نتیجه از فشار اکسایشی جلوگیری کند. همچنین، این نوع فعالیت می‌تواند به بهبود عملکرد سیستم ایمنی و کاهش التهاب کمک کند. ورزش متوسط می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر برای حفظ تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و سطوح آنتی‌اکسیدانی عمل کند. (۱۰) نشان داده‌اند که انجام تمرینات هوازی با شدت متوسط نقش مهمی در ایجاد عملکرد ضد اکسایشی حفاظتی در بدن ایفا می‌کند فعالیت‌های ورزشی منظم می‌توانند مقاومت بدن را در برابر استرس اکسایشی افزایش داده و بهبود حفاظت از بدن را موجب شوند. شواهد نشان می‌دهند که این فعالیت‌ها ممکن است منجر به افزایش سطح فعال‌سازی و بیان اسید ریبونوکلیک ^{۲۸} دستگاه آنتی‌اکسیدانی درون‌زا شوند، که این امر به تنظیم منفی و کاهش سطح آسیب‌های اکسایشی کمک می‌کند. همچنین، نوع تمرین استفاده شده می‌تواند بر پاسخ بدن به این فعالیت‌ها تأثیرگذار باشد. (۱۱) مطالعات و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد ورزش منظم با شدت مناسب مزیت‌های فراوانی را برای افراد جامعه دارد. برای اینکه ورزش منظم باعث کاهش و پیشگیری از بیماری‌های مزمن می‌شود. به عنوان مثال توصیه می‌شود که حداقل ۳۰ دقیقه در روز ورزش انجام شود تا احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی کاهش یابد. (۱۲) اثر فعالیت ورزشی شدید بر تولید فشار اکسایشی: در طول تمرینات شدید، بدن نیاز بیشتری به اکسیژن دارد که این امر می‌تواند باعث تولید مقادیر بیشتری از گونه‌های فعال اکسیژن شود که شامل مولکول‌های اکسیژن با فعالیت بالا هستند، می‌توانند به سلول‌ها آسیب برسانند. مقدار تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند تأثیرات متفاوتی روی سلول‌ها داشته باشد. در مقادیر کم، گونه‌های فعال اکسیژن می‌توانند نقش‌های مفیدی مانند تنظیم عملکرد سلولی و پاسخ‌های ایمنی ایفا کنند. اما در مقادیر زیاد، آنها می‌توانند باعث آسیب به سلول‌ها و ایجاد التهاب و بیماری شوند. تمرینات شدید و طولانی‌مدت ممکن است به تولید مقادیر بالای گونه‌های فعال اکسیژن منجر شوند. اگرچه این افزایش می‌تواند به سازگاری سلولی و بهبود عملکرد ورزشی منتهی شود، اما در صورت کمبود آنتی‌اکسیدان‌ها، ممکن است به فشار اکسایشی و التهاب منجر گردد. (۱۳) بدن قادر است در پاسخ به سطوح بالای ROS و فشار اکسایشی، سازگاری‌هایی ایجاد کند که ممکن است شامل افزایش تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و بهبود مکانیزم‌های ترمیم سلولی باشد. بنابراین، تمرینات شدید می‌توانند ضمن داشتن خطرات، منجر به سازگاری‌های مثبت

²⁷ (ROS)
²⁸ mRNA



در طول زمان شوند. فعالیت‌های بی‌هوازی با تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش فشار اکسایشی، نقش مهمی در سلامتی و عملکرد ورزشی دارند. درک مکانیزم‌های دقیق این فرآیندها و تاثیرات آنها بر بدن می‌تواند به بهبود راهکارهای کاهش آسیب‌های فشار اکسایشی و افزایش کارایی ورزشی کمک کند. بنابراین، مقدار ROS تولید شده در طول تمرینات شدید عنصر کلیدی است که تعیین می‌کند آیا این مولکول‌ها به عنوان "دوست" (با اثرات مثبت) یا "دشمن" (با اثرات منفی) عمل می‌کنند. به عبارتی، این مولکول‌ها می‌توانند هم مفید و هم مضر باشند و مقدار آنها در بدن نقش مهمی در تعیین سلامت و عملکرد سلولی ایفا کنند.^(۱۴) هیچ نشانگر زیستی خاصی برای اندازه‌گیری مستقیم فشار اکسایشی وجود ندارد. اما شاخص‌های غیرمستقیم امکان اندازه‌گیری آنها را فراهم می‌کنند. این شاخص‌ها شامل پراکسیداسیون لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA هستند. شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدها: شامل مالون دی‌آلدئید^{۲۹}: محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدها و نشانگر فشار اکسایشی. معمولاً با روش تیوباربیتوریک اسید^{۳۰} اندازه‌گیری می‌شود. و هیدروکسی‌نونال^{۳۱}: آلدئید واکنشی که از پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع تولید می‌شود و به عنوان نشانگر فشار اکسایشی و آسیب سلولی شناخته می‌شود. شاخص‌های پراکسیداسیون پروتئین‌ها: شامل کربونیل‌زدگی^{۳۲} پروتئین‌ها: اکسیداسیون پروتئین‌ها منجر به تشکیل گروه‌های کربونیل می‌شود که به عنوان شاخصی برای پراکسیداسیون پروتئین‌ها استفاده می‌شود. و نیتروزیل‌اسیون تیروزین^{۳۳}: نشانگری برای استرس نیترواتیو که با نیتروژن‌دهی تیروزین‌ها تولید می‌شود. شاخص‌های پراکسیداسیون DNA: هیدروکسی‌دئوکسی‌گوانوزین^{۳۴}: یکی از نشانگرهای اکسیداسیون DNA که برای اندازه‌گیری فشار اکسایشی در DNA به کار می‌رود. و تیمین گلایکول^{۳۵}: محصولی از اکسیداسیون DNA که به عنوان نشانگری برای فشار اکسایشی استفاده می‌شود. این منظور، باید به عواملی مانند تغذیه، وضعیت جسمانی فرد، نوع و دفعات تمرین، شدت تمرین و استفاده از نشانگرهای زیستی مناسب برای اندازه‌گیری فشار اکسایشی توجه شود. (۱۵)

References:

- ۱-Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. Redox biology. 2015;4:180-3.
- ۲- Ono H, Sakamoto A, Sakura N. Plasma total glutathione concentrations in healthy pediatric and adults subjects. Clinica chimica acta. 2001;312(1):227-9.
- ۳-Dröge W. Oxidative stress and aging. Adv Exp Med Biol. ۲۰۰۳;۵۴۳:۱۹۱-۲۰۰.
- ۴-Shemshaki A, Ghanbari Niaki A, Rajabi H, Hedayati M, Salami F. Intense alpine skiing exercise on anti oxidant status of female skiers. Iranian J of Endocrinology & Metabolism 2007;9(3):291-7

²⁹(Malondialdehyde)

³⁰ (Thiobarbituric acid)

³¹ (Hydroxynonenal)

³² (Carbonyl)

³³ (Nitrotyrosine)

³⁴ (Deoxyguanosine)

³⁵(Thymine Glycol)



- ۵-Betteridge DJ. What is oxidative stress Metabolism. 2000 Feb; 49(2 Suppl 1):3-8.
- ۶-Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. Journal of gerontology. 1956;11(3):298-300
- ۷-Dopsaj V, Martinovic J, Dopsaj M, Stevuljevic JK, Bogavac- Stanojevic N. Gender-specific oxidative stress parameters. Int J Sports Med. 2011 Jan;32(1):14-9
- ۸-Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt KV. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of botany. 2003;91(2):179-94.
- ۹-Cui H ,Kong Y , Zhang H, oxidative stress mitochondrial dysfunction , and aging . Journal of Signal Transduction . 2012; Article ID 646354 , 13 pages.
- ۱۰-Bouviere J, Fortunato RS, Dupuy C, Werneck-de-Castro JP, Carvalho DP, Louzada RA. Exercise-stimulated ROS sensitive signaling pathways in skeletal muscle. Antioxid (Basel) 2021;10(4):537.
- ۱۱-Tuon T, Valvassori SS, Lopes-Borges J, Luciano T, Trom CB, Silva LA, et al. Physical training exerts neuroprotective effects in the regulation of neurochemical factors in an animal model of Parkinson's disease. Neuroscience. 2012;227:305-12
- ۱۲-Tian D, Meng J. Exercise for prevention and relief of cardiovascular disease: prognoses, mechanisms, and approaches. Oxid Med Cell Longev. 2019;2019:3756750.
- ۱۳-Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. Physiol Rev. 2008;88(4):1243-76.
- ۱۴-Powers SK, Deminice R, Ozdemir M, Yoshihara T, Bomkamp MP, Hyatt H. Exercise-induced oxidative stress: friend or foe? J Sport Health Sci. 2020;9(5):415-25
- ۱۵-Plavina L, Kolesova O, Eglite J, Cakstins A, Cakstina S, Kolesovs A. Antioxidative system capacity after a 10-day-long intensive training course and one-month-long recovery in military cadets. Phys Activity Rev. 2021;9:2021



مروری بر نقش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید و ورزش در بیماری‌های قلبی عروقی

زهره جوادی فر ۱*، هستی قره‌باغی ۲

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: زهره جوادی فر : دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده:

استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید عناصر مهمی در پاتوژنز بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) هستند. استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS) و دفاع آنتی اکسیدانی بدن، منجر به آسیب سلولی قابل توجهی می‌شود و با توجه به نقش مهم این عامل در بیماری‌های قلبی عروقی هدف از انجام پژوهش حاضر مروری بر نقش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید و ورزش در بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد. برای انجام این پژوهش به پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، Scisearch، SID.ir، مراجعه شد و سپس به جستجوی مقالات و مطالعات صورت گرفته در رابطه با عنوان مطالعه مروری حاضر پرداختیم. کلمات کلیدی مورد جستجو در این پایگاه‌ها شامل: استرس اکسیداتیو، پراکسیداسیون لیپید، بیماری قلبی عروقی، ROS، Oxidative Stress، Lipid Peroxidation، Cardiovascular Disease بود. در نهایت تعداد ۲۳ مقاله که در بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۴ به چاپ رسیده بودند انتخاب و به منظور انجام این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. در نهایت مشخص شد که استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید به طور قابل توجهی در بیماری‌های قلبی عروقی نقش دارند، همچنین ورزش و فعالیت بدنی منظم می‌تواند این اثرات را خنثی کند و نقش مهمی در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های قلبی عروقی ایفا کند.

کلمات کلیدی: استرس اکسیداتیو، پراکسیداسیون لیپید، ورزش، بیماری قلبی عروقی

مقدمه:

توسعه صنعتی و ماشینی شدن جوامع، فعالیت بدنی انسان‌ها را به شدت کاهش داده و در نتیجه، شیوع بیماری‌هایی چون بیماری‌های قلبی، پوکی استخوان و دیابت را افزایش داده است (۱) با وجود پیشرفت‌های پزشکی، بیماری‌های قلبی عروقی همچنان به عنوان یک بحران جهانی مطرح هستند. این بیماری‌ها نه تنها شایع‌ترین بیماری‌های غیر واگیرند، بلکه تعداد مبتلایان و قربانیان آن‌ها به طور مداوم در حال افزایش است. به طوری که آمار مرگ و میرهای



مربوط به این بیماری در سال ۲۰۱۲، ۱۷/۵ میلیون بود، این آمار در سال ۲۰۱۶ به ۱۷/۹ میلیون رسید و اینچنین پیشبینی می‌شود که این آمار در سال ۲۰۳۰ به ۲۲/۳ میلیون نفر برسد. با توجه به گزارش سازمان بهداشت جهانی، در سال ۲۰۱۶ مرگ و میرهای مرتبط به بیماری‌های قلبی عروقی، ۳۱٪ از مجموع آمار مرگ و میر جهان را در بر می‌گرفت.

در ایران بیماری‌های قلبی عروقی جزو دلایل اصلی مرگ و میر در بزرگسالان است و به صورت تقریبی ۴۶٪ از تعداد کلی مرگ و میر را در بر می‌گیرند. با توجه به میزان بالا بودن آمار مرگ و میر، این بیماری‌ها نه تنها دلیل آزار خانواده‌ها در اثر کاهش کیفیت زندگی می‌شود بلکه باعث یک بار مسئولیتی سنگین در بودجه سلامت کشورها نیز می‌شود (۲).

افزایش مقدار لیپید یکی از ریسک فاکتورهای اصلی در جهت ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی است که همین عاملی است بر اهمیت پروفایل لیپید ۳۶. پروفایل لیپید اصطلاحی است که جهت تشریح سطوح لیپید خون استفاده می‌شود و شامل کلسترول تام ۳۷ (TC)، لیپوپروتئین با چگالی بالا ۳۸ (HDL)، لیپوپروتئین با چگالی کم ۳۹ (LDL) و تری گلسرید ۴۰ (TG) می‌باشد با توجه به اهمیت پروفایل لیپیدی در سنجش وضعیت قلبی عروقی، پروفایل لیپیدی در بسیاری از مواقع "پروفایل ریسک قلبی عروقی" نیز نامیده می‌شود (۴) (۵).

مقادیر بالای لیپوپروتئین با چگالی پایین یا LDL نشانگر وجود لیپید اضافی در خون است که به نوبه ی خود منجر به افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود. پروتئین با چگالی بالا یا همان HDL، لیپید خون را جهت دفع و تصفیه به کبد بازمی‌گرداند بنابراین اینطور میتوان نتیجه گرفت که مقادیر بالای HDL نشانگر یک سیستم قلبی عروقی سالم و سلامت است. تری گلسرید موجود در پلاسما خون از چربی‌های خورده شده موجود در غذاها و یا دیگر منابع انرژی نشأت گرفته است و این چنین می‌شود گفت که وجود میزان اضافی تری گلسرید در خون به نحو مستقل با بیماری‌های قلبی و عروقی در ارتباط است.

باتوجه به تحقیقات صورت انجام شده چنین بیان شده است که رابطه‌ای مستقیم بین افزایش مزمن سطوح کلسترول یا همان دیس‌لیپیدی^{۳۶} با بیماری‌های قلبی عروقی وجود دارد و این چنین گزارش شده که کاهش در میزان LDL باعث کم شدن حوادثی مانند سکته‌ی مغزی و سکته‌ی قلبی شده است و همچنین گزارش شده است که کسانی که دارای مقدار کسترول بالا (بیشتر از 200 mg/dL یا 5/172 mmol/L) بودند، نسبت به کسانی که دارای مقدار نرمال کلسترول (کمتر از 180 mg/dL یا 4/66 mmol/L) بودند به طور تقریبی دوبرابر بیشتر در خطر بیماری‌های قلبی عروقی قرار داشتند (۶).

از عواملی که در بیماری‌های قلبی نقش دارند میتوان به پراکسیداسیون لیپید اشاره نمود که نه تنها در بیماری‌های قلبی نقش دارد در بیماری‌هایی مثل سرطان و پیری هم نقش دارد. رادیکال‌های آزاد گونه‌های شیمیایی واکنشی

³⁶ Lipid Profile

³⁷ Total Cholesterol

³⁸ High-Density Lipoprotein

³⁹ Low-Density Lipoprotein

⁴⁰ Triglyceride

⁴¹ Dyslipidemia



هستند که امکان دارند به همه بیومولکولها هجوم و حمله کنند اما در این میان بیومولکولها لیپیدها مستعدترین هستند. غشای سلول منبع سرشار از اسیدهای چرب غیر اشباع می باشد و به آسانی توسط رادیکالهای اکسید کننده مورد حمله و هجوم قرار میگیرد. به این تخریب اکسید شونده اسیدهای چرب غیر اشباع، پراکسیداسیون لیپیدی می گویند (۷) (۸).

با حمله رادیکالهای آزاد و رخداد پراکسیداسیون لیپیدی، محصولات مضر و سمی ای به وجود و تولید می شوند که در ادامه در نقش پیک ثانویه ایفای نقش میکنند. از مهمترین این محصولات می شود به مالون دی آلدئید (MDA) و 4-Hydroxynonenal (4-HNE) نام برد که برای سنجش پراکسیداسیون لیپیدی میتوان از این بیومارکرها استفاده کرد (۹).

بر اثر پراکسیداسیون لیپیدی، ترکیبات آلدئیدی زیادی به وجود می آیند که یا در داخل لیپوپروتئین با چگالی کم یا همان LDL باقی می ماند و به بیان دیگر لیپوفیلیک می باشند و یا وارد فاز آبی می شوند که یعنی هیدروفیلیک هستند. مالون دی آلدئید یا MDA در اثر قابلیت حلالیت زیادش در سرم، هیدروفیل ترین آلدئیدها به حساب می آید به نحوی که ۹۳٪ آن وارد فاز آبی می شود، این در شرایطی است که مابقی آلدئیدها در ۳۴ تا ۹۸ درصد مواقع در درون LDL باقی می مانند (۷). از محصولات مهم دیگری که بر اثر روند استرس اکسیداتیو یا پراکسیداسیون لیپیدی به وجود می آید می شود به 4-hydroxy-2-nonenal که به صورت اختصاری 4-HNE نوشته می شود اشاره نمود که با ایجاد پیوند شیمیایی کووالانسی اضافی منجر به غیر فعال کردن پروتئینها و DNA می شود.

واکنش زنجیره ای متعاقب، باعث اختلال در عملکرد سلول و آسیب بافتی می شود. 4-HNE به شیوه مستقیم باعث کاهش عملکرد انقباضی می شود، باعث تعدیل راههای سیگنالی سلولها می شود و همچنین می تواند در بسیاری از بیماریهای قلبی عروقی مثل: آترواسکلروز^{۴۲}، نارسایی قلبی و کاردیومیوپاتی^{۴۳} مشارکت داشته باشد به همین جهت سنجش و هدف قرار دادن 4-HNE میتواند به پژوهشگران کمک کند تا از همچنین آسیبهایی جلوگیری کنیم (۱۰). با توجه به پژوهشهای صورت گرفته میتوان بیان نمود که، با سبک و شیوه ی زندگی صحیح میتوان از ابتلا به بسیاری از بیماریهای قلبی عروقی جلوگیری کرد. در کنار استفاده از داروها، روشهای غیر دارویی اهمیت بسیار زیادی در کنترل و حتی درمان بیماریهای قلبی عروقی دارند بنابراین اصلاح روش زندگی میتواند به همان اندازه که داروها اثر گذار هستند مهم و اثر گذار باشد (۳). برای نمونه محققان فعالیت بدنی کم را به عنوان یکی از عوامل خطرزای بیماری قلبی عروقی معرفی کرده اند همچنین تحقیقات صورت گرفته به خوبی نشان داده است که افزایش سطح فعالیت بدنی منجر به بهبود شاخصهای سلامتی می شود. تعجب آور نیست که شیوههای تمرینی گوناگون، اثر گوناگونی نیز بر شاخصهای سلامتی می گذارد (۵).

پژوهشهای صورت گرفته نشان داده اند که اثر مثبتی بر روند توسعه بیماری، علائم و آمادگی بدنی افرادی که دارای دیس لیپیدمی هستند داشته اند اما تاکنون نوع ایده آل، فرکانس، شدت و مدت زمان تمرین برای کاهش میزان کلسترول هنوز ناشناخته است و نیاز به پژوهشهای بیشتر دارد (۶). تمرینات استقامتی منجر به ایجاد یک حجم اضافه

⁴² Atherosclerosis

⁴³ Cardiomyopathy



بار بر روی سیستم قلبی عروقی می‌شود. در اثر این تمرینات، بدن به توسط افزایش اکسیژن مصرفی، افزایش در ضربان قلب^{۴۴} و نیز افزایش برونده قلب^{۴۵} و حجم ضربه‌ای^{۴۶} قلب واکنش نشان می‌دهد. همچنین در اثر تمرینات استقامتی، مقاومت محیطی عروق نیز کاهش می‌یابد، همچنین فشار خون سیستولی افزایش و فشار خون دیاستولی کاهش پیدا می‌کند (۱۱). تمرینات استقامتی منجر به افزایش تحمل نسبت به تمرین انجام شده می‌شود که میزان این تحمل با مدت زمان انجام تمرین دارای رابطه‌ی مستقیم می‌باشد. از فواید دیگر تمرینات استقامتی می‌شود به سازگاری‌های فیزیولوژیکی نظیر افزایش در حداکثر توان هوازی، باسازی بطن چپ قلب و همچنین بهبود تهویه اشاره داشت (۱۲). تحقیقات انجام شده مشخص کرده است که تمرینات مقاومتی باعث افزایش قدرت و استقامت عضلات می‌شود و همچنین حجم عضلانی را افزایش می‌دهد و از بیماری‌هایی چون سارکوپنی و پوکی استخوان در سالمندان و همچنین بیماران قلبی عروقی جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، تمرینات مقاومتی عملکرد سیستم قلبی عروقی را افزایش می‌دهد و همچنین باعث افزایش وضعیت متابولیکی کلی بدن و کیفیت زندگی افراد می‌شود. در نتیجه افزایش قدرت، سالمندان و بیماران قلبی می‌توانند کارهای روزمره خود را بدون محدودیت و کمک انجام دهند که همین موضوع باعث می‌شود کیفیت زندگی این قشر از جامعه افزایش یابد. اما همچنان در مورد اثر تمرینات مقاومتی بر میزان کلسترول همچنان نظرات و عقیده‌های مبهم و ضد و نقیضی وجود دارد (۱۱).

با توجه به آمار مرگ و میر بالا و ابتلای پیش رونده افراد به بیماری‌های قلبی عروقی در تمام جهان و اهمیت این موضوع باعث شده است تا توجه برای بهینه ساختن روش‌های درمان افزایش پیدا کند. با توجه به هزینه‌های بالای درمان بیماری‌های قلبی عروقی، توسعه و پیشرفت روش‌ها و استراتژی‌های مداخله‌گر و پیشگیرانه برای کاهش هزینه‌ها و از همه مهم‌تر کاهش سرعت پیشرفت بیماری‌های قلبی عروقی ضروری و مهم می‌باشد (۱۳).

با توجه به آمار مرگ و میر بالای بیماری‌های قلبی عروقی و شیوع فراوان این بیماری در ایران و نیز ارتباط بین استرس اکسیداتیو و شاخص‌های پراکسیداسیون لیپید با این بیماری و نیز گزارش‌های مبنی بر اثر مفید ورزش بر این شاخص‌ها و بیماری، هدف از پژوهش حاضر مروری بر نقش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید و ورزش در بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد.

روش انجام کار:

در ابتدا ما برای انجام این پژوهش به پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، Scioncedirect، SID.ir مراجعه کردیم و سپس به جستجوی مقالات و مطالعات صورت گرفته در رابطه با عنوان مطالعه مروری حاضر پرداختیم. کلمات کلیدی مورد جستجو در این پایگاه‌ها شامل: استرس اکسیداتیو، پراکسیداسیون لیپید، بیماری قلبی عروقی، ROS، Oxidative Stress، Lipid Peroxidation، Cardiovascular Disease بود. از بین مقالات مورد جستجو در نهایت تعداد ۲۳ مقاله

⁴⁴ Heart Rate

⁴⁵ Cardiac Output

⁴⁶ Stroke Volume



که در بین سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۴ به چاپ رسیده بودند انتخاب و به منظور مرور نقش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید و ورزش در بیماری‌های قلبی عروقی مور استفاده قرار گرفتند.

یافته‌ها:

استرس اکسیداتیو شرایطی است که در اثر عدم توازن بین تولید گونه‌ای اکسیژن واکنشی^{۴۷} (ROS) و دفاع آنتی اکسیدانی بدن اتفاق می‌افتد و گفته شده است که با بیماری‌های قلبی عروقی در ارتباط است (۱۴). همانطور که توسط ولنتین و کیبولسکین اشاره شده است، استرس اکسیداتیو به طور قابل توجهی به اختلال عملکرد اندوتلیال، پیش ساز آترواسکلروز، کمک می‌کند. افزایش سطح ROS می‌تواند به پوشش اندوتلیال آسیب برساند، واکنش‌های التهابی را تقویت کند و جذب مونوسیت‌ها و ماکروفاژها به دیواره‌های عروقی را افزایش دهد و در نتیجه پیشرفت پلاک‌های آترواسکلروتیک را تسریع کند (۱۵).

واکنش پراکسیداسیون لیپید شامل تجزیه اکسیداتیو لیپیدها است که منجر به تشکیل پراکسیدهای لیپیدی و آلدئیدهای واکنش پذیر می‌شود که می‌توانند آسیب عروقی را تشدید کنند و کچ و همکاران در سال ۲۰۲۳ در مطالعه‌ای بیان کردند که اصلاح اکسیداتیو ذرات لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) یک مرحله کلیدی در آتروژنز است. این ذرات LDL اصلاح شده به راحتی توسط ماکروفاژها جذب می‌شوند و آنها را به سلول‌های فومی تبدیل می‌کنند و به تشکیل پلاک در دیواره‌های شریانی کمک می‌کنند. این فرآیند اهمیت پراکسیداسیون لیپید به عنوان یک واسطه استرس اکسیداتیو در CVD را برجسته می‌کند (۱۶).

با توجه به ارتباط پراکسیداسیون لیپید با عواملی مثل سرطان، پیری و برخی بیماری‌های قلبی عروقی، این موضوع مورد توجه محققان قرار گرفته است. پناه مقدم و رهبانی نوبر در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی غلظت پراکسیداسیون لیپیدی سرم به عنوان عامل خطر بیماری‌های عروق کرونری در مردان که بر روی ۵۱ مرد که بیماری آنها به اثبات رسیده بود و سن آنها زیر ۵۵ سال بود به عنوان گروه تجربی و ۶۰ مرد سالم به عنوان گروه کنترل، انجام گرفت همچنین از مالون دی آلدئید (MDA) به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی استفاده شده بود. یافته‌های پناه مقدم و رهبانی نوبر بدین صورت بود که گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در میزان سرمی مالون دی آلدئید دارای افزایش بود. همان‌طور گزارش شد که در گروه تجربی میزان LDL، LDL/HDL، کلسترول و تری گلیسرید نسبت به گروه کنترل افزایش پیدا کرده بود و نیز نمایان شد که رابطه معنا داری بین میزان سرمی MDA با عوامل خطررایی مانند LDL، LDL/HDL، کلسترول و تری گلیسرید وجود دارد. علاوه بر این بین میزان سرمی MDA و میزان HDL رابطه‌ای منفی گزارش شد (۷).

کاهش سطح HDL با افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی در ارتباط می‌باشد همین‌طور میتوان گفت که با افزایش میزان HDL ریسک ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی با کاهش روبه‌رو می‌شود. کیم و آن در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی مروری که در رابطه با اهمیت HDL در بیماری‌های قلبی عروقی و اثر تمرین بر آن بود مشخص کردند که HDL در شرایط نورمال و طبیعی از اکسیداسیون LDL جلوگیری می‌کند این در شرایطی است که امکان دارد HDL



در شرایط پاتولوژیک مانند التهاب، استرس اکسیداتیو و حتی دیابت دچار تغییرات ساختاری شود که در نتیجه این شرایط عملکرد ضد التهابی و ضد تصلب شریانی HDL با کاهش رو به رو می‌شود. محققان این پژوهش توصیه کردند که با توجه به نقش مهم HDL در وضعیت سلامتی انسان، به کار بردن تمرینات در پژوهش‌ها باید همراه با آنالیز و تحلیل HDL همراه باشد (۱۷)

صالحی و همکاران در مطالعه‌ای، اثر ورزش اجباری تردمیل را بر وضعیت استرس اکسیداتیو در قلب رت‌های دیابتیک را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه که برای ۸ هفته تمرین یک ساعته که پنج روز در هفته انجام می‌گرفت، از مالون دی آلدئید به عنوان شاخصی برای ارزیابی پراکسیداسیون لیپیدی موش‌های نر استفاده شده بود. یافته‌های محققان این پژوهش اینگونه بود که القای دیابت در موش‌های نر باعث افزایش میزان مالون دی آلدئید نسبت به گروه کنترل شده بود. همچنین ثابت شد که گروه تجربی دیابتی در نتیجه ورزش نسبت به گروه کنترل در میزان سطوح مالون دی آلدئیدشان افزایشی صورت گرفته بود بنابراین محققان این مطالعه نتیجه گرفتند که در اثر افزایش میزان MDA، پروتکول تمرین تردمیل اجباری با شدت متوسط بر سیستم قلبی عروقی رت‌های دیابتی ورزش کرده تاثیراتی منفی و زیان آور می‌زند (۳).

ورزش و فعالیت بدنی منظم به دلیل اثرات محافظت کننده قلبی عروقی آن به طور گسترده شناخته شده است. ورزش و فعالیت بدنی نشان داده است که عملکرد اندوتلیال را بهبود می بخشد، التهاب سیستمیک را کاهش می دهد و بازسازی قلبی را تقویت می کند. ولنزولا و همکاران در سال ۲۰۲۳ در مطالعه ای، این موضع که که ورزش به یک پروفایل متابولیک مطلوب کمک می کند، خطر وقایع قلبی عروقی و مرگ و میر را کاهش می دهد را برجسته و مشخص کردند. همچنین بیان داشتند که اثرات ضد التهابی ورزش تا حدی از طریق افزایش تنظیم دفاع‌های آنتی اکسیدانی است که به خنثی سازی ROS و کاهش آسیب اکسیداتیو کمک می کند (۱۸).

مطالعه سمواتی و همکاران در سال ۱۳۹۷ نشان داد که اجرای ترکیبی تمرینات سرعت، قدرت و استقامت در نوجوانان فوتبالیست، تأثیر مثبتی بر عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی دارد. در این مطالعه، ورزشکاران به چهار گروه تقسیم شدند و هر گروه پروتکل تمرینی متفاوتی را طی ۱۵ هفته دنبال کردند. نتایج نشان داد که گروهی که در هر جلسه تمرینی به طور همزمان بر روی بهبود سرعت، قدرت و استقامت تمرکز می‌کردند، تغییرات معنی‌داری در سطح کلسترول کل، HDL و تری‌گلیسیرید نسبت به قبل از شروع تمرین تجربه کردند. همچنین، گروهی که تمرینات سرعت، قدرت و استقامت را به صورت متناوب در طول هفته انجام می‌دادند، کاهش معنی‌داری در سطح LDL و کلسترول کل را نشان دادند. گروه دیگری که در ابتدا بر روی تمرینات استقامتی، سپس قدرتی و در نهایت سرعتی تمرکز کرده بود، کاهش معنی‌داری در سطح تری‌گلیسیرید را تجربه کردند. به طور کلی، نتایج این مطالعه حاکی از آن است که اجرای ترکیبی تمرینات مختلف در نوجوانان فوتبالیست می‌تواند به بهبود پروفایل چربی خون و کاهش عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی کمک کند. البته، نوع و ترتیب اجرای تمرینات نیز می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد (۱۹)



بحث و نتیجه گیری:

استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید عناصر مهمی در پاتوژنز بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) هستند. استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS) و دفاع آنتی اکسیدانی بدن، منجر به آسیب سلولی قابل توجهی می‌شود. این آسیب به صورت پراکسیداسیون لیپید، اصلاح پروتئین و آسیب DNA پدیدار می‌شود که به طور جمعی به اختلال عملکرد اندوتلیال، التهاب و آترواسکلروز کمک می‌کند. طبق گفته چن و همکاران استرس اکسیداتیو در شروع و پیشرفت ضایعات آترواسکلروتیک نقش دارد و آن را به یک عامل اصلی در آسیب شناسی بیماری‌های قلبی عروقی تبدیل می‌کند (۲۰). پراکسیداسیون لیپید، فرآیندی که شامل تجزیه اکسیداتیو لیپیدها است و طی آن محصولات آلدئیدهای واکنش‌زا مانند مالونیدالددئید (MDA) و ۴-هیدروکسی‌نونال (HNE-۴) را تولید می‌کند. این آلدئیدها یکپارچگی سلولی را مختل کرده و پاسخ‌های التهابی را تقویت می‌کنند، که به تشدید آسیب عروقی کمک می‌کند. LDL اکسید شده نقشی حیاتی در توسعه آترواسکلروز دارد و همچنین اصلاح اکسیداتیو لیپیدها باعث تشکیل سلول‌های کف و تجمع پلاک می‌شود (۱۶) (۲۱).

ورزش و همین‌طور فعالیت بدنی منظم به عنوان یک مداخله قوی بر علیه اثرات مضر استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید بر سلامت قلب و عروق شناخته شده است. ورزش و تمرین بدنی باعث تقویت دفاع آنتی اکسیدانی بدن را می‌شود، التهاب را کاهش می‌دهد و همچنین باعث بهبود عملکرد اندوتلیال می‌شود. گلیسون و همکاران تأکید می‌کنند که افزایش تنظیم آنزیم‌های آنتی اکسیدانی ناشی از فعالیت بدنی و ورزش نقش‌آساز در کاهش استرس اکسیداتیو و حفظ سلامت قلب و عروق دارد (۲۲). علاوه بر این، ورزش عملکرد میتوکندری را تقویت می‌کند که در کاهش آسیب اکسیداتیو کمک می‌کند. بهبود عملکرد میتوکندری و افزایش ظرفیت سم‌زدایی ROS به تأثیرات محافظتی ورزش بر سلامت قلب و عروق کمک می‌کند. همچنین، ورزش در دسترس بودن نیتریک اکسید را افزایش می‌دهد و عملکرد قلبی عروقی را بهبود می‌بخشد و همچنین باعث کاهش فشار خون می‌شود (۲۳).

در نتیجه، از آنجایی که استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید به طور قابل توجهی در بیماری‌های قلبی عروقی نقش دارند، ورزش و فعالیت بدنی منظم می‌تواند این اثرات را خنثی کند و نقش مهمی در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های قلبی عروقی ایفا کند. پژوهش‌های آینده باید بر شناسایی موثرترین روش‌های تمرینی و درمان‌های آنتی اکسیدانی برای کاهش آسیب اکسیداتیو و بهبود نتایج قلبی عروقی متمرکز شود.

منابع:

۱. مظفری، دکتر سردار م، کیوان احمدی د، مژگان خ. مقایسه اثرات تمرینات ورزشی مقاومتی، استقامتی و ترکیبی بر پروفایل لیپید مردان میانسال غیر ورزشکار. علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان. ۱۳۹۰؛ سال شانزدهم (۴): ۲۶-.



۲. Şahin B, İlğün G. Risk factors of deaths related to cardiovascular diseases in World Health Organization (WHO) member countries. *Health & Social Care in the Community*. 2022;30(1):73-80.
۳. Salehi I, Mohammadi M, Asadi Fakhr A. The Effect of Treadmill Exercise on Antioxidant Status in the Hearts of the Diabetic Rats. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*. 2009;16(2):20-7.
۴. Juhas I, Skof B, Popović D, Matić M, Janković N. Effects of an eight-week exercise program on parameters of the lipid profile of female students. *J Med Biochem*. 2020;39(1):40-5.
۵. Ahmeti G, Idrizovic K, Elezi A, Zenic N, Ostojic L. Endurance Training vs. Circuit Resistance Training: Effects on Lipid Profile and Anthropometric/Body Composition Status in Healthy Young Adult Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17:1222.
۶. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med*. 2014;44. ۲۱۱-۲۱: (۲)
۷. رضا علی پناه م، دکتر محمد رهبانی ن. بررسی غلظت پراکسیدهای لیپیدی سرم به عنوان عامل خطر بیماری ها
ی عروق کرونری در مردان. دانشگاه علوم پزشکی اردبیل. ۱۳۸۵؛ سال ششم (۲۰): ۱۴۹-.
۸. disease. J Pak Med Khan MA, Baseer A. Increased malondialdehyde levels in coronary heart
.Assoc. 2000;50(8):261-4
۹. سیدی زس. استرس اکسیداتیو و بیماری های انسانی: مروری. مجله زیست شناسی ایران. ۲۰۲۱؛ ۵(۱۰): ۱۳۴-۴۱.
۱۰. Mali VR, Palaniyandi SS. Regulation and therapeutic strategies of 4-hydroxy-2-nonenal metabolism in heart disease. *Free Radic Res*. 2014;48(3):251-63.
۱۱. Meka N, Katragadda S, Cherian B, Arora RR. Endurance exercise and resistance training in cardiovascular disease. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2008;2(2):115-21.
۱۲. Nikou MR, Nikbakht H, Gaeini AA, Sha'bani R. Review: Endurance and Resistance Exercises Effects on Patients with Cardiovascular Diseases. *Archives of Rehabilitation*. 2009;10(1):0-.
۱۳. Li H, Suredda A, Devkota HP, Pittalà V, Barreca D, Silva AS, et al. Curcumin, the golden spice in treating cardiovascular diseases. *Biotechnol Adv*. 2020;38:107343.
۱۴. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017:8416763.
۱۵. Valaitienė J, Laučytė-Cibulskienė A. Oxidative Stress and Its Biomarkers in Cardiovascular Diseases. *Artery Research*. 2024;30(1):18.
۱۶. Vekic J, Stromsnes K, Mazzalai S, Zeljkovic A, Rizzo M, Gambini J. Oxidative Stress, Atherogenic Dyslipidemia, and Cardiovascular Risk. *Biomedicines*. 20. ۲۸۹۷: (۱۱) ۱۱; ۲۳
۱۷. Ahn N, Kim K. High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in cardiovascular disease: effect of exercise training. *Integr Med Res*. 2016;5(3):212-5.
۱۸. Valenzuela PL, Ruilope LM, Santos-Lozano A, Wilhelm M, Kränkel N, Fiuza-Luces C, Lucia A. Exercise benefits in cardiovascular diseases: from mechanisms to clinical implementation. *European Heart Journal*. 2023;44(21):1874-89.



۱۹. سمواتی شریف مع, چزانی شراهی ا, سیاوشی حا. اثر سه روش تمرین ورزشی منتخب بر برخی فاکتورهای خطرزای قلبی و عروقی در نوجوانان فوتبالیست. مجله علوم پزشکی صدرا. ۱۳۷۰;۲۰(۲):۱۳۷-۵۰.
۲۰. Madamanchi NR, Vendrov A, Runge MS. Oxidative Stress and Vascular Disease. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. 2005;25(1):29-38.
۲۱. Steinberg D. Low Density Lipoprotein Oxidation and Its Pathobiological Significance *. Journal of Biological Chemistry. 1997;272(34):20963-6.
۲۲. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. Nature Reviews Immunology. 2011;11(9):607-15.
۲۳. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. J Physiol. 2004;561(Pt 1):1-25.



Rehabilitation and Return to Play After Foot and Ankle Injuries in Athletes

Roghayeh Afroundeh¹ & Heydar Adnan Mohammad

¹Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

Background: Foot and ankle injuries are among the most common injuries in athletes and can have significant impacts on their athletic performance and quality of life. These types of injuries are typically caused by intense stress, sudden movements, or unexpected falls. Effective rehabilitation and return to play (RTP) depend on factors such as the type and severity of the injury, rehabilitation methods, and the athlete's psychology. This study examines the rehabilitation process and the challenges athletes face after foot and ankle injuries.

Methods: This study is based on a systematic review and analysis of existing scientific articles on foot and ankle injuries and rehabilitation in athletes from 2001 to 2024, including sports medicine journals, case studies, and comprehensive reviews. Selection criteria included research quality, type of injury, duration of rehabilitation, and return-to-play outcomes. Additionally, various rehabilitation protocols and assessment methods were used to identify the best rehabilitation practices.

Results: Research shows that standardized rehabilitation protocols include phases of pain relief, enhanced mobility and strength, and improved balance and coordination. One study indicates that approximately 80% of athletes return to their previous activities after foot and ankle injuries, although this figure depends on various factors, including adherence to rehabilitation protocols and recovery time. Furthermore, since a rapid return to sport can increase the risk of re-injury, psychological assessment and the athlete's confidence level are also crucial in this process. Athletes who are regularly monitored by physiotherapists during different phases of rehabilitation generally perform better compared to those who progress without a structured plan.

Conclusion: Rehabilitation and return to play after foot and ankle injuries in athletes require a multifaceted approach that includes thorough assessment of the injury, designing individualized rehabilitation programs, and considering the psychological aspects of the athlete. By following appropriate rehabilitation practices and continuous evaluation, positive outcomes in the return of athletes to their athletic performance can be achieved, as well as preventing re-injury. Additionally, it should be noted that further research is necessary to determine the best rehabilitation methods and to assist athletes along this path.

Keywords: Foot injuries, ankle injuries, rehabilitation, athletes, return to play, physical therapy.

Cite this article:

Afroundeh, Roghayeh & Adnan Mohammad, Heydar. Financial Incentives for Physical Activity and Sports Participation in Young People. *The 2nd Conference on Sports Physiology*, (2025).

"Continuing Education Activity Sarcopenia is a musculoskeletal disease in which muscle mass, strength, and performance are significantly compromised with age. Sarcopenia most commonly affects elderly and sedentary populations and patients who have comorbidities that affect the musculoskeletal system or impair physical activity. This activity reviews the evaluation and treatment of sarcopenia and highlights the role of the interprofessional team in the care of patients with this condition. Objectives: Summarize the etiology of sarcopenia. Describe the pathophysiology of sarcopenia. Outline the screening indications for sarcopenia. Explain the importance of collaboration and communication amongst the interprofessional team to improve outcomes for patients affected by sarcopenia. Access



free multiple choice questions on this topic. Go to: Introduction Sarcopenia is a musculoskeletal disease generally defined by the progressive loss of muscle mass and strength, particularly in elderly populations.[1] The diagnosis of sarcopenia encompasses decreased levels of the following 3 traits: muscle strength, muscle quantity or quality, and physical performance.[1] Such musculoskeletal degeneration may impede daily activities and demonstrates predictive value regarding unfavorable postoperative outcomes, and increased complication rates, mortality, and morbidity in major surgical procedures.[2][3][4][5][6][7] Additionally, sarcopenia is strongly associated with a greater incidence of falls and increased fracture risk.[8] Furthermore, decreased muscle mass or muscle function, both criteria for sarcopenia, are risk factors for loss of independence in patients over the age of 90 years old.[9] Sarcopenia has become an increasingly studied condition and recently received a specific International Classification of Disease (ICD) 10 code to better distinguish it from similar or co-existing diseases that manifest with muscular wasting. Go to: Etiology Causes of sarcopenia are generally attributable to the natural processes of aging, which are not entirely understood and are multifaceted.[10] Factors contributing to its development include decreased type II muscle fiber size and number, inactivity, obesity, insulin resistance, reduced androgen and growth factor serum concentrations, inadequate protein intake, and a blunted muscle protein synthesis (MPS) response to protein meals or resistance exercise.[11][12][13][14][15][16][17]" <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560813/#:~:text=Continuing%20Education%20Activity,16%5D%5B17%5D>

Additionally, sarcopenia is associated with and may, in part, be caused by several chronic diseases that negatively affect the musculoskeletal system and physical activity.[10] These include chronic obstructive pulmonary disease (COPD), chronic heart failure (CHF), chronic kidney disease (CKD), diabetes mellitus (DM), human immunodeficiency virus (HIV), and cancer.[18][19][20][21][22][23] Theoretically, the role of these disease processes on sarcopenia may exert themselves primarily through direct effects on muscle function, or secondarily through retardation of physical activity or caloric restriction.[24] It should be noted that in the context of cancer, cachexia is more commonly assessed as an indicator of tissue loss than is sarcopenia, though the clinical presentations of both diseases demonstrate significant overlap.[25] Go to: Epidemiology The prevalence of sarcopenia is estimated within the ranges of 5 – 13% and 11 – 50% in patients aged 60 and above, and 80 and above, respectively.[26] The worldwide prevalence of sarcopenia in patients over the age of 60 is estimated to be 10%.[27] Variations observed among studies are likely due to inconsistent diagnostic criteria, and heterogeneous populations studied. Sarcopenia almost exclusively affects elderly populations and affects both sexes equally.[27] Data regarding sarcopenia and ethnicity is inconsistent among studies. Furthermore, the prevalence of sarcopenia is greater in patients with chronic diseases such as COPD, CHF, CKD, DM, HIV, and cancer.[18][19][20][21][22][23] Go to: Pathophysiology

Generally, a significant decline of type II, but not type I muscle fibers are observed in sarcopenic patients.[28] Several mechanisms of the underlying pathophysiology of sarcopenia have been described: Age-related declines in anabolic hormone serum concentrations: Normal physiological serum levels of anabolic hormones such as testosterone, human growth hormone (HGH), and insulin-like growth factor-1 (IGF-1) have been demonstrated to function in the development, maintenance, or rejuvenation of muscle tissue.[29][30][31][32] Age-related declines of such hormones are observed in patients with sarcopenia and thus, support this underlying pathophysiology of the disease.[33] Insulin resistance with “sarcopenic obesity”: Aging patients often experience changes in body composition represented by increased adipose tissue alongside decreased muscle mass, coined as “sarcopenic obesity.”[34] These changes are associated with metabolic dysfunction, including insulin resistance (IR), leading to the accumulation of visceral fat mass.[35] Additionally, IR is inversely associated with



skeletal muscle mass.[36] Such pathophysiology is likely mediated via dysfunction of insulin's exerted effects on skeletal muscle – insulin resistance impairs the anti-proteolytic and MPS enhancing properties of the hormone on skeletal muscle tissue.[37] Similarly, diminished lean body mass reduces uptake of glucose into skeletal muscle, further propagating IR.[38][39] Age-related neurodegeneration: Progressive neurodegeneration is a commonly observed phenomenon in aging populations.[40] Aging is accompanied by a decline of alpha motor neurons in the spinal cord, loss of peripheral nerve fibers, and reduced number of neuromuscular junctions.[33][41] Considering the role of the neurological system in muscle fiber recruitment, current evidence supports neurodegeneration as underlying pathophysiology for reduced muscle strength and size in sarcopenia.[41] Age-related increase in inflammatory markers: Elevated levels of C-reactive protein (CRP), tumor necrosis factor-alpha (TNF), interleukin (IL)-6, and IL-1 are observed in elderly populations.[42] The catabolic effects that may be exerted by these cytokines on skeletal muscle are well documented and may present a mechanism in which sarcopenia develops with age.[43][44][45]

History and Physical Sarcopenia is characterized by decreased muscle strength, quantity, and physical performance. Patients with sarcopenia are often elderly, sedentary, and may present with various comorbidities or disabilities, with a subsequent decrease in function and quality of life. A patient history consistent with sarcopenia includes progressive loss of muscle mass, strength, and function to the extent that daily activities become increasingly difficult to accomplish. Go to: Evaluation Patient evaluation for sarcopenia includes several modalities and screening tools, some of which are more readily available and practical than others. Evaluation ranges from screening questionnaires to radiographic imaging to the assessment of muscle mass cross-sectional area (CSA).[1][26] Additionally, the European working group on sarcopenia in older people 2 (EWGSOP2) describes an algorithm that presents as follows: "find-assess-confirm-severity" or F-A-C-S.[1] Screening Tools to Identify Probable Sarcopenia Strength, assistance with walking, rising from a chair, climbing stairs, and falls (SARC-F) questionnaire: The SARC-F questionnaire is a screening tool that can be rapidly implemented by clinicians to identify probable sarcopenic patients. The questionnaire screens patients for self-reported signs suggestive of sarcopenia, which include deficiencies in strength, walking, rising from a chair, climbing stairs, and experiencing falls.[46] Each of the self-reported parameters receives a minimum and maximum score of 0 and 2, respectively, with the greatest maximum SARC-F score being 10.[47] Data suggests that a SARC-F score of ≥ 4 best predicts the need for further, more comprehensive evaluation.[1][46] Assessing sarcopenia: muscle strength Handgrip test: Generally, handgrip strength is one of the two methods utilized to quantify muscle strength in patients with suspected sarcopenia. Handgrip strength correlates with strength in other muscles and is therefore used as a surrogate to detect deficits in overall strength.[48] Additionally, decreased handgrip strength predicts poor patient outcomes, including increased lengths of stay (LOS), functional deficits, and death.[48][49] Accurate grip strength measurement and interpretation of results rely on a calibrated dynamometer and relevant reference populations.[50] The Jamar dynamometer is a validated tool in measuring grip strength and may be used for this assessment.[51] The suggested cutoff point for handgrip is <27 kg and <16 kg, for males and females, respectively.[52]

Chair stand test: The chair stand test may be used as a proxy to gauge lower extremity strength, particularly the quadriceps muscles. The chair stand test measures the number of times a patient can stand and sit from a chair, without the use of their arms, over 30 seconds.[53] This test has been established as a valid indicator of lower extremity strength in community-dwelling populations.[54] The suggested cutoff point for the chair stand test is >15 seconds for five rises.[53] Confirming sarcopenia: Muscle quantity or quality To date, there is no consensus on the most effective modality for confirming sarcopenia. Each comes with their strengths and weaknesses, and often, greater accuracy



presents with the cost of inconvenience. Ultimately the goal of these modalities is to determine whether patients meet the requirement of sarcopenia through quantifying total body skeletal muscle mass (SMM), appendicular skeletal muscle mass (ASM), or the cross-sectional area of a specific muscle. Because overall body mass is correlated with SMM, SMM, or ASM, it may be adjusted for height or BMI, yielding ratios in the format of $(ASM/height^2)$, $(ASM/weight)$, or (ASM/BMI) . The recommended cutoff for ASM is <20 kg and <15 kg, for males and females, respectively.[55] Similarly, the recommended cutoff for $ASM/height^2$ is <7.0 kg/m^2 and <5.5 kg/m^2 for males and females, respectively.[56] Magnetic resonance imaging (MRI): Considered a "gold standard" modality for confirming sarcopenia, MRI can provide highly accurate measurements of total body muscle mass.[57][58][59] However, this modality requires highly trained providers, lacks portability, presents little cost-effectiveness, and is therefore rarely used in the primary care setting.[60][58] Computed tomography (CT): Also considered a "gold standard" for accurate lean muscle mass measurement, CT is rarely used in the primary care setting for similar reasons than MRI.[58] However, settings in which CT is routinely performed, such as trauma or surgery, this modality presents greater value and practicability, as demonstrated in previous literature.[61] More specifically, CT measured psoas cross-sectional area (PCSA) at the level of the 3rd lumbar vertebrae has consistently predicted outcomes among patient populations in the contexts of gastrointestinal cancer, heart valve surgery, orthopedic trauma, thoracolumbar surgery[62][63][64][65] Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA): While not as accurate as either CT or MRI, DEXA presents with greater convenience, and is, therefore, a more widely available and practical modality for confirmation of sarcopenia.[1][66] Bioelectrical impedance analysis (BIA): Perhaps the most widely available and portable modality of muscle mass quantification, BIA may also be used to confirm sarcopenia.[1] Measuring physical performance to identify sarcopenia severity: Once sarcopenia is confirmed through body composition assessment, the severity of the condition is determined by measuring physical performance. Suggested tests and their respective cutoff points for sarcopenia severity as recommended by the EWGSOP2 are listed below. Gait speed test: Gait speed tests are simple to use in practice and predict adverse effects associated with sarcopenia.[67] The "4-meter usual walking speed test" is practical and can be used to assess sarcopenia severity.[68][69] The test measures time taken for a patient to travel 4 meters at their usual walking pace. A speed of ≤ 0.8 m/s may be indicative of severe sarcopenia.[70]

Short physical performance battery (SPPB): The SPPB test is composed of 3 timed tasks: chair stand tests, standing balance, and walking speed. The minimal and maximal achievable scores are 0 (low performance) and 12 (high performance), respectively. A score of ≤ 8 is an indicator of poor physical performance and may be indicative of greater sarcopenia severity.[1][71] Timed-up and go test (TUG): The TUG test observes the time taken for a patient to rise from a chair, walk 3 meters away from, and 3 meters back to the chair, terminating the test in a sitting position. Time ≥ 20 seconds is indicative of physical deficits, though the study used to support this recommendation failed to assess male populations and therefore, may only apply to elderly female populations.[72] The 400-meter walk test: In the 400-meter walk test, a patient attempts to walk in a series of 20, 20-meter laps as quickly as possible, with a maximum of 2 minutes rest between each lap. The inability to complete or requiring ≥ 6 min to complete the entire 400-meters is concerning and may suggest greater sarcopenia severity.[1][73] Go to: Treatment / Management Physical activity, particularly resistance training, effectively attenuates muscle loss and improves strength in sarcopenia, providing a means of both preventing and managing the condition.[74][75] Additionally, increasing total protein intake through supplementation or food sources can help prevent and manage sarcopenia. Specifically, consuming 20-35 grams of protein per meal is advised, as such amounts provide sufficient amino acid content to maximize MPS, thus minimizing age-related muscle loss.[76] Additionally, patients with sarcopenia are



recommended to consume 1.0 - 1.2 g/kg (body weight)/day.[77] Furthermore, the greatest effects are observed when resistance training and high protein diets are combined and appear to act synergistically.[78] Go to: Differential Diagnosis Considering the high probability that sarcopenia may co-exist with the below conditions and considering the overlap between conditions, an accurate differential diagnosis may be difficult. Frailty: While sarcopenia and frailty present with significant overlap of symptoms, they remain distinguishable. Frailty is defined as multi-system impairment and encompasses a broader range of dysfunction than sarcopenia, whereas sarcopenia mainly includes the musculoskeletal system. One condition may contribute directly to the other, as they often co-exist in elderly patients.[79][80] Malnutrition: Both malnutrition and sarcopenia present with low muscle mass, though sarcopenia more often presents with the additional loss of function. Additionally, as a function of caloric restriction, reduced fat mass is observed in patients with malnutrition – this is often not the case with sarcopenia. Functional tests for strength and performance may be administered to rule out malnutrition.[1] Cachexia: Cachexia is thought to have a more complex etiology than sarcopenia. Cachexia is described as severe weight loss and muscle-wasting associated with conditions such as HIV, cancer, and end-stage organ failure. While cachexia and sarcopenia may co-exist, a patient with severe muscle wasting diseases such as HIV or cancer is more likely to have cachexia. [81] Additionally, the Glasgow prognostic score can be utilized to distinguish the two conditions.[82] Osteoarthritis of the hand: Patients with osteoarthritis of the hand may elicit a false positive test when performing the handgrip strength test. In cases where severe osteoarthritis is suspected, patients may perform methods to measure isometric torque of the lower limb to more accurately assess or rule out sarcopenia.[1][83] Go to: Prognosis

The prognosis of sarcopenia largely depends on age, comorbidities, falls, and fractures. Additionally, patients who have sarcopenia undergoing surgical procedures have less favorable outcomes than those without sarcopenia. These include an increased risk of postoperative complications, falls, LOS, fractures, and greater morbidity and mortality. Ultimately, the prognosis of sarcopenia alone is uncertain and not well studied, though consistent evidence demonstrates sarcopenia as an indicator of poor prognosis in several medical conditions and surgical procedures.[84] Go to: Complications Fall, fracture, and nosocomial infection risk in the elderly: In a meta-analysis of 33 studies encompassing 45,926 patients, Yeung et al. found that sarcopenia significantly increases both fall and fracture risk in the elderly.[8] Additionally, sarcopenia increases the risk of nosocomial infection in elderly populations.[85] Sarcopenia complications in medicine: Sarcopenia is associated with increased mortality in patients with end-stage renal disease, pancreatic cancer, and chronic heart failure.[86][87] Additionally, sarcopenia is associated with increased dose-limiting toxicities (DLT) in patients undergoing chemotherapy for renal cell carcinoma, hepatocellular carcinoma, and breast cancer.[88][89][90] Sarcopenia complications in surgery: Sarcopenia is associated with increased postoperative complication risk in patients undergoing general surgical procedures and liver transplant surgery.[91][92] Additionally, sarcopenia is associated with greater mortality in patients undergoing general surgical procedures and colorectal surgery.[91][93] Go to: Deterrence and Patient Education Patients should maintain proper health etiquette and receive routine physicals, making clinicians aware of any perceived changes in health, weight, body composition, or function. Additionally, patients should be made aware of the potential dangers of sarcopenia and how it may affect them and their loved ones, especially in those with multiple comorbidities. Prevention appears to be the most effective way to deal with the potential issues that sarcopenia presents in the elderly. Nonetheless, prevention, management, and treatment of sarcopenia are most effectively achieved by maintaining physical activity and increased protein intake. Specifically, patients should be educated on the daily and per meal basis protein recommendations. Furthermore, patients should be educated on the benefits of resistance



training, in combination with the aforementioned recommendations, to avoid developing or treat or manage sarcopenia. Go to: Enhancing Healthcare Team Outcomes Sarcopenia presents a great financial burden on the field of healthcare, as well as decreased quality of life in those who suffer from it. Clinicians who care for elderly patients must detect and treat sarcopenia early to reduce these burdens and improve the outcomes of the condition.[1] [Level 4] To achieve optimal outcomes in clinical practice, advancing interprofessional communication, pharmacological research, patient education, and patient adherence to recommendations is imperative. Currently, the most effective modalities available to fight sarcopenia are physical activity and nutrition optimization. To make the greatest use of this knowledge, clinicians, nutritionists, and physical therapists alike must work together as a team to improve outcomes. Additionally, further research is warranted to investigate pharmacological approaches to treat



اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر غلظت سرمی Nrf2 در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲

هانیه پناه‌یاب^۱، رضا فرضی‌زاده^۲، فرناز سیفی‌اسگ‌شهر^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی.

hpanahyab@gmail.com

استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل)

R_farzizadeh@uma.ac.ir

استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل)

f.seify@yahoo.com

چکیده

هدف: دیابت یک بیماری غدد درون‌ریز و قاتلی خاموش و از سریع‌ترین بیماری‌های در حال رشد در سراسر جهان به‌شمار می‌آید که نه تنها عمر را کوتاه می‌کند بلکه موجب بدتر شدن کیفیت زندگی نیز می‌گردد لذا تحقیق حاضر با هدف اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر غلظت سرمی Nrf2 در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

روش‌شناسی تحقیق: تعداد ۱۴ نفر زن مبتلا به دیابت نوع ۲ با میانگین سنی ۴۰ تا ۶۰ سال به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کرده که در دو گروه کنترل (۷ نفر) و تمرین‌هوازی (۷ نفر) به صورت تصادفی قرار گرفتند. تمرین گروه هوازی به مدت ۸ هفته با شدت ۴۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه طی هفته اول تا هشتم اجرا شد و در طول این مدت گروه کنترل هیچگونه فعالیت بدنی نداشت. مرحله اول خون‌گیری ۲۴ ساعت قبل از اجرای جلسات تمرینی و مرحله دوم خون‌گیری نیز ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی به عمل آمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون T همبسته برای مقایسه درون گروهی و از T مستقل برای مقایسه بین گروهی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه در مورد اثر بخشی تمرین هوازی پس از ۸ هفته نشان داد که افزایش معناداری از مرحله پیش‌آزمون تا مرحله پس‌آزمون در پروتئین Nrf2 وجود دارد ($P=0/008$). اما در گروه کنترل این اختلاف معنادار نبود ($P=0/428$). همچنین مقایسه بین گروهی نشان داد بین گروه هوازی و کنترل پس از ۸ هفته تمرین، تفاوت آماری معناداری وجود ندارد ($P=0/91$).

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر به وضوح نشان داد که تمرین هوازی نه تنها از نظر فیزیکی بلکه از نظر بیوشیمیایی نیز بر بدن تاثیر مثبت دارد. فعالیت هوازی از طریق افزایش فعال‌سازی Nrf2 و در نتیجه افزایش سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود سلامت متابولیک در افراد دیابتی ایفا می‌کند.

واژگان کلیدی: ورزش هوازی، استرس اکسیداتیو، Nrf2، دیابت نوع ۲

مقدمه



دیابت یک بیماری غدد درون ریز و قاتلی خاموش و از سریع ترین بیماری های در حال رشد در سراسر جهان به شمار می آید که با هیپرگلیسمی ناشی (۱، ۲). از کمبود نسبی انسولین از طریق کاهش ترشح انسولین یا کاهش عملکرد انسولین و یا هر دو مشخص می شود (۳). دیابت موجب آسیب، اختلال عملکرد و نارسایی اندام ها به ویژه در چشم ها، کلیه ها، قلب و عروق خونی می گردد (۴). در نتیجه به عنوان بیماری تلقی می شود که نه تنها عمر را کوتاه می کند بلکه موجب بدتر شدن کیفیت زندگی نیز می شود (۵). علی رغم تلاش های عظیمی که برای افزایش طول عمر افراد دیابتی انجام شده، دیابت همچنان به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل مرگ و میر در سراسر جهان به حساب می آید و به طور مستقیم منجر به مرگ ۱/۶ میلیون نفر شده است و بیماران دیابتی ۱۵ درصد افزایش خطر مرگ زودرس دارند و شاخص امید به زندگی در مبتلایان دیابت نوع ۱، بیست سال و مبتلایان نوع ۲، ده سال کاهش می یابد (۲). متأسفانه این بیماری همه گیر به ابعاد نگران کننده ای رسیده و تخمین زده می شود که شیوع جهانی در بزرگسالان (بین ۲۰ تا ۷۹ سال) تا سال ۲۰۴۵ به ۱۲/۲ درصد که بیش از ۷۸۳ میلیون نفر است برسد (۶). طبق مطالعه ای که در سال ۱۹۸۵ صورت گرفته است نشان داده شده که شیوع دیابت در آسیایی ها حداقل ۳/۸ برابر بیشتر از اروپایی ها و ۵ برابر بیشتر برای بیماران ۴۰ تا ۶۴ سال است (۷). راما چاندران و همکارانش در سال ۲۰۱۲ بیان کردند که بیش از ۶۰ درصد از جمعیت دیابتی جهان از کشورهای آسیایی هستند زیرا آسیایی ها از نظر ژنتیکی و قومی مستعد ابتلا به این بیماری اند (۸). متأسفانه کشور ما ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و سن ابتلا به این بیماری در کشور ۱۰ تا ۱۵ سال از میانگین سن ابتلا شایع در کشورهای توسعه یافته پایین تر است (۹). همانطور که می توان انتظار داشت درمان بیماران مبتلا به دیابت، به یک چالش پزشکی اساسی تبدیل شده است. به ویژه با در نظر گرفتن انبوهی از عوامل ایجاد کننده، سیستم های مختلف اندامی تحت تاثیر قرار گرفته و زمان بندی متفاوت شروع و پیشرفت بیماری. عواملی در طول زندگی افراد وجود دارد که بر خطر ابتلا به دیابت تاثیر می گذارد. در این میان نشان داده شده است که سن، رژیم غذایی، استعداد های ژنتیکی و قرار گرفتن در معرض تنش های محیطی می تواند بر شروع و پیشرفت هر نوع دیابت، به خصوص دیابت نوع ۲ تاثیر بگذارد (۱۰). دیابت نوع ۲ یک بیماری وابسته به سبک زندگی و یکی از ریشه های اصلی مرگ و میر در میان افراد بالای ۴۵ سال است و دارای عوارض میکروسکولار از جمله رتینوپاتی، نفروپاتی، نوروپاتی و عوارض ماکرو عروقی همچون بیماری عروق کرونر، سکته مغزی و فشارخون بالا می باشد (۲، ۱۱). دهه ها تحقیق علمی، کار آزمایی های انسانی و تجربه های بالینی نشان داده اند که ترکیبی از اصلاح در سبک زندگی و مداخلات دارویی ظرفیت پیش گیری یا به تاخیر انداختن شروع دیابت نوع ۲ و بسیاری از عوارض ویرانگر آن را دارد. به این ترتیب شناسایی تغییرات پروپاتوژنی که بر توسعه پیامدهای دیابت نوع ۲ تاثیر می گذارند، به ویژه آن هایی که ممکن است در معرض چندین عامل محیطی یا زمینه های ژنتیکی باشند موجب بینش بیشتر در مورد زیربنای مولکولی این بیماری و فرصت ایجاد رویکردهای جدید و هدفمند برای درمان آن فراهم می کند. از این رو ما به دنبال راهی موثر و کارآمد با صرف حداقل هزینه برای درمان دیابت برآمدیم. و متوجه شدیم خوشبختانه در سال های اخیر یکی از راه های پژوهشی امیدوار کننده که برای درمان بیماری دیابت ظاهر شده است مسیرهای آنتی اکسیدانی می باشند. با این حال تحقیقات مربوط به تاثیر تمرین هوازی بر مسیرهای آنتی اکسیدانی در نمونه های انسانی بسیار محدود و نشان دهنده نیاز به



بررسی و تحقیقات بیشتر در این زمینه بود. بنابراین هدف ما از اجرای تحقیق حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر غلظت سرمی Nrf2 در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

روش کار

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی و جامعه آماری، کلیه زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ شهر اردبیل با میانگین سنی ۴۰ الی ۶۰ سال بودند. از میان جامعه آماری تعداد ۱۴ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب و در دو گروه کنترل (۷ نفر) و گروه تمرین هوازی (۷ نفر) به صورت تصادفی قرار گرفتند. ابتدا یک جلسه توجیهی در محل اجرای آزمون برگزار و هدف از اجرای تحقیق، پروتکل تمرینی، زمان بندی تحقیق، نحوه ارزیابی های آزمایشگاهی، به طور مفصل برای داوطلبان تشریح شد، به داوطلبان فرم رضایت نامه و همچنین پرسشنامه سلامت داده شد تا از رضایت آنها برای شرکت در این مطالعه اطمینان حاصل شود و پس از تکمیل جمع آوری شد. شرایط ورود به تحقیق شامل جنسیت زن، سن ۴۰ تا ۶۰ سال، سابقه ابتلا به دیابت نوع ۲ به مدت حداقل ۶ ماه، نداشتن بیماری اسکلتی و عضلانی، قلبی و عروقی و متابولیسمی محدود کننده فعالیت بدنی، نداشتن فعالیت بدنی منظم طی ۶ ماه اخیر و معیار خروج از مطالعه شامل حضور نامنظم آزمودنی در تمرین، آسیب دیدگی و عدم تمایل آزمودنی ها به ادامه تمرین بود.

اندازه گیری ها

وزن و قد آزمودنی ها به ترتیب با ترازوی دیجیتالی و دستگاه قدسنج مدل سکا، ساخت آلمان با دقت ۱۰۰ گرم و ۱ میلی متر مربع اندازه گیری و ثبت شد. نسبت دور کمر به لگن (WHR) به وسیله متر نواری مدل سکا با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری و از تقسیم دور کمر به دور باسن میزان WHR محاسبه و ثبت گردید. شاخص توده بدن نیز از فرمول تقسیم وزن بدن بر مجذور قد محاسبه شد. همچنین برای اندازه گیری متغیرهای فیزیولوژیکی شامل ضربان قلب از فرمول (سن - ۲۲۰) و از اطلاعات مربوط به حداکثر ضربان قلب برای محاسبه VO_{2max} استفاده گردید.

نمونه گیری خونی

مرحله اول خون گیری ۲۴ ساعت قبل از اجرای جلسات تمرینی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد، خون گیری در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح در آزمایشگاه از ورید بازویی دست چپ آزمودنی ها در حالت نشسته توسط کارشناس آزمایش انجام گرفت سپس نمونه های جمع آوری شده در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی گراد تا زمان انجام تحلیل فریز گردید. مرحله دوم خون گیری نیز ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی به منظور از بین رفتن آثار فعالیت، از هر دو گروه به عمل آمد. برای سنجش میزان Nrf2 از کیت الایزا به شماره کاتالوگ CSB-EL015752HU ساخت کمپانی کازابو به روش ایمنواسی استفاده شد.

پروتکل تمرین



پروتکل تمرینی شامل اجرای ۸ هفته‌ای تمرینات هوازی بود. هر جلسه تمرینی ۴۰ دقیقه که طی گذشت هفته اول تا هشتم به ۱ ساعت افزایش یافت. این پروتکل تمرینی هوازی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با حرکات نرم ایروبیک و سپس بدنه اصلی تمرین که شامل ۳۰ دقیقه تمرین روی تردمیل که شدت تمرین به صورت درصدی از ضربان قلب حداکثر از ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه طی هفته اول تا هشتم به تدریج به ۷۰ درصد افزایش یافت و شامل ۴ دور ۸ دقیقه‌ای با ۳ الی ۴ دقیقه استراحت بین هر دور بود و در آخر برنامه، مرحله سرد کردن به مدت ۵ دقیقه با حرکات کششی سبک بود.

روش تحلیل آماری

در پژوهش حاضر از آمار توصیفی برای سنجش میانگین و انحراف معیار استفاده شد و به منظور انتخاب آزمون آماری مناسب، ابتدا نرمال بودن توزیع متغیرها از طریق آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد و با توجه به نرمال بودن داده‌ها، میانگین تغییرات پیش آزمون و پس آزمون از طریق آزمون T همبسته و تغییرات بین گروهی از طریق آزمون T مستقل بررسی شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج تغییرات بین گروهی که به وسیله آزمون T همبسته اندازه‌گیری شد نشان داد در گروه هوازی از مرحله پیش‌آزمون تا مرحله پس‌آزمون بعد از ۸ هفته تمرین تفاوت معناداری از لحاظ آماری وجود دارد ($P=0/008$). و ورزش توانسته موجب افزایش غلظت سرمی Nrf2 در گروه مداخله شود. اما در گروه کنترل چون این مقدار در سطح $0/05$ معنادار نیست، پس اختلاف معناداری بین دو مرحله مشاهده نمی‌شود ($P=0/428$). نتایج مربوط به این بخش در جدول ۱ گزارش شده است.

همچنین مقایسه بین گروهی متغیر Nrf2 از طریق آزمون T welch نشان داد بین گروه هوازی و کنترل پس از ۸ هفته تمرین، تفاوت آماری معناداری وجود ندارد ($P=0/91$).

جدول ۱. نتایج آزمون T همبسته

متغیر	گروه	میانگین و انحراف معیار	مقدار t	مقدار p
Nrf2	هوازی	پیش‌آزمون $41/76 \pm 155/34$	$-3/89$	$0/008$
		پس‌آزمون $14/26 \pm 220/97$		
کنترل	پیش‌آزمون	$70/78 \pm 258/20$	$0/85$	$0/428$
	پس‌آزمون	$87/78 \pm 224/91$		

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل در این پژوهش که با هدف اثر ۸ هفته تمرین هوازی بر غلظت سرمی Nrf2 در زنان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ بود نشان داد که سطوح پروتئین Nrf2 در گروه مداخله پس از ۸ هفته تمرین افزایش داشته است و تمرین هوازی توانسته موجب بهبود سطوح پلاسمایی Nrf2 از مرحله پیش‌آزمون تا مرحله پس‌آزمون شود. در بیماری دیابت نوع ۲ سطوح مزمن هیپرگلیسمی باعث فعال شدن مداوم سیستم ایمنی ذاتی شده و استرس اکسیداتیو را در سلول‌های



بتا پانکراس ایجاد می‌کند. این سلول‌ها از نظر سیستم دفاعی در برابر استرس اکسیداتیو کمبود آنزیمی دارند یعنی حتی با وجود آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، غلظت گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز در جزایر پانکراس به شدت کاهش می‌یابد و آن‌ها را در برابر اثرات مضر رادیکال‌های آزاد در مقایسه با سایر بافت‌ها آسیب‌پذیرتر می‌کند (۱۲). لذا نتیجه این تحقیق می‌تواند تاییدی بر این موضوع شود که ورزش هوازی به طور مثبت بر فاکتور Nrf2 تاثیر می‌گذارد که این فاکتور نقش بسیار مهمی در محافظت از بدن در برابر تنش‌های مختلف محیطی بازی می‌کند و مسئول اصلی رونویسی است و از این طریق موجب کنترل مسیرهای آنتی‌اکسیدانی و محافظ سلولی می‌شود (۱۳). در شرایط هموستاتیک و بدون تنش، فعالیت Nrf2 به طور مداوم با اتصال به یک پروتئین سیتوپلاسمی به نام Keap1 مهار می‌شود اما در شرایط استرس اکسیداتیو اکسیدان‌ها به سنسورهای سیستم Keap1 متصل شده و باعث تغییر ساختاری در آن می‌شوند که به Nrf2 اجازه می‌دهد از پروتئین بازدارنده خود جدا شده و به هسته منتقل شود (۱۴، ۱۵). که به نوبه خود رونویسی ژن‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش داده و از این طریق دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن را تقویت می‌کند و استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد. همسو با ما نادی و همکارانش (در سال ۱۴۰۱) اثر تمرینات مقاومتی و استقامتی بر مسیر Nrf2/Keap1 در رت‌های مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کردند و نشان دادند که القای دیابت به صورت معنی‌داری منجر به کاهش بیان ژن Nrf2 شده و انجام تمرینات استقامتی به طور معنی‌داری توانسته سطح بیان Nrf2 را افزایش دهد (۱۶). تی‌لی و همکارانش (سال ۲۰۱۵) در تحقیقات خود تاثیر مدت‌های مختلف تمرین هوازی را بر روی فعال‌سازی مسیر Nrf2 در مدل حیوانی بررسی کرده و بیان کردند که ۶ ساعت دویدن روی تردمیل موجب افزایش فعال‌سازی Nrf2 شده در حالی که ۱ ساعت تمرین بر روی تردمیل هیچ تغییر در این فاکتور ایجاد نکرده است (۱۷). آرون‌جی دون و همکارانش (سال ۲۰۱۷) در مورد اثر شدت ورزش هوازی بر Nrf2 تحقیق کردند و نتیجه بیانگر این بود که ورزش هوازی بدون در نظر گرفتن شدت تمرین موجب فعال‌سازی Nrf2 می‌شود (۱۸). همچنین نتایج ما با فرج‌تبار و همکاران، عزیزاده و همکاران، رناتا آلوز و همکاران (۱۹-۲۱). همسو بود. همچنین اطلاعات بیشتری وجود دارد که از نقش Nrf2 در پاسخ به سازگاری‌های فیزیولوژیکی مشاهده شده در طول ورزش‌های مختلف بدنی حمایت می‌کند. برای مثال کاظمی و همکاران (در سال ۱۴۰۰) اثر تمرین تناوبی با شدت بالا ناشی از تغییرات Nrf2 بر عوامل آنتی‌اکسیدانی در دیابت نوع ۲ را بررسی کردند که نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که تمرین تناوبی باعث افزایش سطح استرس اکسیداتیو می‌شود که در نهایت بدن با افزایش بیان Nrf2 سطوح آنتی‌اکسیدانی را بالا می‌برد آنها پیشنهاد کردند که این شاخص‌ها به عنوان یک هدف درمانی برای بیماران دیابتی نوع ۲ در نظر گرفته شود (۲۲). نداف فهمیده و همکاران (در سال ۱۴۰۳) اثر دو نوع شدت تمرین تناوبی را بر بیان ژن Nrf2 در موش‌های نر مقایسه کردند و نتایج بیانگر افزایش معناداری در هردو گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در Nrf2 بود (۲۳). نوری و همکاران (سال ۱۴۰۳) نیز اثر تمرینات مقاومتی را همراه با عصاره آبی سیر بر بیان Nrf2 در موش‌های دیابتی بررسی کرده و نشان دادند که در گروه تمرین مقاومتی و گروه عصاره سیر و همچنین گروه ترکیبی افزایش معناداری در بیان Nrf2 وجود داشت (۲۴). با بررسی تحقیقات مشخص شد که ورزش منظم تاثیرات مثبت و مفیدی بر فاکتور رونویسی Nrf2 می‌گذارد و در بین انواع ورزش‌ها از نظر پتانسیل درمانی، ورزش هوازی بهترین مدل تمرینی مداخله‌ای و یک راه ثابت شده در درمان و



کنترل بیماری دیابت نوع ۲ به حساب می‌آید. شایان ذکر است که تا به امروز هیچ موضوعی در تضاد با این تحقیق شناسایی نکردیم اما در سناریوی مشابهی که توسط سالانو و همکاران (در سال ۲۰۱۳) بر روی نمونه انسانی با دو گروه کنترل و تمرین مقاومت صورت گرفت نشان داد که انجام تمرین مقاومتی هیچ تغییری در بیان Nrf2 نداشت. گومز و همکاران (در سال ۲۰۱۶) یک شکل از تمرین مقاومتی را بر روی حیوانات جوان انجام دادند که نتایج حاصل بیانگر نبود تغییر در Nrf2 بود بنابراین با نتایج ما ناهمسو می‌باشند (۲۵).

منابع

۱. Ramezani S, Porrahim Ghouroghchi A, Yaghobi M, Afroundeh R, Rasouli M. The Effect of Eight Weeks of Resistance Training on the Plasma Levels of Preptin and Endothelin 1 in Men with Type 2 Diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders*. 2023;۸۰-۹۰:(۲)۲۳;
۲. Khan RMM, Chua ZJY, Tan JC, Yang Y, Liao Z, Zhao Y. From pre-diabetes to diabetes: diagnosis, treatments and translational research. *Medicina*. 2019;55(9):546.
۳. Kharroubi AT, Darwish HM. Diabetes mellitus: The epidemic of the century. *World journal of diabetes*. 2015;6(6):850.
۴. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*. 2010;33(Supplement_1):S62-S9.
۵. Trikkalinou A, Papazaftropoulou AK, Melidonis A. Type 2 diabetes and quality of life. *World journal of diabetes*. 2017;8(4):120.
۶. Dos Santos JM, Zhong Q, Benite-Ribeiro SA, Heck TG. New Insights into the Role of Oxidative Stress in the Development of Diabetes Mellitus and Its Complications. *Journal of Diabetes Research*. 2023;2023.
۷. Mather HM, Keen H. The Southall Diabetes Survey: prevalence of known diabetes in Asians and Europeans. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1985;291(6502):1081-4.
۸. Ramachandran A, Snehalatha C, Shetty AS, Nanditha A. Trends in prevalence of diabetes in Asian countries. *World journal of diabetes*. 2012;3(6):110.
۹. Faraji F, Shojaei L. Risk factors and National Response to Diabetes in Selected Countries: A comparative study. *Journal of Diabetes Nursing*. 2022;10(1):1769-82.
۱۰. Kolb H, Martin S. Environmental/lifestyle factors in the pathogenesis and prevention of type 2 diabetes. *BMC medicine*. 2017;15:1-11.



- ۱۱ Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biology of Sport*. 2012;29(2):135-43.
- ۱۲ Caturano A, D'Angelo M, Mormone A, Russo V, Mollica MP, Salvatore T, et al. Oxidative stress in type 2 diabetes: impacts from pathogenesis to lifestyle modifications. *Current Issues in Molecular Biology*. 2023;45(8):6651-66.
- ۱۳ Constantino BH. POTENCIAL TERAPÊUTICO DE INIBIDORES DO NRF2 NA LEUCEMIA LINFOCÍTICA CRÔNICA EM ASSOCIAÇÃO COM O IBRUTINIB ESTUDOS IN VITRO 2022.
- ۱۴ Mikac S. Identification of a novel, transcription-independent role of Nrf2 in lung cells: International Centre for Cancer Vaccine Science; 2022.
- ۱۵ Romano-Lozano V, Cruz-Avelar A, Pedrero MP. Factor nuclear eritroide similar al factor 2 en el vitiligo. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. 2022;113(7):705-11.
- ۱۶ Nadi Z, Abbasi Y, Jalali Mashayekhi F, Bayat M, Bayat P, Baazm M. Effect of Resistance and Endurance Trainings on Nrf2/Keap1 Signaling Pathway in Testicular Tissue of Type 2 Diabetic Rats. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2022;3.۲۴-۳۴:(۲۱۴)۲
- ۱۷ Li T, He S, Liu S, Kong Z, Wang J, Zhang Y. Effects of different exercise durations on Keap1-Nrf2-ARE pathway activation in mouse skeletal muscle. *Free radical research*. 2015;49(10):1269-74.
- ۱۸ Done AJ, Newell MJ, Traustadóttir T. Effect of exercise intensity on Nrf2 signalling in young men. *Free radical research*. 2017;51(6):646-55.
- ۱۹ Frajtabar Z, Fathi R, Nasiri K, Ahmadi F. The Effect of Aerobic Exercise and Ethanol Consumption on Nrf2 Gene Expression in Heart Tissue and Some Antioxidant Indices in Male Rat. *Sport Physiology*. 2021;13(49):65-88.
- ۲۰ Alizade S, Faramarzi M, Banitalebi E, Saghaei E. Effect of resistance and endurance training with ursolic acid on oxidative stress and cognitive impairment in hippocampal tissue in HFD/STZ-induced aged diabetic rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 2023;26(12):1449.
- ۲۱ Alves R, Suehiro CL, Oliveira FGd, Frantz EDC, Medeiros RFd, Vieira RdP, et al. Aerobic exercise modulates cardiac NAD (P) H oxidase and the NRF2/KEAP1 pathway in a mouse model of chronic fructose consumption. *Journal of Applied Physiology*. 2020;128(1):59-69.
- ۲۲ Kazemi N, Afrasyabi S, Mohamadi Zadeh MA. The effects of high intensity interval training induced H2O2, Nrf2 changes on antioxidants factors in type 2 diabetes. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2022:1-10.



۲۳ Yazdani N, Asad, M. R., Rahimi, M. The Effect of High Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on PGC1 α and VEGF in Heart Muscle of Male Wistar Rats. . Sport Physiology, 2018; 10(38): 111-124. doi: 10.22089/spj.2018.1160.

۲۴ Noori S, Farajtabar Behrestaq S. Effects of Resistance Training with Intake of Aqueous Garlic Extract on the Expression of Nrf2 and PPAR γ in the Liver of Diabetic Rats. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 2024;19(1):29-37.

۲۵ آوندی, شناس ح, عباسی. تأثیر هشت هفته تمرین هم زمان بر سطوح پلاسمایی NRF2 در مردان جوان. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۳; ۵(۲): ۷۸-۸۳.



اثر بخشی تمرینات DNS بر تقویت عضلات عمقی تنه و بهبود استقامت بدنی سالمندان: یک مرور سیستماتیک

فرهاد رضازاده^۱، مریم صادق پور نیری^۲، زهرا بیابان‌گشت

۱. استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

مقدمه و هدف: تمرینات تثبیت عصبی-عضلانی (DNS) یکی از تمرینات موثر در زمینه توانبخشی و آمادگی افراد می باشد که دارای مکانیسم تاثیرگذاری بر روی سیستم های آسیب دیده یا کم توان می باشد. نتایج تحقیقات حاکی از تأثیر این روش بر بهبود تعادل و قدرت در زنان سالمند و بهبود کیفیت زندگی در مردان سالمند و همچنین بهبود درد در افراد مبتلا به گردن درد و کمر درد مزمن و همچنین بهبود ناتوانی عملکردی و تعادل پویا بوده است. تأثیر تمرینات عصبی عضلانی (DNS) در سالمندان موجب بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی براساس طیف وسیعی از قدرت، دامنه حرکتی و عملکرد حس عمقی اهمیت دارد. تمرینات عصبی-عضلانی شامل ترکیبی از تمرینات انعطاف پذیری، ثبات مرکزی، قدرتی، چابکی و پلویومتریک است. با توجه به گستردگی تحقیقات در این حوزه هدف از مطالعه مروری حاضر بررسی تأثیر تمرینات عصبی-عضلانی پویا (DNS) بر تقویت عضلات عمقی و بهبود استقامت بدنی سالمندان با تأکید بر نقش این تمرینات در تقویت عضلات عمقی و بهبود استقامت بدنی سالمندان بود. روش کار: نوع مقاله حاضر مروری سیستماتیک بود. برای جستجوی مقالات پایگاه های داده (Google, SID, Magiran, PubMed, Scopus) در بازه زمانی سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ با استفاده از کلید واژه های ترکیبی: تمرینات DNS، سالمندی، استقامت، عضلات عمقی تنه، جستجو شد که تعداد ۱۳۰ مقاله یافت شد. معیارهای ورود شامل دسترسی به فایل تمام متن مقالات، نمایه شدن در پایگاه های ISC، Scopus و معیار خروج شامل عدم دسترسی به فایل تمام متن بود. در نهایت با توجه به معیارهای ورود و خروج ذکر شده تعداد ۱۲ مقاله در ارتباط با اثربخشی تمرینات DNS بر تقویت عضلات عمقی تنه و بهبود استقامت بدنی سالمندان مورد بررسی قرار گرفت. بحث و نتیجه گیری: مطالعه حاضر با هدف تأثیر تمرینات تثبیت عصبی عضلانی پویا (DNS) بر تقویت عضلات عمقی تنه و بهبود استقامت بدنی سالمندان انجام شد. نتایج مطالعه حاضر در زمینه حس عمقی نشان دهنده تأثیر برنامه تمرینی تثبیت عصبی عضلانی پویا بر تقویت عضلات عمقی و بهبود استقامت در سالمندان بوده است. همچنین نتایج نشان داد تمرینات تثبیت عصبی عضلانی پویا به طور عام تقویت ثبات تنه می باشد. این تمرینات از این طریق موجب بهبود استقامت در بدن سالمندان می شوند. در زمینه چگونگی اثر تمرینات تثبیت عصبی عضلانی تنه باید بیان نمود این تمرینات احتمالاً با افزایش آستانه درد، تقویت عضلات عمقی تنه و افزایش هماهنگی عضلات باعث بهبود استقامت در سالمندان شده اند. به صورت کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده تأثیر تمرینات تثبیت عصبی عضلانی پویا و تقویت عضلات عمقی تنه و بهبود استقامت در سالمندان بوده که نشان دهنده اهمیت استفاده از این تمرینات جهت ارتقا سطح عملکردی سالمندان است. از طرفی



دیگر استفاده از تمرینات تثبیت عصبی-عضلانی با توجه به اثر بیشتر آن بر عضلات عمقی تنه و بهبود استقامت به سالمندان پیشنهاد می شود.

کلیدواژه: تمرینات DNS، عضلات عمقی تنه، استقامت، سالمندان



اثر تمرین استقامتی خطی همراه با مصرف عصاره مریم گلی بر روی آپوپتوز در هیپوکمپ موش‌های صحرایی نر ویستار

وحید نعمتی^۱، احمد رحمانی^۲، سمانه هادی^{۳*}، مریم پژوهیده^۴

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۴. کارشناس ارشد حقوق بین‌الملل، گروه حقوق، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه آزاد مشهد، مشهد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر تمرینات استقامتی خطی همراه با مصرف عصاره مریم گلی بر آپوپتوز هیپوکمپ موش‌های صحرایی نر ویستار بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۲۸ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با سن هشت هفته و میانگین وزنی 163.89 ± 9.08 گرم پس از دو هفته آشناسازی به طور تصادفی در پنج گروه، (کنترل: شش سر)، (تمرین خطی: پنج سر)، (عصاره: شش سر)، (سالین: شش سر)، (تمرین خطی-عصاره: پنج سر) قرار گرفتند. برنامه تمرین خطی با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه، به مدت ۳۰ دقیقه در هفته اول اجرا شد و با افزایش تدریجی در هفته آخر به سرعت ۳۵ متر بر دقیقه به مدت ۷۰ دقیقه رسید (پنج جلسه در هفته). عصاره هیدروالکلی برگ گیاه مریم گلی به میزان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم به صورت روزانه قبل از هر جلسه تمرین تجویز شد. آپوپتوز با استفاده از کیت‌های Annexin و با استفاده از روش تانل از طریق رنگ‌سنجی انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون ANOVA و آزمون تعقیبی LSD در سطح $(P \leq 0.05)$ انجام شد.

یافته‌ها: آپوپتوز هیپوکمپ در گروه تمرین خطی افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل نشان داد ($P < 0.05$). همچنین، آپوپتوز هیپوکمپ در گروه تمرین خطی-عصاره کاهش معنی‌داری را نسبت به گروه تمرین خطی نشان داد ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که به منظور کاهش آپوپتوز ناشی از تمرینات استقامتی با زمانبندی فزاینده، می‌توان از مکمل‌های گیاهی همچون عصاره مریم گلی در کنار تمرینات استفاده نمود. واژگان کلیدی: تمرین استقامتی، عصاره مریم گلی، آپوپتوز.

مقدمه

واژه آپوپتوز یک واژه یونانی و به معنی ریزش برگ درختان پاییزی است (Kerr et al., 1972) و در فرآیندهای مهم زیست‌شناختی مانند تکامل طبیعی، هومئوستاز بافتی، حذف سلول‌های تخریب شده یا آلوده به ویروس و حذف سلول‌های ایمنی فعال شده علیه آنتی‌ژن‌های خودی نقش بسیار حیاتی را بر عهده دارد (Kuan & Passaro Jr, 1998). این فرآیند در تنظیم میزان رشد، تکثیر سلول‌ها، تکامل و سلامت بدن بسیار مهم بوده و بروز بسیاری از بیماری‌های خود ایمنی، سرطان‌ها و عفونت‌های ویروسی نتیجه عملکرد ضعیف یا مهار شدن پدیده مرگ برنامه‌ریزی



شده سلولی است (Dlamini et al., 2004). سلول‌های عصبی پس از تولد تقسیم نمی‌شوند و پس از مرگ این سلول‌ها نیز، هیچ جایگزین مناسبی برای آنها وجود ندارد. به همین دلیل، در سال‌های اخیر پژوهش‌ها در جهت کاهش مرگ سلولی در دستگاه عصبی متمرکز شده‌اند، آپوپتوز و تخریب نورونی نقش کلیدی در نقص حافظه و یادگیری در بسیاری از انواع بیماری‌های دستگاه عصبی مرکزی بازی می‌کند و منجر به کاهش تعداد نورون‌ها در هیپوکمپ تخریب عملکرد اجرایی آنها می‌گردد (Zhao et al., 2012). فعالیت بدنی منظم به عنوان یک ضرورت برای زندگی سالم محسوب می‌شود که می‌تواند بر همه اندام‌ها و دستگاه‌های بدن تأثیر مثبت بگذارد. اثرات ورزش و فعالیت بدنی بر عملکرد اندام‌های مختلف انسان، مانند قلب، ریه و عضلات اسکلتی از دیرباز شناخته شده است. در سال‌های اخیر توجه بیشتری به اثرات ورزش بر روی دستگاه عصبی و حافظه شده است. اثر فعالیت ورزشی در دستگاه عصبی مرکزی پیچیده بوده و به طور کامل درک نشده است. به تازگی نشان داده شده است که مغز به فعالیت‌های فیزیکی در سطوح آناتومیک، سلولی و مولکولی پاسخ می‌دهد. شگفت‌آور است که بسیاری از این تغییرات در بعضی از ساختارهای مغزی که در حافظه، یادگیری و عملکردهای شناختی درگیرند، رخ می‌دهند. نشان داده شده است که ورزش می‌تواند عملکرد ذهنی را بهبود بخشد و یادگیری و حافظه را افزایش دهد (Alivand & Karimzadeh, 2015). بررسی اثر ورزش هوازی در موش‌های صحرایی جوان نشان می‌دهد که ورزش یادگیری فضایی و چگالی نورونی و باعث بهبودی حافظه کوتاه‌مدت می‌گردد (Alivand & Karimzadeh, 2015). پژوهش‌ها نشان دهنده این است که فعالیت بدنی باعث سازگاری‌های CNS به خصوص در هیپوکمپ می‌شود؛ به طوری که، فعالیت بدنی منجر به نورون‌زایی و همچنین تغییر پلاستیسیته سیناپسی در شکنج دندانه‌دار از تشکیلات هیپوکمپ موش‌ها می‌گردد که این امر موجب بهبود عملکرد در آزمایش‌های رفتاری به ویژه یادگیری و حافظه می‌شود (Stuchlik, 2014). ورزش منجر به افزایش حجم هیپوکمپ و بهبود حافظه در بیماران مبتلا به ام اس⁴⁸ می‌شود (Berchtold et al., 2005). در پژوهشی که در سال ۲۰۱۳ انجام شد گزارش شده است که ورزش در موش‌ها می‌تواند پدیده نورون‌زایی در ناحیه هیپوکمپ موثر است (Maynard & Leasure, 2013). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی جنبه‌های گوناگونی از فعالیت عصبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و حتی می‌تواند از آپوپتوز سلول‌های عصبی جلوگیری نماید (Gharakhanlou et al., 1999). در پژوهشی که توسط کیم⁴⁹ و همکاران (۲۰۱۴)، انجام شد نتایج نشان داد که فعالیت ورزشی موجب افزایش تولید نوروپپتیدها⁵⁰ و نروتروفین‌ها مانند نروتنسنین⁵¹ و عامل رشد سلول عصبی مشتق از مغز (BDNF)⁵² در هیپوکمپ موش صحرایی می‌شود که این انتقال دهنده‌های عصبی باعث بقای سلول‌های عصبی، تمایز و اتصال و شکل‌پذیری سیناپس‌ها می‌شود (Kim et al., 2014). همچنین، این پژوهشگر در پژوهشی دیگر نشان داد که فعالیت ورزشی موجب بهبود حافظه و یادگیری و عملکرد شناختی و همچنین کاهش اختلالات شناختی ناشی از آسیب مغزی می‌شود (Kim et al., 2010). همچنین

⁴⁸ multiple sclerosis

⁴⁹ Kim, 2014

⁵⁰ Neuropeptide

⁵¹ Neurotensin

⁵² Brain-derived neurotrophic factor



نتایج پژوهش ابوطالب^{۵۳} و همکاران (۲۰۱۵)، نشان داد که تمرین ورزشی قبل از ایسکمی موجب کاهش نسبت پروتئین‌های پیش آپوپتوزی و پروتئین‌های ضد آپوپتوزی (Bax/Bcl-2) و کاهش فعال‌سازی کاسپاز ۳ در ناحیه CA3 هیپوکمپ و در نهایت کاهش مرگ نورون‌های این ناحیه می‌شود (Aboutaleb et al., 2015). در پژوهشی دیگر چهار هفته تمرین هوازی پیش‌رونده به طور قابل توجهی از مرگ سلولی ناشی از دیابت در نورون‌های ناحیه CA1 هیپوکمپ جلوگیری کرد (Shamsaei et al., 2017). همچنین، کیم^{۵۴} و همکاران (۲۰۱۳) و لی^{۵۵} و همکاران (۲۰۰۵)، اثرات مفید تمرینات استقامتی را بر کاهش آپوپتوز ناشی از دیابت را در نورون‌های شبکه چشم و شکنج دندانهای مغز گزارش کرده‌اند (Kim et al., 2013; Lee et al., 2005). یکی از سازوکارهای احتمالی در زمینه قابلیت محافظت نورونی تمرین ورزشی می‌تواند ظرفیت مسدود کردن تشکیل رادیکال‌های آزاد باشد. گونه‌های فعال اکسیژن در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری به عنوان یک محصول طبیعی تولید می‌شوند، اما زمانی که سطح آنها بیش از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول باشد می‌تواند منجر به مرگ سلول شوند (Hong et al., 2004).

از طرفی، امروزه بکارگیری مکمل‌های گیاهی در میان ورزشکاران طرفداران زیادی پیدا کرده است، زیرا استفاده از مکمل‌های گیاهی عوارض کمتری نسبت به مکمل‌های شیمیایی دارد. یکی از این مکمل‌های مورد استفاده گیاه مریم گلی است. پژوهش‌های نشان داده است که مریم گلی نیز دارای ترکیبات آنتوسیانینی و فلاونوئیدی است آنتوسیانین-ها^{۵۶} مشتقات گلیکوزیدی پلی‌هیدروکسیل و متوکسیل نمک‌های ۲ فنیل بنزوپیریلیوم، رنگدانه غیر سمی و محلول در آب است که به طور گسترده‌ای در طبیعت یافت می‌شوند (Tzulker et al., 2007). همچنین، مریم گلی حاوی مواد تلخ، تانن‌های گروه کاتشین^{۵۷} (سالویا تانن)، فلاونوئیدها (اپی‌ژنین، لوتئولین^{۵۸}) اسانس‌های فرار (سینئول، کامفور^{۵۹}، آلفا و بتاتوجون)، مواد گلیکوزیدی، توکوفرول^{۶۰}، اسید رزمارینیک^{۶۱} و اسید آسکوربیک است (Karami et al., 2015). گیاه مریم گلی از روزگاران گذشته در طب سنتی به عنوان پایین آورنده قند خون، تب بر و آنتی سپتیک، کاهش دهنده چربی خون، مدر، عامل انعقاد و داروی ضد تعریق، ضعف اعصاب، خستگی عمومی، سرگیجه، تهوع، استفراغ، لرزش اندام‌ها، فلج، اسهال، درد شکمی، گرگرفتگی‌های یائسگی و برونشیت استفاده می‌شود (Glisic et al., 2010; Wang et al., 1998). همچنین، مشخص شده است که محتوی اسید آسکوربیک و فنول عصاره برگ مریم گلی تولید مالونیل‌آلدئید در غشای سلولی و پراکسیداسیون چربی القاشده توسط نیتروپروساید سدیم^{۶۲} را کاهش می‌دهد و همچنین توانایی کاهش رادیکال‌های آزاد را نیز دارد (Glisic et al., 2010). پژوهش دیگری مشخص کرد که مریم گلی با آزادسازی گلوتامات، سبب جلوگیری از مرگ نورونی می‌شود؛ بنابراین، این گیاه خاصیت آنتی‌آپوپتوزی دارد

⁵³ Aboutaleb

⁵⁴ Kim, 2013

⁵⁵ Lee, 2005

⁵⁶ Anthocyanin

⁵⁷ Catechin

⁵⁸ Luteolin

⁵⁹ Camphor

⁶⁰ Tocopherol

⁶¹ Ascorbic acid

⁶² Sodium nitroprusside

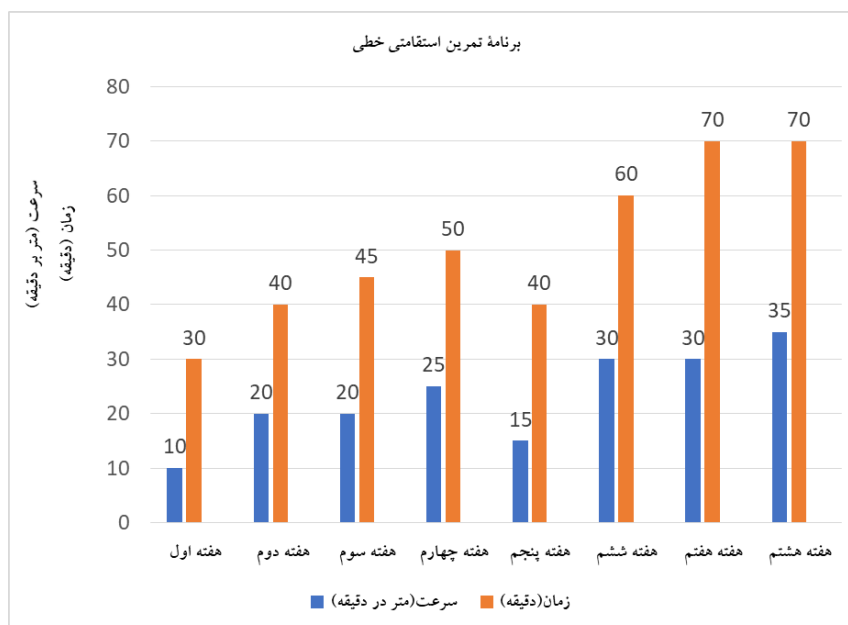


(Ghasemloo et al., 2016). در پژوهشی ثابت شد که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در مریم گلی باعث بهبود آلازایمر می‌شود (Obob & Henle, 2009). رضوی و همکاران (۲۰۱۴)، نشان دادند که تزریق عصاره مریم گلی اثرات حفاظتی بر روی نورون‌های حرکتی آلفای نخاع دارد و این اثر ناشی از حضور عامل‌های ترمیمی و رشدی در عصاره دانستند که سبب پیشبرد فرآیند انحطاط در نورون‌های آسیب دیده و پیشگیری از شدت آن می‌شود (Razavi et al., 2014). بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که پژوهش‌های چندانی در ارتباط با بکارگیری عصاره مریم گلی در کنار تمرینات ورزشی انجام نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر در صدد بررسی تاثیر تمرینات استقامتی خطی همراه با مصرف عصاره مریم گلی بر روی آپوپتوز بافت هیپوکمپ در موش‌های صحرایی نروستار بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی بوده است. در این پژوهش ۲۸ سر موش صحرایی نروستار (میانگین وزن 90.8 ± 8.9 گرم و سن ۸ هفته) از موسسه پاستور کرج خریداری شدند و پس از دو هفته آشناسازی به طور تصادفی در پنج گروه، گروه کنترل ($n=6$)، گروه مریم گلی ($n=6$)، گروه سالین ($n=6$)، گروه تمرین استقامتی ($n=5$)، گروه تمرین استقامتی+مریم گلی ($n=5$) قرار گرفتند. حیوانات به صورت گروه‌های ۴ سر موش در هر قفس پلی‌کربنات شفاف در محیطی با دمای 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۵ تا ۵۵ درصد و چرخه تاریکی و روشنایی ۱۲:۱۲ ساعت نگهداری شدند. آب و مواد غذایی (رژیم پایه استاندارد تهیه شده از شرکت خوراک دام پارس تهران) به صورت دسترسی آزاد بود. همچنین، موازین اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی مطابق با راهنمای نگهداری و استفاده از حیوانات⁶³ (NIH) هنگام کار با آنها رعایت شد.

برنامه تمرین استقامتی در هشت هفته به صورت پنج جلسه در هفته بر روی نوارگردان جوندگان (ساخت پیشرو صنعت-شیراز) اجرا شد (Gorzi et al., 2013). برنامه تمرینی با سرعت ۱۰ متر در دقیقه، به مدت ۳۰ دقیقه در هفته اول اجرا شد و افزایش تدریجی در هر هفته اعمال شد تا به سرعت ۳۵ متر در دقیقه با زمان ۷۰ دقیقه (برابر با ۸۰-۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) در آخرین هفته رسید (شکل ۱). برای جلوگیری از بیش تمرینی، در هفته پنجم کاهش بار وجود داشت. قبل از شروع هر جلسه تمرین، موش‌ها ۵ دقیقه با سرعت ۸ متر در دقیقه گرم کردن و در پایان تمرین ۵ دقیقه با سرعت ۶ متر در دقیقه سرد کردن را اجرا کردند. برنامه تمرینی در آزمایشگاه جانوری دانشگاه زنجان انجام شد.



شکل ۱ - برنامه تمرینی استقامتی

در این پژوهش حیوانات عصاره برگ گیاه مریم گلی روزانه به میزان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم را به مدت هشت هفته به صورت گاواژ دریافت کردند (گمار (et al., 2015).

برای تهیه عصاره مریم گلی ابتدا برگ‌ها شستشو داده شد و سپس در سایه خشک شدند. سپس برگ‌های خشک شده توسط آسیاب برقی به پودر تبدیل شد و پودر حاصل در اتانول بدون تلخی ۹۹.۵ درصد حل گردید. پس از صاف کردن محلول با استفاده از دستگاه روتاری حلال از عصاره جدا شد، نهایتاً پس از خشک کردن عصاره با اضافه نمودن نرمال سالین عصاره آبی به دست آمد (Kar et al., 2002).

پس از اعمال متغیر مستقل، تمام گروه‌ها با شرایط کاملاً مشابه و در شرایط پایه (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) با ترکیب زایلازین (سه تا پنج میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) و کتامین (۳۰ تا ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) بی‌هوش شدند. سپس هیپوکمپ موش‌های صحرایی جدا شد. موش‌های صحرایی چهار ساعت قبل از تشریح بدون غذا نگهداری شدند. در زمان تشریح برای جلوگیری از تداخل اثر زمان تشریح (ریتم شبانه‌روزی) بر میزان هورمون‌ها و ...، موش‌ها به صورت متناوب از گروه‌های پنجگانه تشریح شدند. پس از تشریح و نمونه‌برداری، نمونه‌های بافت هیپوکمپ پس از شستشو با آب مقطر در ازت مایع فریز شده و تا زمان اجرای کارهای آزمایشگاهی در یخچال با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. آپوتوز از کیت‌های Annexin ساخت کشور آمریکا و با استفاده از روش تانل به منظور تعیین میزان سلول‌های آپوپتیک از طریق رنگ‌سنجی انجام گرفت که در این روش نمونه هیپوکمپ پس از شستشو در گزیلول، در درجه‌های مختلف الکل آب‌دهی شد، پس از شستشو با Tris-HCL ۱۰ میلی‌مولار، نمونه‌ها در متانول محتوی H_2O_2 ۰.۳ درصد به مدت ۱۰ دقیقه به منظور مهار فعالیت پراکسیداز-



های اندوژن انکوبه شد. نمونه‌ها سپس به مدت ۳۰ دقیقه در معرض پروتئیناز K قرار گرفتند، در مرحله بعدی نمونه‌ها در مخلوط واکنش تانل (۴۵۰ میکرولیتر از محلول نشانه و ۵۰ میکرولیتر از محلول آنزیم) در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه انکوبه شده و سپس در محلول POD به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها به منظور بروز واکنش رنگی در DAB به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه قرار داده شد و سپس با محلول همتوکسیلین رنگ‌آمیزی شد و با استفاده از نرم افزار Image J شمارش گردید (Sadeghian et al., 2012).

پس از تحلیل آزمایشگاهی نمونه‌ها، داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی تحلیل شد. ابتدا با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک نحوه توزیع طبیعی داده‌ها بررسی شد. سپس با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی به منظور تفاوت‌های درون‌گروهی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده گردید. در این بررسی مقدار $P \leq 0/05$ به معنای رد فرض صفر در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

شاخص‌های توصیفی نمونه‌های پژوهش و شاخص اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر در جداول ۱ و ۲ به تفکیک گروه مشخص شده است.

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد وزن اولیه و پایانی و تغییرات وزن نمونه‌ها

گروه	تعداد	وزن اولیه	وزن پایانی	تغییرات وزن
کنترل	۶	207.00 ± 6.28	308.50 ± 8.07	91.00 ± 7.10
سالمین	۶	201.33 ± 12.96	299.33 ± 15.86	94.66 ± 12.22
عصاره	۶	203.33 ± 12.96	294.00 ± 10.40	90.66 ± 9.12
تمرین خطی	۵	202.80 ± 3.56	276.80 ± 10.20	64.00 ± 7.01
تمرین +عصاره	۵	207.80 ± 9.11	296.60 ± 8.77	88.80 ± 6.59
جمع کل	۲۸	-	-	-

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد آپوپتوز در گروه‌های پژوهش

گروه	آپوپتوز (HPF)	
	M	SD
کنترل	2.68 ± 0.13	
سالمین	2.28 ± 0.11	
عصاره	2.79 ± 0.16	
استقامتی خطی	6.99 ± 0.79	
استقامتی خطی +عصاره	3.58 ± 0.33	



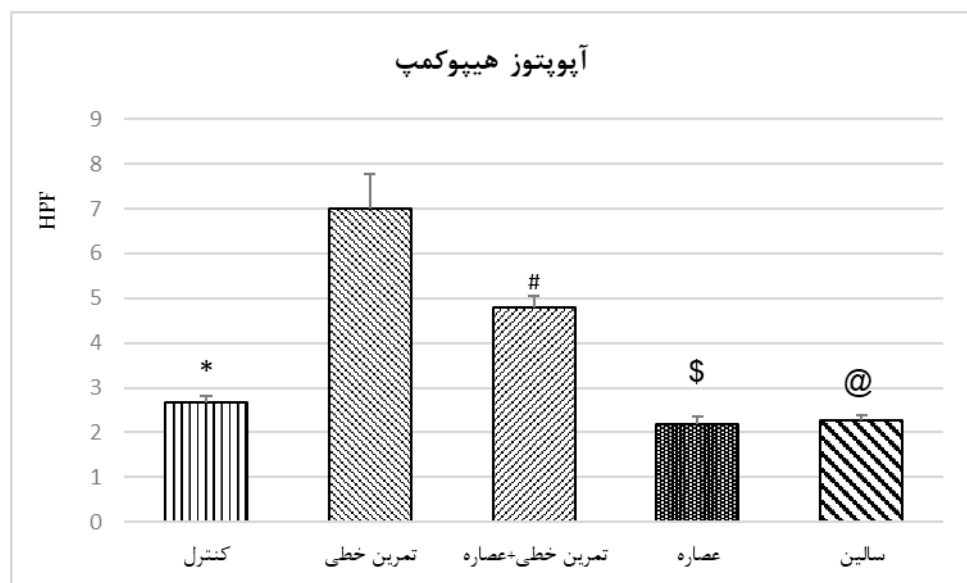
آپوپتوز بافت هیپوکمپ

تجزیه و تحلیل آماری آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین گروه‌های پنجگانه در آپوپتوز بافت هیپوکمپ تفاوت معنی داری وجود دارد $[F_{6,35}=50.928, P=2\eta, 0.001=0.897]$ (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه آپوپتوز

اندازه اثر	سطح معنی داری	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	آماره	(HPP) تعقیبی
۰.۸۹۷	*۰.۰۰۱	۵۰.۹۲۸	۱۷.۸۲۸	۶	۱۰۶.۹۷۰	بین گروه‌ها	
			۰.۳۵۰	۳۵	۱۲.۲۵۳	درون گروه‌ها	
				۴۱	۱۱۹.۲۲۲	مجموع	

نتایج آزمون تعقیبی نشان داد آپوپتوز بافت هیپوکمپ گروه تمرین استقامتی خطی (6.99 ± 0.79) نسبت به گروه کنترل (2.68 ± 0.13) افزایش معنی داری داشته است $(P=0.001)$. یعنی تمرین استقامتی خطی باعث افزایش آپوپتوز در بافت هیپوکمپ موش‌های صحرایی نر شد (شکل ۲). همچنین، نتایج آزمون تعقیبی نشان داد آپوپتوز بافت هیپوکمپ گروه تمرین استقامتی خطی-عصاره (4.79 ± 0.25) نسبت به تمرین استقامتی خطی (6.99 ± 0.79) افزایش معنی داری داشته است $(P=0.001)$. یعنی عصاره مریم گلی آپوپتوز ناشی از تمرین استقامتی خطی را کاهش داده است (شکل ۲).



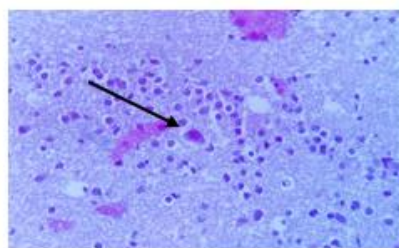
شکل ۲- آپوپتوز بافت هیپوکمپ در گروه‌های پژوهش

*: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه‌های تمرین استقامتی خطی

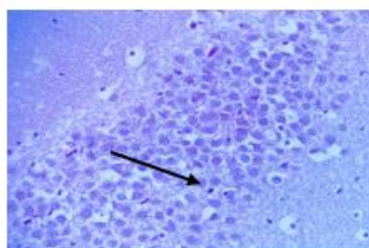
#: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه تمرین استقامتی خطی

\$: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه‌های خطی و خطی-عصاره

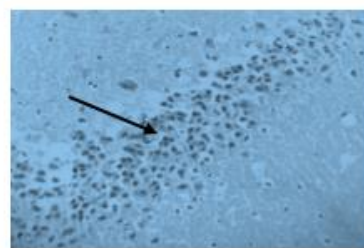
@: تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه‌های خطی و خطی-عصاره



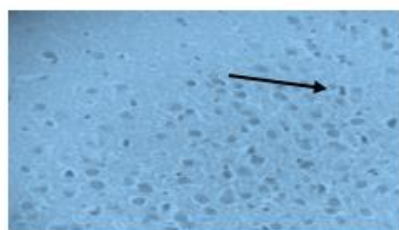
گروه کنترل



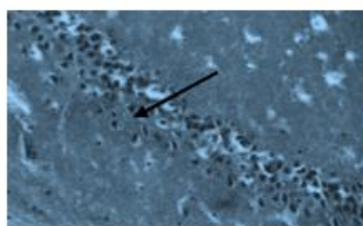
گروه سالمین



گروه عصاره مریم گلی



گروه تمرین استقامتی خطی



گروه تمرین استقامتی خطی+عصاره مریم گلی



شکل ۳- فتوگرامیک رنگ آمیزی تانل در بافت هیپوکمپ موش های صحرایی گروه های مختلف (فلش های سیاه، سلول های آپوپتوزی که به رنگ آبی تیره دیده می شوند).

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که اجرای تمرینات استقامتی خطی سبب افزایش معنی دار آپوپتوز در نمونه های پژوهش شد. همچنین، یافته ها نشان داد که اجرای تمرینات استقامتی خطی همراه با مصرف عصاره مریم گلی سبب کاهش معنی دار آپوپتوز در نمونه های پژوهش شد.

بحث و نتیجه گیری

آپوپتوز، یکی از مهمترین عوامل ایجاد بیماری ها است، این فرآیند که در تنظیم تعادل بین زایش و مرگ سلولی در بافت های مختلف نقش اساسی دارد، با تکه تکه کردن کروماتین ها و چگال نمودن سیتوپلاسم سلولی کار خود را آغاز و با مچاله شدن هسته، غشاهای سلولی و تولید واکوئل های محتوی ذرات آپوپتوتیکی خاتمه می یابد (Marzetti et al., 2009). یافته های پژوهش حاضر همسو با یافته های پژوهش لی^{۶۴} و همکاران (۲۰۰۹)، است؛ آنها نشان دادند شش ماه تمرین استقامتی موجب تسریع فرآیند آپوپتوز در میوکارد موش های صحرایی می شود (LI et al., 2009). در این راستا، اگرچه سازوکارهای متعددی مانند تغییر مستقیم در بیان ژن های مربوط به آپوپتوز، آزادسازی عوامل آپوپتوتیک میتوکندری، تغییرات تولید ROS و وضعیت ضد اکسایشی مطرح شده، ولی هنوز ابهامات بسیاری در این زمینه وجود دارد (Kwak et al., 2006). در این خصوص، وانشتن^{۶۵} و همکاران (۲۰۱۱)، نشان دادند آپوپتوز میتوکندریایی اغلب با افزایش گونه های فعال اکسیژن همراه است (Vainshtein et al., 2011). از طرفی، لی^{۶۶} و همکاران (۲۰۰۹)، نیز عنوان کردند تمرینات هوازی و استقامتی طولانی مدت، اگرچه مقدمات هایپرتروفی میوکارد را فراهم نمی کند، اما می تواند با افزایش فشار اکسایشی موجب تشدید آپوپتوز میوکارد شود (LI et al., 2009).

همچنین، یافته های پژوهش حاضر با یافته های پژوهش کیم^{۶۷} و همکاران (۲۰۱۴)، که نشان داد فعالیت ورزشی موجب افزایش تولید نوروپپتیدها و نروتروفین ها مانند نوروتنسنین و عامل رشد سلول عصبی مشتق از مغز (BDNF) در هیپوکمپ موش صحرایی می شود که این انتقال دهنده های عصبی باعث بقای سلول های عصبی، تمایز و اتصال و شکل پذیری سیناپس ها می شود ناهمسو است (Kim et al., 2014). همچنین، یافته های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش ابوطالب و همکاران (۲۰۱۵)، بود که نشان داد، تمرین ورزشی قبل از ایسکمی موجب کاهش نسبت پروتئین های پیش آپوپتوزی و پروتئین های ضد آپوپتوزی (Bax/Bcl-2) و کاهش فعال سازی کاسپاز سه در ناحیه CA3 هیپوکمپ و در نهایت کاهش مرگ نورو ن های این ناحیه می شود، ناهمسو است (Aboutaleb et al., 2015).

یکی از سازوکارهای احتمالی این است که گونه های فعال اکسیژن در زنجیره انتقال الکترون میتوکندری به عنوان یک محصول طبیعی تولید می شوند، اما زمانی که سطح آنها بیش از ظرفیت آنتی اکسیدانی سلول باشد می تواند منجر به مرگ سلول شوند (Hong et al., 2004).

⁶⁴ Li, 2009

⁶⁵ Vainshtein, 2011

⁶⁶ Li, 2009

⁶⁷ Kim, 2014



اعتقاد بر این است که ROS نیز یک محرک قوی برای فعال کردن آپوپتوز در انواع مدل‌های آزمایشی و سلول‌های مختلف است (Siu et al., 2004). همچنین، گزارش شده است که ROS آپوپتوز را به طور عمده از طریق تعدیل مسیر مربوط به میتوکندری تحت تاثیر قرار می‌دهد (Koçtürk et al., 2008). احتمالاً فشار اکسایشی بالا هومئوستاز غشای میتوکندری را بی‌ثبات کرده و بنابراین تشکیل منافذ نفوذپذیری غشای میتوکندری را تحریک می‌کند و باعث آزادسازی عامل‌های پیش آپوپتوزی مثل سیتوکروم C می‌شود. اعتقاد بر این است که تمرینات ورزشی با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تعدیل فشار اکسایشی باعث کاهش ژن‌های پیش آپوپتوزی می‌شوند (Musumeci et al., 2015).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از عصارهٔ مریم گلی در کنار تمرینات استقامتی خطی سبب کاهش معنی‌دار آپوپتوز در بافت هیپوکمپ شد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که عصاره مریم گلی با آزادسازی گلوتامات، سبب جلوگیری از مرگ نورونی می‌شود؛ بنابراین، این گیاه خاصیت آنتی آپوپتوزی دارد (Ghasemloo et al., 2016). یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش رضوی و همکاران (۲۰۱۴)، که نشان دادند که تزریق عصاره مریم گلی اثرات حفاظتی بر روی نورون‌های حرکتی آلفای نخاع دارد و این اثر را ناشی از حضور عامل‌های ترمیمی و رشدی در عصاره دانستند که سبب پیشبرد فرآیند انحطاط در نورون‌های آسیب دیده و پیشگیری از شدت آن می‌شود، همسو است (Razavi et al., 2014).

در همین راستا، یادگاری و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهش خود نشان دادند که مصرف سه هفته عصاره پر سیلوش در نمونه‌های تمرین کرده و قرار گرفته شده در معرض هایپوکسی، بیان پروتئین پیش آپوپتوزی Bax را به طور معنی‌داری کاهش و بیان پروتئین ضد آپوپتوزی Bcl2 افزایش داده است که همسو با یافته‌های پژوهش حاضر بود (زوارق). همچنین، رضوی مجد و همکاران (۱۳۹۷)، نشان دادند که ورزش منظم هوازی به همراه مصرف عصاره سیر از تغییرات شاخص‌های آپوپتوزی ناشی از افزایش سن و القا عواملی که مرگ سلولی را افزایش می‌دهد، جلوگیری و محافظت می‌کند که همسو با یافته‌های پژوهش حاضر بود (مجد و همکاران، ۲۰۱۷).

از طرفی، یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش پارک^{۶۸} و همکاران (۲۰۰۵)، که در پژوهش خود نشان دادند استفاده با غلظت بالا از آلیسین^{۶۹} که یکی از مشتقات سیر است، سبب تحریک آپوپتوز در سلول‌ها تومور می‌شود، ناهمسو است (Park et al., 2005). از سویی، یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش الکادی^{۷۰} و همکاران (۲۰۱۲)، که نشان دادند بتا المین^{۷۱}، داروی ضد سرطان استخراج شده از گیاه زنجبیل باعث آپوپتوز در سلول‌های سرطانی ریه شد، ناهمسو است (Elkady et al., 2012).

باید به این نکته توجه نمود که تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرینات هوازی مورد استفاده در پژوهش‌های مختلف و همچنین میزان دوز مصرفی عصاره و مکمل و نوع آن باعث به دست آمدن چنین نتایج متناقضی در آپوپتوز شده است. بنابراین، به نظر می‌رسد ورزش همراه با مصرف گیاهان با ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی همانند مریم گلی با دوز

⁶⁸ Park, 2005

⁶⁹ Allicin

⁷⁰ Elkady, 2012

⁷¹ β-Elemente



مصرفی مناسب می تواند آثار مطلوب بیشتری برای مقابله با فعالیت های اکسایشی در بدن و عوامل مرتبط با آن داشته باشد.

تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر، حاصل کار پژوهشی پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجوی است که با هزینه شخصی دانشجوی و معاونت دانشجویی دانشگاه زنجان انجام گرفته است.

تضاد منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع و مآخذ

یادگاری م، ریاحی س، میردار ش، حمیدیان غ، مصدق زوارق پ. (۱۳۹۶). ریوی رتهای تمرین Bcl و Bax تأثیر عصاره پرسیاوش در تعدیل شاخص های آپوپتوزی کرده و قرار گرفته در معرض تنش هایپوکسی. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۶(۴):۱۶۱-۱۷۱.

گمار ع، حسینی ع، میرازی ن، گمار م. (۲۰۱۵). اثر عصاره الکلی گیاه مریم گلی (Salvia officinale) بر کاهش درد ناشی از هیوسین در موش های صحرایی نر بالغ نژاد ویستار. مجله دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، ۱۵(۳)، ۲۳۷-۲۴۵. رضوی مجد ز، متین همایی ح، آذربایجانی م، فرزانی پ. (۲۰۱۷). اثر همزمان تمرین هوازی منظم و عصاره سیر بر شاخص های آپوپتوزی بافت قلب موش صحرایی پیر تحت بیماری مزمن کلیوی. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی، ۲(۶۲)، ۴۶-۵۴.

Aboutaleb, N., Shamsaei, N., Khaksari, M., Erfani, S., Rajabi, H., & Nikbakht, F. (2015). Pre-ischemic exercise reduces apoptosis in hippocampal CA3 cells after cerebral ischemia by modulation of the Bax/Bcl-2 proteins ratio and prevention of caspase-3 activation. *The Journal of Physiological Sciences*, 65(5), 435-443.

Alivand, F., & Karimzadeh, F. (2015). The effect of exercise on the memory improvement: a review of cellular and molecular mechanisms. *Shefaye Khatam*, 3(4), 123-130.

Berchtold, N., Chinn, G., Chou, M., Kesslak, J., & Cotman, C. (2005). Exercise primes a molecular memory for brain-derived neurotrophic factor protein induction in the rat hippocampus. *Neuroscience*, 133(3), 853-861.

Dlamini, Z., Mbita, Z., & Zungu, M. (2004). Genealogy, expression, and molecular mechanisms in apoptosis. *Pharmacology & therapeutics*, 101(1), 1-15.

Elkady, A. I., Abuzinadah, O. A., Baeshen, N. A., & Rahmy, T. R. (2012). Differential control of growth, apoptotic activity, and gene expression in human breast cancer cells by extracts derived from medicinal herbs Zingiber officinale. *Journal of BioMed Research*, 2012.

Gharakhanlou, R., Chadan, S., & Gardiner, P. (1999). Increased activity in the form of endurance training increases calcitonin gene-related peptide content in lumbar motoneuron cell bodies and in sciatic nerve in the rat. *Neuroscience*, 89(4), 1229-1239.

Ghasemloo, E., Rahnema, M., & Bigdeli, M. R. (2016). The neuroprotective effect of hydroalcoholic extract of Salvia officinalis on infarct volume and neurologic deficits in rat ischemic stroke model. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 15(1), 35-45.



- Glisic, S., Ivanovic, J., Ristic, M., & Skala, D. (2010). Extraction of sage (*Salvia officinalis* L.) by supercritical CO₂: Kinetic data, chemical composition and selectivity of diterpenes. *The Journal of Supercritical Fluids*, 52(1), 62-70.
- Gorzi, A., Rajabi, H., Gharakhanlou, R., & Azad, A. (2013). Effects of Endurance Training on A12 Acetyl Cholinesterase Activity in Fast and Slow-Twitch Skeletal Muscles of Male Wistar Rats. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 15(10), 28-31.
- Hong, J.-H., Kim, M.-J., Park, M.-R., Kwag, O.-G., Lee, I.-S., Byun, B. H., Lee, S.-C., Lee, K.-B., & Rhee, S.-J. (2004). Effects of vitamin E on oxidative stress and membrane fluidity in brain of streptozotocin-induced diabetic rats. *Clinica chimica acta*, 340(1-2), 107-115.
- Kar, A., Panda, S., & Bharti, S. (2002). Relative efficacy of three medicinal plant extracts in the alteration of thyroid hormone concentrations in male mice. *Journal of ethnopharmacology*, 81(2), 281-285.
- Karami, M., Hossini, E., Majd, N. S., Ebrahimzadeh, M. A., & Alemy, S. (2015). *Salvia limbata*: Botanical, Chemical, Pharmacological and Therapeutic Effecte. *J Clin Exc*, 3(2), 1-14.
- Kerr, J. F., Wyllie, A. H., & Currie, A. R. (1972). Apoptosis: a basic biological phenomenon with wideranging implications in tissue kinetics. *British journal of cancer*, 26(4), 239.
- Kim, B.-K., Shin, M.-S., Kim, C.-J., Baek, S.-B., Ko, Y.-C., & Kim, Y.-P. (2014). Treadmill exercise improves short-term memory by enhancing neurogenesis in amyloid beta-induced Alzheimer disease rats. *Journal of exercise rehabilitation*, 10(1), 2.
- Kim, D.-H., Ko, I.-G., Kim, B.-K., Kim, T.-W., Kim, S.-E., Shin, M.-S., Kim, C.-J., Kim, H., Kim, K.-M., & Baek, S.-S. (2010). Treadmill exercise inhibits traumatic brain injury-induced hippocampal apoptosis. *Physiology & behavior*, 101(5), 660-665.
- Kim, D. Y., Jung, S. Y., Kim, C. J., Sung, Y. H., & Kim, J. D. (2013). Treadmill exercise ameliorates apoptotic cell death in the retinas of diabetic rats. *Molecular medicine reports*, 7(6), 1745-1750.
- Koçtürk, S., Kayatekin, B., Resmi, H., Açıkgöz, O., Kaynak, C., & Özer, E. (2008). The apoptotic response to strenuous exercise of the gastrocnemius and solues muscle fibers in rats. *European journal of applied physiology*, 102(5), 515-524.
- Kuan, N.-K., & Passaro Jr, E. (1998). Apoptosis: programmed cell death. *Archives of surgery*, 133(7), 773-775.
- Kwak, H.-B., Song, W., & Lawler, J. M. (2006). Exercise training attenuates age-induced elevation in Bax/Bcl-2 ratio, apoptosis, and remodeling in the rat heart. *The FASEB Journal*, 20(6), 791-793.
- Lee, H.-H., Shin, M.-S., Kim, Y.-S., Yang, H.-Y., Chang, H.-K., Lee, T.-H., Kim, C.-J., Cho, S., & Hong, S.-P. (2005). Early treadmill exercise decreases intrastriatal hemorrhage-induced neuronal cell death and increases cell proliferation in the dentate gyrus of streptozotocin-induced hyperglycemic rats. *Journal of Diabetes and its Complications*, 19(6), 339-346.
- LI, X., LU, J., & WU, W. (2009). Effect of long-term endurance exercise on cardiac apoptosis. *Journal of Mianyang Normal University*, 11, 031.
- Marzetti, E., Wohlgemuth, S. E., Anton, S. D., Bernabei, R., Carter, C. S., & Leeuwenburgh, C. (2009). Cellular mechanisms of cardioprotection by calorie restriction: state of the science and future perspectives. *Clinics in geriatric medicine*, 25(4), 715-732.
- Maynard, M. E., & Leasure, J. L. (2013). Exercise enhances hippocampal recovery following binge ethanol exposure. *PloS one*, 8(9), e76644.
- Musumeci, G., Imbesi, R., Szychlinska, M. A., & Castrogiovanni, P. (2015). Apoptosis and skeletal muscle in aging. *Open Journal of Apoptosis*, 4(02), 41.



- Oboh, G., & Henle, T. (2009). Antioxidant and inhibitory effects of aqueous extracts of *Salvia officinalis* leaves on pro-oxidant-induced lipid peroxidation in brain and liver in vitro. *Journal of medicinal food*, 12(1), 77-84.
- Park, S.-Y., Cho, S.-J., Kwon, H.-c., Lee, K.-R., Rhee, D.-K., & Pyo, S. (2005). Caspase-independent cell death by allicin in human epithelial carcinoma cells: involvement of PKA. *Cancer Letters*, 224(1), 123-132.
- Razavi, M., Tehranipour, M., & Khayatzae, J. (2014). Effects of aqueous extract of *Salvia chloroleuca* leaves on degeneration of alpha motoneurons in spinal cord after sciatic nerve compression in rat. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 16.
- Sadeghian, H., Jafarian, M., Karimzadeh, F., Kafami, L., Kazemi, H., Coulon, P., Ghabaee, M., & Gorji, A. (2012). Neuronal death by repetitive cortical spreading depression in juvenile rat brain. *Experimental neurology*, 233(1), 438-446.
- Shamsaei, N., Abdi, H., & Shamsi, M. (2017). The Effect of a Continuous Training on Necrosis and Apoptosis Changes in the Hippocampus of Diabetic Rats. *scientific journal of ilam university of medical sciences*, 25(1), 1-11.
- Siu, P. M., Bryner, R. W., Martyn, J. K., & Alway, S. E. (2004). Apoptotic adaptations from exercise training in skeletal and cardiac muscles. *The FASEB Journal*, 18(10), 1150-1152.
- Stuchlik, A. (2014). Dynamic learning and memory, synaptic plasticity and neurogenesis: an update. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 8, 106.
- Tzulker, R., Glazer, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., & Amir, R. (2007). Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(23), 9559-9570.
- Vainshtein, A., Kazak, L., & Hood, D. A. (2011). Effects of endurance training on apoptotic susceptibility in striated muscle. *Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1638-1645.
- Wang, M., Li, J., Rangarajan, M., Shao, Y., LaVoie, E. J., Huang, T.-C., & Ho, C.-T. (1998). Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(12), 4869-4873.
- Zhao, C.-H., Liu, H.-Q., Cao, R., Ji, A.-L., Zhang, L., Wang, F., & Yang, R.-H. (2012). Effects of dietary fish oil on learning function and apoptosis of hippocampal pyramidal neurons in streptozotocin-diabetic rats. *Brain research*, 1457, 33-43.



اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای

محمد رضا خیری زرنقی ۱

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی

Mohamadrezakheiri.20@gmail.com

مهدی نصیری

دانشجو کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران

فاطمه پور عباس

دانشجو کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران

مریم لشگری

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رجایی قزوین

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شد. در این مطالعه، ۳۰ ورزشکار حرفه‌ای به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه تحت برنامه تمرینی HIIT قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل به تمرینات معمول خود ادامه دادند. عملکرد هوازی (VO_{2max} و زمان واماندگی) و عملکرد بی‌هوازی (قدرت و استقامت بی‌هوازی و قدرت انفجاری) قبل و پس از دوره تمرینی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که گروه آزمایش بهبود معناداری در VO_{2max} (از ۴۵.۲ به ۴۹.۸ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)، قدرت بی‌هوازی (از ۴۵۰ به ۵۲۰ وات) و قدرت انفجاری (از ۵۵ به ۶۲ سانتی‌متر) داشتند ($p < 0.05$). در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز در تمامی متغیرها معنادار بود ($p < 0.05$).

این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر مثبت بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. این پژوهش تأیید می‌کند که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای در هر دو سیستم انرژی هوازی و بی‌هوازی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده با توجه به تفاوت‌های فردی می‌تواند به بهینه‌سازی نتایج کمک کند.



کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)، عملکرد هوازی، عملکرد بی‌هوازی، ورزشکاران حرفه‌ای، VO₂max، قدرت بی‌هوازی، قدرت انفجاری.

مقدمه

در دنیای ورزش حرفه‌ای، بهبود عملکرد ورزشی همواره یکی از اهداف اصلی ورزشکاران و مربیان بوده است. تمرینات تناوبی با شدت بالا (High-Intensity Interval Training یا HIIT) به عنوان یکی از روش‌های مؤثر و کارآمد در افزایش توانایی‌های هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران مورد توجه قرار گرفته است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است [۱].

عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت اشاره دارد، در حالی که عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید است. هر دو این سیستم‌های انرژی برای ورزشکاران حرفه‌ای، به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به ترکیبی از استقامت و قدرت دارند، حیاتی هستند [۲].

تمرینات HIIT به دلیل ماهیت خود، که شامل دوره‌های کوتاه اما بسیار شدید فعالیت است، می‌تواند به طور همزمان بر هر دو سیستم هوازی و بی‌هوازی تأثیر بگذارد. از یک سو، این تمرینات باعث بهبود ظرفیت هوازی از طریق افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) و بهبود عملکرد میتوکندریایی می‌شوند. از سوی دیگر، HIIT می‌تواند باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی شود، که برای ورزشکارانی که در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید شرکت می‌کنند، بسیار مفید است [۳].

با توجه به اهمیت این موضوع، این تحقیق به دنبال بررسی تأثیرات HIIT بر بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای و ارائه بینشی در مورد مکانیسم‌های احتمالی این تأثیرات است. در این راستا، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند باعث افزایش قابل توجه در VO₂max، بهبود عملکرد قلبی-عروقی، افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات و افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم انرژی شود. علاوه بر این، HIIT می‌تواند باعث افزایش تولید لاکتات و بهبود تحمل آن در بدن شود، که برای ورزشکاران در فعالیت‌های بی‌هوازی بسیار مهم است [۴]. با درک بهتر این تأثیرات، می‌توان برنامه‌های تمرینی بهینه‌تری طراحی کرد که به ورزشکاران کمک کند تا به حداکثر پتانسیل خود دست یابند. این تحقیق به بررسی جامع‌تری از تأثیرات HIIT بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای می‌پردازد و تلاش می‌کند تا با ارائه شواهد علمی، راهکارهای عملی برای بهبود عملکرد ورزشی ارائه دهد [۵].

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، توجه بسیاری از پژوهشگران و مربیان ورزشی را به خود جلب کرده است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در



برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است. با این حال، علیرغم محبوبیت روزافزون HIIT، هنوز سؤالاتی در مورد تأثیرات دقیق این نوع تمرینات بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای وجود دارد [۶]. عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت اشاره دارد، در حالی که عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید است. هر دو این سیستم‌های انرژی برای ورزشکاران حرفه‌ای، به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به ترکیبی از استقامت و قدرت دارند، حیاتی هستند. با این حال، تأثیر HIIT بر هر یک از این سیستم‌ها و تعادل بین آنها نیاز به بررسی دقیق‌تری دارد [۷].

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی شود این بهبودها می‌توانند به طور مستقیم بر عملکرد هوازی ورزشکاران تأثیر بگذارند. از سوی دیگر، HIIT همچنین می‌تواند باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی شود، که برای ورزشکارانی که در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید شرکت می‌کنند، بسیار مفید است. با این حال، مکانیسم‌های دقیق این تأثیرات و چگونگی تعادل بین بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی نیاز به بررسی بیشتری دارد [۸].

علاوه بر این، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. برخی از ورزشکاران ممکن است به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شوند، در حالی که دیگران ممکن است بهبود کمتری را تجربه کنند (Astorino et al., 2012). این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند [۹].

با توجه به اهمیت بهبود عملکرد ورزشی در سطح حرفه‌ای، بررسی تأثیرات HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. این تحقیق به دنبال پاسخ به این سؤال است که چگونه HIIT می‌تواند بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد و چه مکانیسم‌هایی در این تأثیرات دخیل هستند. با درک بهتر این تأثیرات، می‌توان برنامه‌های تمرینی بهینه‌تری طراحی کرد که به ورزشکاران کمک کند تا به حداکثر پتانسیل خود دست یابند.

سوالات و فرضیه‌های تحقیق:

تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر بهبود عملکرد هوازی ورزشکاران حرفه‌ای چگونه است؟
 تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر بهبود عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای چگونه است؟
 چه مکانیسم‌های فیزیولوژیکی در بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT دخیل هستند؟
 تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT چگونه بر نتایج تمرینات تأثیر می‌گذارد؟
 با توجه به سوالات تحقیق مطرح‌شده، فرضیه‌های زیر برای بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای ارائه می‌شود:



فرضیه اول: انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی (افزایش VO_{2max} و استقامت قلبی-عروقی) در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود.

فرضیه دوم: انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد بی‌هوازی (افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی) در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود.

فرضیه سوم: بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از تمرینات HIIT با مکانیسم‌های فیزیولوژیکی همچون افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات مرتبط است.

فرضیه چهارم: تفاوت‌های فردی (مانند سطح آمادگی جسمانی اولیه، ژنتیک و نوع ورزش) به طور معناداری بر میزان بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از تمرینات HIIT در ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر می‌گذارد.

مبانی نظری

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، توجه بسیاری از پژوهشگران و مربیان ورزشی را به خود جلب کرده است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است. در این بخش، مبانی نظری مرتبط با تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای به طور جامع‌تری مورد بررسی قرار می‌گیرد [۱۰].

۱. عملکرد هوازی و بی‌هوازی

عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت اشاره دارد. این سیستم انرژی عمدتاً در فعالیت‌هایی که بیش از چند دقیقه به طول می‌انجامد، مانند دویدن‌های طولانی‌مدت یا دوچرخه‌سواری استقامتی، نقش اصلی را ایفا می‌کند. عملکرد هوازی به عواملی مانند حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، ظرفیت قلبی-عروقی و عملکرد میتوکندریایی وابسته است [۱۱].

از سوی دیگر، عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید است. این سیستم انرژی در فعالیت‌هایی مانند دو سرعت، وزنه‌برداری و ورزش‌های تیمی که نیاز به انفجارهای کوتاه‌مدت قدرت دارند، حیاتی است. عملکرد بی‌هوازی به عواملی مانند قدرت عضلانی، ظرفیت گلیکولیتیک و تحمل لاکتات وابسته است [۱۲].

۲. تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی

تمرینات HIIT می‌توانند به طور قابل توجهی بر عملکرد هوازی تأثیر بگذارند. مطالعات نشان داده‌اند که HIIT باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی می‌شود (Laursen & Jenkins, 2002). این بهبودها ناشی از مکانیسم‌های زیر است:

افزایش VO_{2max} : HIIT باعث افزایش ظرفیت انتقال اکسیژن از طریق بهبود عملکرد قلبی و افزایش تراکم مویرگ‌ها در عضلات می‌شود.



بهبود عملکرد میتوکندریایی: HIIT باعث افزایش تعداد و کارایی میتوکندری‌ها در سلول‌های عضلانی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی هوازی می‌شود.

افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون می‌شود، که به بهبود متابولیسم هوازی کمک می‌کند [۱۳].

۳. تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی

تمرینات HIIT همچنین می‌توانند باعث بهبود عملکرد بی‌هوازی شوند. این نوع تمرینات باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی از طریق مکانیسم‌های زیر می‌شوند:

افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی در غیاب اکسیژن می‌شود.

بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات: HIIT باعث افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات در برابر اسیدوز ناشی از تجمع لاکتات می‌شود، که به ورزشکاران اجازه می‌دهد در فعالیت‌های شدید مدت‌زمان بیشتری عملکرد بهینه داشته باشند.

افزایش قدرت و حجم عضلات: HIIT می‌تواند باعث افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیک مانند تستوسترون و هورمون رشد شود، که به نوبه خود باعث افزایش قدرت و حجم عضلات می‌شود [۱۳].

۴. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی HIIT

مکانیسم‌های فیزیولوژیکی که در بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT دخیل هستند، شامل موارد زیر است: افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم هوازی مانند سیتрат سینتاز و سوکسینات دهیدروژناز می‌شود.

بهبود عملکرد میتوکندریایی: HIIT باعث افزایش تعداد و کارایی میتوکندری‌ها در سلول‌های عضلانی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی هوازی می‌شود.

افزایش تراکم مویرگ‌ها: HIIT باعث افزایش تراکم مویرگ‌ها در عضلات می‌شود، که به بهبود جریان خون و انتقال اکسیژن و مواد مغذی به عضلات کمک می‌کند.

بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات: HIIT باعث افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات در برابر اسیدوز ناشی از تجمع لاکتات می‌شود، که به ورزشکاران اجازه می‌دهد در فعالیت‌های شدید مدت‌زمان بیشتری عملکرد بهینه داشته باشند [۱۴].

۵. تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند، می‌توانند بر میزان بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT تأثیر بگذارند. برخی از ورزشکاران ممکن است به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شوند، در حالی که دیگران ممکن است بهبود کمتری را تجربه کنند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب تارهای عضلانی (تارهای کند و تند انقباض)، ظرفیت بی‌هوازی اولیه و پاسخ هورمونی به تمرینات باشد.



تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در این بهبودها شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد [۱۵].

پیشینه پژوهش

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، موضوع تحقیقات گسترده‌ای در حوزه علوم ورزشی بوده است. در این بخش، به بررسی پژوهش‌های پیشین که به تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای پرداخته‌اند، اشاره می‌شود. این مطالعات به درک بهتر مکانیسم‌ها و تأثیرات HIIT کمک کرده‌اند.

۱. تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند به طور قابل توجهی بر عملکرد هوازی ورزشکاران تأثیر بگذارد. برای مثال، پژوهشی توسط Laursen و Jenkins (2002) نشان داد که HIIT باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی در ورزشکاران استقامتی می‌شود. این مطالعه تأکید کرد که HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی ایجاد کند.

در مطالعه دیگری توسط Gibala و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی در ورزشکاران جوان بررسی شد. نتایج نشان داد که تنها ۶ جلسه HIIT در طول دو هفته، باعث افزایش قابل توجه VO_{2max} و بهبود عملکرد میتوکندریایی در عضلات شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد هوازی در ورزشکاران مورد استفاده قرار گیرد [۱۶].

۲. تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی

تمرینات HIIT همچنین به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود عملکرد بی‌هوازی شناخته شده‌اند. مطالعه‌ای توسط Burgomaster و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که ۶ جلسه تمرین تناوبی سرعتی (SIT) به مدت دو هفته، باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی در ورزشکاران جوان شد. این بهبودها ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک و بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات بود.

در پژوهشی دیگر توسط Astorino و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی در ورزشکاران رشته‌های مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد که HIIT باعث افزایش قدرت عضلانی و بهبود تحمل لاکتات در ورزشکاران شد. این مطالعه همچنین تأکید کرد که تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT می‌تواند بر میزان بهبود عملکرد بی‌هوازی تأثیر بگذارد [۱۷].

۳. مقایسه HIIT با تمرینات سنتی



برخی مطالعات به مقایسه تأثیر HIIT با تمرینات سنتی استقامتی پرداخته‌اند. برای مثال، پژوهشی توسط Buchheit و Laursen (2013) نشان داد که HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی و بی‌هوازی ایجاد کند. این مطالعه تأکید کرد که HIIT به دلیل شدت بالا و مدت زمان کوتاه‌تر، می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد [۱۸].

۴. تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز موضوع تحقیقات متعددی بوده است. مطالعه‌ای توسط Astorino و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که برخی از ورزشکاران به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند می‌شوند، در حالی که دیگران بهبود کمتری را تجربه می‌کنند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند [۱۹].

پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) می‌توانند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارند. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

روش پژوهش

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شده است. در این بخش، روش‌شناسی پژوهش شامل جامعه آماری، نمونه‌گیری، ابزارهای اندازه‌گیری، پروتکل تمرینی و روش‌های تحلیل داده‌ها به طور کامل شرح داده می‌شود.

جامعه آماری این پژوهش شامل ورزشکاران حرفه‌ای در رشته‌های مختلف (مانند دوومیدانی، شنا، فوتبال و ...) بود که به طور منظم در تمرینات شرکت می‌کردند. از میان جامعه آماری، ۳۰ ورزشکار حرفه‌ای به صورت تصادفی انتخاب شدند و به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش تحت برنامه تمرینی HIIT قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل به تمرینات معمول خود ادامه دادند. برای ارزیابی عملکرد هوازی و بی‌هوازی از ابزارها و آزمون‌های استاندارد زیر استفاده شد:

ارزیابی عملکرد هوازی:

آزمون VO_{2max} : دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (مانند دستگاه متابولیک کارت) برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) استفاده شد.

آزمون دویدن روی نوارگردان (Treadmill Test): برای ارزیابی استقامت قلبی-عروقی و زمان واماندگی (Time to Exhaustion) استفاده شد.

ارزیابی عملکرد بی‌هوازی:



آزمون وینگیت (Wingate Test) برای اندازه‌گیری قدرت و استقامت بی‌هوازی استفاده شد. این آزمون شامل ۳۰ ثانیه پدال‌زنی با حداکثر شدت روی دوچرخه کارسنج بود.

آزمون پرش عمودی (Vertical Jump Test) برای ارزیابی قدرت انفجاری عضلات پا استفاده شد.

پروتکل تمرینی

پروتکل تمرینی HIIT به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه اجرا شد. هر جلسه شامل ۴ تا ۶ تکرار از دوره‌های ۳۰ ثانیه فعالیت با شدت ۹۰-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب و ۱ دقیقه استراحت فعال (فعالیت با شدت پایین) بود. گروه کنترل به تمرینات معمول خود (تمرینات استقامتی و قدرتی سنتی) بدون تغییر ادامه دادند.

جدول ۱: پروتکل تمرینی HIIT

شدت استراحت	مدت استراحت (ثانیه)	شدت فعالیت	مدت فعالیت (ثانیه)	تعداد تکرارها	تعداد جلسات در هفته	هفته
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	4	3	1
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	4	3	2
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	5	3	3
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	5	3	4
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	6	3	5
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	6	3	6

روش اجرا

قبل از شروع برنامه تمرینی، تمام شرکت‌کنندگان در هر دو گروه تحت آزمون‌های VO_{2max} ، وینگیت و پرش عمودی قرار گرفتند. پس از ۶ هفته تمرین، تمام آزمون‌ها مجدداً برای ارزیابی تغییرات انجام شد.

روش‌های تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل شدند. برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌ها از آزمون t مستقل و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد. سطح معناداری نیز ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

رضایت آگاهانه از تمام شرکت‌کنندگان گرفته شد. شرکت‌کنندگان حق داشتند در هر مرحله از پژوهش بدون هیچ گونه عواقبی از ادامه مشارکت انصراف دهند. تمام آزمون‌ها و تمرینات تحت نظارت متخصصان پزشکی و ورزشی انجام شد تا از ایمنی شرکت‌کنندگان اطمینان حاصل شود.



این پژوهش با استفاده از یک طرح نیمه تجربی و با به کارگیری ابزارهای استاندارد و پروتکل تمرینی HIIT، به بررسی تأثیر این نوع تمرینات بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای پرداخت. با تحلیل داده‌ها، می‌توان به نتایج قابل اعتمادی در مورد تأثیرات HIIT دست یافت.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون‌های عملکرد هوازی و بی‌هوازی در قالب جداول آماری ارائه می‌شود. این جداول شامل میانگین (Mean)، انحراف معیار (Standard Deviation)، و نتایج آزمون‌های t مستقل و t وابسته برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌ها و درون گروهی است.

جدول ۲: نتایج عملکرد هوازی (VO_{2max} و زمان واماندگی)

گروه	پیش‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	45.2 $\pm$ 3.1 ml/kg/min	49.8 $\pm$ 2.9 ml/kg/min	4.6 $\pm$ 1.2	0.001
گروه کنترل	44.8 $\pm$ 3.0 ml/kg/min	45.5 $\pm$ 2.8 ml/kg/min	0.7 $\pm$ 0.5	0.120
p-value	0.850	0.003	-	-

نتایج نشان می‌دهد که گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در VO_{2max} داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز معنادار بود ($p = 0.003$).

جدول ۳: نتایج عملکرد بی‌هوازی (قدرت و استقامت بی‌هوازی)

گروه	پیش‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	450 $\pm$ 50 وات	520 $\pm$ 55 وات	70 $\pm$ 15	0.001
گروه کنترل	445 $\pm$ 48 وات	460 $\pm$ 50 وات	15 $\pm$ 10	0.200

گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در قدرت بی‌هوازی (بر اساس آزمون وینگیت) داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز معنادار بود ($p = 0.002$).

جدول ۴: نتایج عملکرد بی‌هوازی (قدرت انفجاری - پرش عمودی)

گروه	پیش‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس‌آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	55 $\pm$ 6 سانتی‌متر	62 $\pm$ 5 سانتی‌متر	7 $\pm$ 2	0.001
گروه کنترل	54 $\pm$ 5 سانتی‌متر	56 $\pm$ 4 سانتی‌متر	2 $\pm$ 1	0.150
p-value	0.800	0.001	-	-

گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در قدرت انفجاری (بر اساس آزمون پرش عمودی) داشتند



($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس آزمون نیز معنادار بود. ($p = 0.001$)

جدول ۵: نتایج کلی تغییرات درون گروهی و بین گروهی

متغیر	گروه	تفاوت $\pm$ (Mean SD)	p-value (درون گروهی)	p-value (بین گروهی)
VO2max	گروه آزمایش	4.6 ± 1.2	0.001	0.003
	گروه کنترل	0.7 ± 0.5	0.120	
قدرت بی هوازی (وات)	گروه آزمایش	70 ± 15	0.001	0.002
	گروه کنترل	15 ± 10	0.200	
قدرت انفجاری (سانتی متر)	گروه آزمایش	7 ± 2	0.001	0.001
	گروه کنترل	2 ± 1	0.150	

نتایج کلی نشان می دهد که گروه آزمایش در تمامی متغیرها (VO2max)، قدرت بی هوازی و قدرت انفجاری بهبود معناداری داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در تمامی متغیرها نیز معنادار بود. ($p < 0.05$)

نتایج این پژوهش نشان می دهد که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی و بی هوازی در ورزشکاران حرفه ای می شود. این بهبودها شامل افزایش VO2max، قدرت بی هوازی و قدرت انفجاری است. تفاوت های معنادار بین گروه آزمایش و کنترل نیز نشان می دهد که HIIT می تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه ای مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی هوازی ورزشکاران حرفه ای انجام شد. نتایج نشان داد که HIIT به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی (افزایش VO2max و استقامت قلبی-عروقی) و عملکرد بی هوازی (افزایش قدرت و استقامت بی هوازی و قدرت انفجاری) در ورزشکاران حرفه ای می شود. این یافته ها با نتایج پژوهش های پیشین همسو است و نشان می دهد که HIIT می تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران در هر دو سیستم انرژی هوازی و بی هوازی مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه و تحلیل نتایج با پژوهش های قبلی



تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی:

نتایج این پژوهش نشان داد که HIIT باعث افزایش معنادار VO_{2max} و بهبود استقامت قلبی-عروقی در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این یافته با مطالعه Laursen و Jenkins (2002) همسو است که نشان دادند HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی ایجاد کند. مطالعه Gibala و همکاران (۲۰۱۲) (نیز تأیید کرد که HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو و بهبود عملکرد میتوکندریایی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش VO_{2max} و عملکرد هوازی می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد.

تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی:

نتایج این پژوهش نشان داد که HIIT باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این یافته با مطالعه Burgomaster و همکاران (۲۰۰۸) (همسو است که نشان داد ۶ جلسه تمرین تناوبی سرعتی (SIT) باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک و بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات می‌شود. مطالعه Astorino و همکاران (۲۰۱۲) (نیز تأیید کرد که HIIT باعث افزایش قدرت عضلانی و بهبود تحمل لاکتات در ورزشکاران می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT:

نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از ورزشکاران به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شدند، در حالی که دیگران بهبود کمتری را تجربه کردند. این یافته با مطالعه Astorino و همکاران (۲۰۱۲) (همسو است که نشان داد تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در این بهبودها شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد.

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است و نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، توجه به تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT و طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده می‌تواند به بهینه‌سازی نتایج کمک کند.

منابع:



Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.

Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.

Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2008). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.

Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., & Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 138-145.

Ross, L. M., Porter, R. R., & Durstine, J. L. (2016). High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *Journal of sport and health science*, 5(2), 139-144.

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.

Viana, R. B., Naves, J. P. A., Coswig, V. S., De Lira, C. A. B., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British journal of sports medicine*.

Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 45, 1469-1481.

Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 44, 1071-1085.

Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports medicine*, 44, 1005-1017.

García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J. C., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. Á. (2017). A high intensity interval training (HIIT)-based running plan improves athletic performance by improving muscle power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 146-153.

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). Science and application of high-intensity interval training. *Human kinetics*.

Kessler, H. S., Sisson, S. B., & Short, K. R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine*, 42(6), 489-509.

Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 45, 679-692.

Campbell, W. W., Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Jakicic, J. M., ... & 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2019). High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1220.

Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews*, 18(6), 635-646.



Shiraeve, T., & Barclay, G. (2012). Evidence based exercise: Clinical benefits of high intensity interval training. Australian family physician, 41(12), 960-962.

Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. British journal of sports medicine, 51(6), 494-503.



اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای

محمد رضا خیری زرنقی ۱

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی

Mohamadrezakheiri.20@gmail.com

مهدی نصیری

دانشجو کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران

فاطمه پور عباس

دانشجو کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه مازندران

مریم لشگری

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رجایی قزوین

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شد. در این مطالعه، ۳۰ ورزشکار حرفه‌ای به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه تحت برنامه تمرینی HIIT قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل به تمرینات معمول خود ادامه دادند. عملکرد هوازی (VO_{2max} و زمان واماندگی) و عملکرد بی‌هوازی (قدرت و استقامت بی‌هوازی و قدرت انفجاری) قبل و پس از دوره تمرینی ارزیابی شد.

نتایج نشان داد که گروه آزمایش بهبود معناداری در VO_{2max} (از ۴۵.۲ به ۴۹.۸ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)، قدرت بی‌هوازی (از ۴۵۰ به ۵۲۰ وات) و قدرت انفجاری (از ۵۵ به ۶۲ سانتی متر) داشتند ($p < 0.05$). در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز در تمامی متغیرها معنادار بود ($p < 0.05$).

این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر مثبت بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد.

این پژوهش تأیید می‌کند که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای در هر دو سیستم انرژی هوازی و بی‌هوازی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده با توجه به تفاوت‌های فردی می‌تواند به بهینه‌سازی نتایج کمک کند.



کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)، عملکرد هوازی، عملکرد بی‌هوازی، ورزشکاران حرفه‌ای، VO₂max، قدرت بی‌هوازی، قدرت انفجاری.

مقدمه

در دنیای ورزش حرفه‌ای، بهبود عملکرد ورزشی همواره یکی از اهداف اصلی ورزشکاران و مربیان بوده است. تمرینات تناوبی با شدت بالا (High-Intensity Interval Training یا HIIT) به عنوان یکی از روش‌های مؤثر و کارآمد در افزایش توانایی‌های هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران مورد توجه قرار گرفته است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است [۱].

عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت اشاره دارد، در حالی که عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید است. هر دو این سیستم‌های انرژی برای ورزشکاران حرفه‌ای، به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به ترکیبی از استقامت و قدرت دارند، حیاتی هستند [۲].

تمرینات HIIT به دلیل ماهیت خود، که شامل دوره‌های کوتاه اما بسیار شدید فعالیت است، می‌تواند به طور همزمان بر هر دو سیستم هوازی و بی‌هوازی تأثیر بگذارد. از یک سو، این تمرینات باعث بهبود ظرفیت هوازی از طریق افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) و بهبود عملکرد میتوکندریایی می‌شوند. از سوی دیگر، HIIT می‌تواند باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی شود، که برای ورزشکارانی که در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید شرکت می‌کنند، بسیار مفید است [۳].

با توجه به اهمیت این موضوع، این تحقیق به دنبال بررسی تأثیرات HIIT بر بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای و ارائه بینشی در مورد مکانیسم‌های احتمالی این تأثیرات است. در این راستا، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند باعث افزایش قابل توجه در VO₂max، بهبود عملکرد قلبی-عروقی، افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات و افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم انرژی شود. علاوه بر این، HIIT می‌تواند باعث افزایش تولید لاکتات و بهبود تحمل آن در بدن شود، که برای ورزشکاران در فعالیت‌های بی‌هوازی بسیار مهم است [۴]. با درک بهتر این تأثیرات، می‌توان برنامه‌های تمرینی بهینه‌تری طراحی کرد که به ورزشکاران کمک کند تا به حداکثر پتانسیل خود دست یابند. این تحقیق به بررسی جامع‌تری از تأثیرات HIIT بر عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای می‌پردازد و تلاش می‌کند تا با ارائه شواهد علمی، راهکارهای عملی برای بهبود عملکرد ورزشی ارائه دهد [۵].

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، توجه بسیاری از پژوهشگران و مربیان ورزشی را به خود جلب کرده است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در



برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است. با این حال، علیرغم محبوبیت روزافزون HIIT، هنوز سؤالاتی در مورد تأثیرات دقیق این نوع تمرینات بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای وجود دارد [۶]. عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی مدت اشاره دارد، در حالی که عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید است. هر دو این سیستم‌های انرژی برای ورزشکاران حرفه‌ای، به ویژه در ورزش‌هایی که نیاز به ترکیبی از استقامت و قدرت دارند، حیاتی هستند. با این حال، تأثیر HIIT بر هر یک از این سیستم‌ها و تعادل بین آنها نیاز به بررسی دقیق‌تری دارد [۷].

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی شود این بهبودها می‌توانند به طور مستقیم بر عملکرد هوازی ورزشکاران تأثیر بگذارند. از سوی دیگر، HIIT همچنین می‌تواند باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی شود، که برای ورزشکارانی که در فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید شرکت می‌کنند، بسیار مفید است. با این حال، مکانیسم‌های دقیق این تأثیرات و چگونگی تعادل بین بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی نیاز به بررسی بیشتری دارد [۸].

علاوه بر این، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. برخی از ورزشکاران ممکن است به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شوند، در حالی که دیگران ممکن است بهبود کمتری را تجربه کنند (Astorino et al., 2012). این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند [۹].

با توجه به اهمیت بهبود عملکرد ورزشی در سطح حرفه‌ای، بررسی تأثیرات HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. این تحقیق به دنبال پاسخ به این سؤال است که چگونه HIIT می‌تواند بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد و چه مکانیسم‌هایی در این تأثیرات دخیل هستند. با درک بهتر این تأثیرات، می‌توان برنامه‌های تمرینی بهینه‌تری طراحی کرد که به ورزشکاران کمک کند تا به حداکثر پتانسیل خود دست یابند.

سوالات و فرضیه‌های تحقیق:

تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر بهبود عملکرد هوازی ورزشکاران حرفه‌ای چگونه است؟
تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر بهبود عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای چگونه است؟
چه مکانیسم‌های فیزیولوژیکی در بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT دخیل هستند؟
تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT چگونه بر نتایج تمرینات تأثیر می‌گذارد؟
با توجه به سوالات تحقیق مطرح‌شده، فرضیه‌های زیر برای بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای ارائه می‌شود:



فرضیه اول: انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی (افزایش VO_{2max} و استقامت قلبی-عروقی) در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود.

فرضیه دوم: انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد بی‌هوازی (افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی) در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود.

فرضیه سوم: بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از تمرینات HIIT با مکانیسم‌های فیزیولوژیکی همچون افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات مرتبط است.

فرضیه چهارم: تفاوت‌های فردی (مانند سطح آمادگی جسمانی اولیه، ژنتیک و نوع ورزش) به طور معناداری بر میزان بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از تمرینات HIIT در ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر می‌گذارد.

مبانی نظری

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، توجه بسیاری از پژوهشگران و مربیان ورزشی را به خود جلب کرده است. این نوع تمرینات که شامل دوره‌های کوتاه و شدید فعالیت به همراه استراحت‌های کوتاه یا فعالیت‌های با شدت پایین است، به دلیل تأثیرات قابل توجه بر سیستم‌های انرژی بدن، به طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرینی ورزشکاران حرفه‌ای گنجانده شده است. در این بخش، مبانی نظری مرتبط با تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای به طور جامع‌تری مورد بررسی قرار می‌گیرد [۱۰].

۱. عملکرد هوازی و بی‌هوازی

عملکرد هوازی (Aerobic Performance) به توانایی بدن در استفاده از اکسیژن برای تولید انرژی در طول فعالیت‌های طولانی‌مدت اشاره دارد. این سیستم انرژی عمدتاً در فعالیت‌هایی که بیش از چند دقیقه به طول می‌انجامد، مانند دویدن‌های طولانی‌مدت یا دوچرخه‌سواری استقامتی، نقش اصلی را ایفا می‌کند. عملکرد هوازی به عواملی مانند حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، ظرفیت قلبی-عروقی و عملکرد میتوکندریایی وابسته است [۱۱].

از سوی دیگر، عملکرد بی‌هوازی (Anaerobic Performance) مربوط به تولید انرژی در غیاب اکسیژن و در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید است. این سیستم انرژی در فعالیت‌هایی مانند دو سرعت، وزنه‌برداری و ورزش‌های تیمی که نیاز به انفجارهای کوتاه‌مدت قدرت دارند، حیاتی است. عملکرد بی‌هوازی به عواملی مانند قدرت عضلانی، ظرفیت گلیکولیتیک و تحمل لاکتات وابسته است [۱۲].

۲. تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی

تمرینات HIIT می‌توانند به طور قابل توجهی بر عملکرد هوازی تأثیر بگذارند. مطالعات نشان داده‌اند که HIIT باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی می‌شود (Laursen & Jenkins, 2002). این بهبودها ناشی از مکانیسم‌های زیر است:

افزایش VO_{2max} : HIIT باعث افزایش ظرفیت انتقال اکسیژن از طریق بهبود عملکرد قلبی و افزایش تراکم مویرگ‌ها در عضلات می‌شود.



بهبود عملکرد میتوکندریایی: HIIT باعث افزایش تعداد و کارایی میتوکندری‌ها در سلول‌های عضلانی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی هوازی می‌شود.

افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون می‌شود، که به بهبود متابولیسم هوازی کمک می‌کند [۱۳].

۳. تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی

تمرینات HIIT همچنین می‌توانند باعث بهبود عملکرد بی‌هوازی شوند. این نوع تمرینات باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی از طریق مکانیسم‌های زیر می‌شوند:

افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی در غیاب اکسیژن می‌شود.

بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات: HIIT باعث افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات در برابر اسیدوز ناشی از تجمع لاکتات می‌شود، که به ورزشکاران اجازه می‌دهد در فعالیت‌های شدید مدت‌زمان بیشتری عملکرد بهینه داشته باشند.

افزایش قدرت و حجم عضلات: HIIT می‌تواند باعث افزایش ترشح هورمون‌های آنابولیک مانند تستوسترون و هورمون رشد شود، که به نوبه خود باعث افزایش قدرت و حجم عضلات می‌شود [۱۳].

۴. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی HIIT

مکانیسم‌های فیزیولوژیکی که در بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT دخیل هستند، شامل موارد زیر است: افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو: HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم هوازی مانند سیتрат سینتاز و سوکسینات دهیدروژناز می‌شود.

بهبود عملکرد میتوکندریایی: HIIT باعث افزایش تعداد و کارایی میتوکندری‌ها در سلول‌های عضلانی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش تولید انرژی هوازی می‌شود.

افزایش تراکم مویرگ‌ها: HIIT باعث افزایش تراکم مویرگ‌ها در عضلات می‌شود، که به بهبود جریان خون و انتقال اکسیژن و مواد مغذی به عضلات کمک می‌کند.

بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات: HIIT باعث افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات در برابر اسیدوز ناشی از تجمع لاکتات می‌شود، که به ورزشکاران اجازه می‌دهد در فعالیت‌های شدید مدت‌زمان بیشتری عملکرد بهینه داشته باشند [۱۴].

۵. تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند، می‌توانند بر میزان بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی ناشی از HIIT تأثیر بگذارند. برخی از ورزشکاران ممکن است به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شوند، در حالی که دیگران ممکن است بهبود کمتری را تجربه کنند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب تارهای عضلانی (تارهای کند و تند انقباض)، ظرفیت بی‌هوازی اولیه و پاسخ هورمونی به تمرینات باشد.



تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در این بهبودها شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد [۱۵].

پیشینه پژوهش

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، موضوع تحقیقات گسترده‌ای در حوزه علوم ورزشی بوده است. در این بخش، به بررسی پژوهش‌های پیشین که به تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای پرداخته‌اند، اشاره می‌شود. این مطالعات به درک بهتر مکانیسم‌ها و تأثیرات HIIT کمک کرده‌اند.

۱. تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که HIIT می‌تواند به طور قابل توجهی بر عملکرد هوازی ورزشکاران تأثیر بگذارد. برای مثال، پژوهشی توسط Laursen و Jenkins (2002) نشان داد که HIIT باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) و بهبود عملکرد قلبی-عروقی در ورزشکاران استقامتی می‌شود. این مطالعه تأکید کرد که HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی ایجاد کند.

در مطالعه دیگری توسط Gibala و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی در ورزشکاران جوان بررسی شد. نتایج نشان داد که تنها ۶ جلسه HIIT در طول دو هفته، باعث افزایش قابل توجه VO_{2max} و بهبود عملکرد میتوکندریایی در عضلات شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد هوازی در ورزشکاران مورد استفاده قرار گیرد [۱۶].

۲. تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی

تمرینات HIIT همچنین به عنوان یک روش مؤثر برای بهبود عملکرد بی‌هوازی شناخته شده‌اند. مطالعه‌ای توسط Burgomaster و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که ۶ جلسه تمرین تناوبی سرعتی (SIT) به مدت دو هفته، باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی در ورزشکاران جوان شد. این بهبودها ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک و بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات بود.

در پژوهشی دیگر توسط Astorino و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی در ورزشکاران رشته‌های مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد که HIIT باعث افزایش قدرت عضلانی و بهبود تحمل لاکتات در ورزشکاران شد. این مطالعه همچنین تأکید کرد که تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT می‌تواند بر میزان بهبود عملکرد بی‌هوازی تأثیر بگذارد [۱۷].

۳. مقایسه HIIT با تمرینات سنتی



برخی مطالعات به مقایسه تأثیر HIIT با تمرینات سنتی استقامتی پرداخته‌اند. برای مثال، پژوهشی توسط Buchheit و Laursen (2013) نشان داد که HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی و بی‌هوازی ایجاد کند. این مطالعه تأکید کرد که HIIT به دلیل شدت بالا و مدت زمان کوتاه‌تر، می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد [۱۸].

۴. تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز موضوع تحقیقات متعددی بوده است. مطالعه‌ای توسط Astorino و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که برخی از ورزشکاران به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند می‌شوند، در حالی که دیگران بهبود کمتری را تجربه می‌کنند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند [۱۹].

پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) می‌توانند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارند. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

روش پژوهش

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شده است. در این بخش، روش‌شناسی پژوهش شامل جامعه آماری، نمونه‌گیری، ابزارهای اندازه‌گیری، پروتکل تمرینی و روش‌های تحلیل داده‌ها به طور کامل شرح داده می‌شود.

جامعه آماری این پژوهش شامل ورزشکاران حرفه‌ای در رشته‌های مختلف (مانند دوومیدانی، شنا، فوتبال و ...) بود که به طور منظم در تمرینات شرکت می‌کردند. از میان جامعه آماری، ۳۰ ورزشکار حرفه‌ای به صورت تصادفی انتخاب شدند و به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه آزمایش تحت برنامه تمرینی HIIT قرار گرفتند، در حالی که گروه کنترل به تمرینات معمول خود ادامه دادند. برای ارزیابی عملکرد هوازی و بی‌هوازی از ابزارها و آزمون‌های استاندارد زیر استفاده شد:

ارزیابی عملکرد هوازی:

آزمون VO_{2max} : دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی (مانند دستگاه متابولیک کارت) برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) استفاده شد.

آزمون دویدن روی نوارگردان (Treadmill Test): برای ارزیابی استقامت قلبی-عروقی و زمان واماندگی (Time to Exhaustion) استفاده شد.

ارزیابی عملکرد بی‌هوازی:



آزمون وینگیت (Wingate Test) برای اندازه‌گیری قدرت و استقامت بی‌هوازی استفاده شد. این آزمون شامل ۳۰ ثانیه پدال‌زنی با حداکثر شدت روی دوچرخه کارسنج بود.

آزمون پرش عمودی (Vertical Jump Test) برای ارزیابی قدرت انفجاری عضلات پا استفاده شد. پروتکل تمرینی

پروتکل تمرینی HIIT به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه اجرا شد. هر جلسه شامل ۴ تا ۶ تکرار از دوره‌های ۳۰ ثانیه فعالیت با شدت ۹۰-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب و ۱ دقیقه استراحت فعال (فعالیت با شدت پایین) بود. گروه کنترل به تمرینات معمول خود (تمرینات استقامتی و قدرتی سنتی) بدون تغییر ادامه دادند.

جدول ۱: پروتکل تمرینی HIIT

شدت استراحت	مدت استراحت (ثانیه)	شدت فعالیت	مدت فعالیت (ثانیه)	تعداد تکرارها	تعداد جلسات در هفته	هفته
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	4	3	1
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	4	3	2
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	5	3	3
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	5	3	4
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	6	3	5
50-60% HRmax	60	90-95% HRmax	30	6	3	6

روش اجرا

قبل از شروع برنامه تمرینی، تمام شرکت‌کنندگان در هر دو گروه تحت آزمون‌های VO_{2max} ، وینگیت و پرش عمودی قرار گرفتند. پس از ۶ هفته تمرین، تمام آزمون‌ها مجدداً برای ارزیابی تغییرات انجام شد.

روش‌های تحلیل داده‌ها

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تحلیل شدند. برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌ها از آزمون t مستقل و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد. سطح معناداری نیز ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

رضایت آگاهانه از تمام شرکت‌کنندگان گرفته شد. شرکت‌کنندگان حق داشتند در هر مرحله از پژوهش بدون هیچ گونه عواقبی از ادامه مشارکت انصراف دهند. تمام آزمون‌ها و تمرینات تحت نظارت متخصصان پزشکی و ورزشی انجام شد تا از ایمنی شرکت‌کنندگان اطمینان حاصل شود.



این پژوهش با استفاده از یک طرح نیمه تجربی و با به کارگیری ابزارهای استاندارد و پروتکل تمرینی HIIT، به بررسی تأثیر این نوع تمرینات بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای پرداخت. با تحلیل داده‌ها، می‌توان به نتایج قابل اعتمادی در مورد تأثیرات HIIT دست یافت.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، داده‌های جمع‌آوری شده از آزمون‌های عملکرد هوازی و بی‌هوازی در قالب جداول آماری ارائه می‌شود. این جداول شامل میانگین (Mean)، انحراف معیار (Standard Deviation)، و نتایج آزمون‌های t مستقل و وابسته برای بررسی تفاوت‌های بین گروه‌ها و درون گروهی است.

جدول ۲: نتایج عملکرد هوازی (VO_{2max} و زمان واماندگی)

گروه	پیش آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	45.2 $\pm$ 3.1 ml/kg/min	49.8 $\pm$ 2.9 ml/kg/min	4.6 $\pm$ 1.2	0.001
گروه کنترل	44.8 $\pm$ 3.0 ml/kg/min	45.5 $\pm$ 2.8 ml/kg/min	0.7 $\pm$ 0.5	0.120
p-value	0.850	0.003	-	-

نتایج نشان می‌دهد که گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در VO_{2max} داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز معنادار بود ($p = 0.003$).

جدول ۳: نتایج عملکرد بی‌هوازی (قدرت و استقامت بی‌هوازی)

گروه	پیش آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	450 $\pm$ 50 وات	520 $\pm$ 55 وات	70 $\pm$ 15	0.001
گروه کنترل	445 $\pm$ 48 وات	460 $\pm$ 50 وات	15 $\pm$ 10	0.200

گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در قدرت بی‌هوازی (بر اساس آزمون وینگیت) داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز معنادار بود ($p = 0.002$).

جدول ۴: نتایج عملکرد بی‌هوازی (قدرت انفجاری - پرش عمودی)

گروه	پیش آزمون (Mean $\pm$ SD)	پس آزمون (Mean $\pm$ SD)	تفاوت (Mean $\pm$ SD)	p-value
گروه آزمایش	55 $\pm$ 6 سانتی‌متر	62 $\pm$ 5 سانتی‌متر	7 $\pm$ 2	0.001
گروه کنترل	54 $\pm$ 5 سانتی‌متر	56 $\pm$ 4 سانتی‌متر	2 $\pm$ 1	0.150
p-value	0.800	0.001	-	-

گروه آزمایش پس از ۶ هفته تمرین HIIT، افزایش معناداری در قدرت انفجاری (بر اساس آزمون پرش عمودی) داشتند



($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون نیز معنادار بود. ($p = 0.001$)

جدول ۵: نتایج کلی تغییرات درون گروهی و بین گروهی

متغیر	گروه	تفاوت $\pm$ (Mean SD)	p-value (درون گروهی)	p-value (بین گروهی)
VO2max	گروه آزمایش	4.6 ± 1.2	0.001	0.003
	گروه کنترل	0.7 ± 0.5	0.120	
قدرت بی‌هوازی (وات)	گروه آزمایش	70 ± 15	0.001	0.002
	گروه کنترل	15 ± 10	0.200	
قدرت انفجاری (سانتی‌متر)	گروه آزمایش	7 ± 2	0.001	0.001
	گروه کنترل	2 ± 1	0.150	

نتایج کلی نشان می‌دهد که گروه آزمایش در تمامی متغیرها (VO2max، قدرت بی‌هوازی و قدرت انفجاری) بهبود معناداری داشتند ($p < 0.05$)، در حالی که گروه کنترل تغییر معناداری را تجربه نکردند. تفاوت بین دو گروه در تمامی متغیرها نیز معنادار بود. ($p < 0.05$)

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی و بی‌هوازی در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این بهبودها شامل افزایش VO2max، قدرت بی‌هوازی و قدرت انفجاری است. تفاوت‌های معنادار بین گروه آزمایش و کنترل نیز نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که HIIT به طور معناداری باعث بهبود عملکرد هوازی (افزایش VO2max و استقامت قلبی-عروقی) و عملکرد بی‌هوازی (افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی و قدرت انفجاری) در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است و نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران در هر دو سیستم انرژی هوازی و بی‌هوازی مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه و تحلیل نتایج با پژوهش‌های قبلی



تأثیر HIIT بر عملکرد هوازی:

نتایج این پژوهش نشان داد که HIIT باعث افزایش معنادار VO_{2max} و بهبود استقامت قلبی-عروقی در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این یافته با مطالعه Laursen و Jenkins (2002) همسو است که نشان دادند HIIT می‌تواند در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به تمرینات سنتی استقامتی، بهبودهای مشابه یا حتی بیشتری در عملکرد هوازی ایجاد کند. مطالعه Gibala و همکاران (۲۰۱۲) (نیز تأیید کرد که HIIT باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو و بهبود عملکرد میتوکندریایی می‌شود، که به نوبه خود باعث افزایش VO_{2max} و عملکرد هوازی می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد.

تأثیر HIIT بر عملکرد بی‌هوازی:

نتایج این پژوهش نشان داد که HIIT باعث افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی در ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. این یافته با مطالعه Burgomaster و همکاران (۲۰۰۸) (همسو است که نشان داد ۶ جلسه تمرین تناوبی سرعتی (SIT) باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیک و بهبود ظرفیت بافرینگ عضلات می‌شود. مطالعه Astorino و همکاران (۲۰۱۲) (نیز تأیید کرد که HIIT باعث افزایش قدرت عضلانی و بهبود تحمل لاکتات در ورزشکاران می‌شود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT:

نتایج این پژوهش نشان داد که برخی از ورزشکاران به طور قابل توجهی از HIIT بهره‌مند شدند، در حالی که دیگران بهبود کمتری را تجربه کردند. این یافته با مطالعه Astorino و همکاران (۲۰۱۲) (همسو است که نشان داد تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ژنتیک، سطح آمادگی جسمانی اولیه و نوع ورزشی باشد که ورزشکار در آن فعالیت می‌کند.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. بهبود عملکرد هوازی ناشی از افزایش VO_{2max} و بهبود عملکرد قلبی-عروقی، و بهبود عملکرد بی‌هوازی ناشی از افزایش قدرت و استقامت بی‌هوازی است. مکانیسم‌های فیزیولوژیکی دخیل در این بهبودها شامل افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو، بهبود عملکرد میتوکندریایی و افزایش ظرفیت بافرینگ عضلات است. با این حال، تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT نیز می‌تواند بر نتایج تمرینات تأثیر بگذارد.

تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) به عنوان یک روش تمرینی مؤثر و کارآمد، می‌تواند به طور همزمان بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران حرفه‌ای تأثیر بگذارد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های پیشین همسو است و نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی کارآمد برای بهبود عملکرد ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، توجه به تفاوت‌های فردی در پاسخ به HIIT و طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده می‌تواند به بهینه‌سازی نتایج کمک کند.

منابع:



Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.

Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.

Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2008). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.

Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., & Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 138-145.

Ross, L. M., Porter, R. R., & Durstine, J. L. (2016). High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *Journal of sport and health science*, 5(2), 139-144.

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.

Viana, R. B., Naves, J. P. A., Coswig, V. S., De Lira, C. A. B., Steele, J., Fisher, J. P., & Gentil, P. (2019). Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British journal of sports medicine*.

Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports medicine*, 45, 1469-1481.

Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 44, 1071-1085.

Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports medicine*, 44, 1005-1017.

García-Pinillos, F., Cámara-Pérez, J. C., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. Á. (2017). A high intensity interval training (HIIT)-based running plan improves athletic performance by improving muscle power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 146-153.

Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). Science and application of high-intensity interval training. *Human kinetics*.

Kessler, H. S., Sisson, S. B., & Short, K. R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine*, 42(6), 489-509.

Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 45, 679-692.

Campbell, W. W., Kraus, W. E., Powell, K. E., Haskell, W. L., Janz, K. F., Jakicic, J. M., ... & 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2019). High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1220.

Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews*, 18(6), 635-646.



Shiraeve, T., & Barclay, G. (2012). Evidence based exercise: Clinical benefits of high intensity interval training. Australian family physician, 41(12), 960-962.

Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. British journal of sports medicine, 51(6), 494-503.