

مقاله اصلی

اثر هشت هفته تمرینات تناوبی پر شدت و تداومی با شدت متوسط بر NF-Kb در زنان پیش دیابتی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

خلاصه

مقدمه: پیش دیابت به حالتی گفته می شود که قند خون بالاتر از حد طبیعی است ولی هنوز به دیابت تبدیل نشده است، پیش دیابت در صورت عدم درمان می تواند به دیابت نوع دو تبدیل شود که یکی از مشکلات جامعه بهداشتی جهانی است و می تواند زمینه ساز بسیاری از بیماری ها و اختلالات فیزیولوژیکی بدن باشد.

روش کار: در این تحقیق ۴۵ خانم پیش دیابتی با قند خون ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی گرم در دسی لیتر که به کلینیک دیابتی در مناطق ۹ و ۱۰ تهران مراجعه کرده بودند بصورت تصادفی به سه گروه ۱۵ نفره تقسیم شدند: گروه تمرین تناوبی بیشینه (HIIT)، گروه تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) و گروه کنترل. گروه های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه طبق پروتکل مورد نظر تمرینات را انجام دادند. اطلاعات متغیرهای وابسته از طریق نمونه گیری خوی ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره و ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته شامل ۱۰ سی سی خون از ورید بازویی در شرایط ناشتایی و در حالت نشسته اندازه گیری شد. برای مقایسه ی داده ها از آزمون های تی زوجی، تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار SPSS27 استفاده شد.

نتایج: تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات HIIT و MICT نسبت به گروه کنترل موجب کاهش معنادار در شاخص NF-Kb شده است ($P < 0.05$). همچنین نشان داده شد که تمرینات MICT نسبت به HIIT موجب تاثیر گذاری بیشتری بر NF-Kb شده است ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: یافته های این پژوهش نشان می دهد که هر دو شیوه تمرین HIIT و MICT نسبت به گروه کنترل موجب تغییرات معناداری در شاخص NF-Kb گردیده است هر چند که تاثیرات تمرینات MICT بهتر بود و می تواند در اولویت استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تمرینات اینتروال شدت بیشینه، تمرینات تداومی شدت متوسط، NF-Kb، پیش دیابت

اکرم مزارعی زاده^۱

سجاد ارشدی^{۲*}

وحید ایمانی پور^۳

عبدالعلی بنائی فر^۴

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران

جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

^۳ استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد پرند، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران

^۴ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* دکتر سجاد ارشدی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد

تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تلفن:

۰۲۱۵۵۵۴۵۰۴۱

Email: s_arshadi@azad.ac.ir

مقدمه

پیش دیابت به عنوان وضعیتی تعریف می شود که در آن سطح قند خون فرد بالاتر از حد طبیعی است اما به اندازه ای بالا نیست که بتوان دیابت را تشخیص داد (۱). فدراسیون بین المللی دیابت گزارش می دهد که شیوع پیش دیابت در سراسر جهان ۴۷۱ میلیون نفر در سال ۲۰۳۵ است (۲). می توان پیش بینی کرد که شیوع فزاینده پیش دیابت باعث افزایش تعداد افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ و همه پیامدهای سلامت مرتبط با آن می شود (۲) فدراسیون بین المللی دیابت شیوع دیابت را در سراسر جهان گزارش کرده است و تا سال ۲۰۴۵ تقریباً ۷۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان به دیابت مبتلا خواهند شد (۲) تخمین زده می شود که در سال ۲۰۳۰ حدود ۹,۲ میلیون ایرانی به دیابت مبتلا خواهند شد که یکی از مهترین دلایل ایجاد شرایط پیش دیابت که منجر به بیماری دیابت می شود اضافه وزن و چاقی می باشد (۳). بعضی از این شاخص ها که در افراد پیش دیابتی مهم بوده و مورد توجه محققین می باشد NF-Kb است. ارتباط بین کم تحرکی و درجه پایین التهاب سیستمیک در مطالعات مقطعی نشان داده شده است (۳). فعالیت بدنی منظم خطر قلبی عروقی افراد دارای اضافه وزن و یا پیش دیابتی را عمدتاً با کاهش وزن بدن و تجمع چربی احشایی شکم با بهبودهای بعدی در حساسیت به انسولین، فشار خون، پروفایل چربی و کنترل قند خون کاهش می دهد (۴) علیرغم افزایش شواهدی که مزایای فعالیت بدنی منظم را برای افراد دارای اضافه وزن و چاق نشان می دهد، ولی اطلاعات محدودی در مورد اثرات انواع فعالیت های بدنی بر این شاخص های التهابی در افراد چاق و دارای اضافه وزن وجود دارد.

فاکتور هسته ای کاپا B (NF-kB) یک هسته منحصر به فرد است، فاکتور رونویسی که به طور گسترده در سیتوپلاسم وجود دارد، مطالعات نشان داده است که مسیر NF-kB دائماً در انواع بیماری های التهابی فعال شده درگیر است. NF-kB یک خانواده از فاکتورهای رونویسی القایی و مرتبط با ساختار است که برای اولین بار در سال ۱۹۸۶ شناسایی شد و در حیوانات به شدت بیان شده است. این عامل در ایمنی طبیعی، رشد، آپوپتوز و التهاب

مهم می باشد و بر میزان تلومراز، پروتئین های ضد آپوپتوز، و ژن های تنظیم کننده چرخه سلولی اثرات گذار است (۴). NF-kB ممکن است از طریق یک مسیر سیگنالینگ متعارف یا جایگزین فعال شود. مسیر متعارف توسط عوامل التهابی از جمله فاکتور نکروز تومور (TNF-a)، اینترلوکین-۱ (IL-1)، اینترفرون گاما (IFN-γ)، مالون دی آلدئید (MDA) و لیپولی ساکارید (LPS) فعال می شود و این مسیر برای ایمنی ذاتی، التهاب و مهار آپوپتوز حیاتی است. در مسیر متعارف، NF-kB یک هتروداایمر است که از زیر واحدهای p50 و RelA تشکیل شده است. NF-kB به شکل غیرفعال در سیتوپلاسم سلولی با یکی از مولکول های بازدارنده حاوی تکرارهای آنکیرین جدا می شود که به عنوان حوزه های برهمکنش پروتئین-پروتئین عمل می کنند که با حوزه های همسانی Rel اعضای NF-kB تعامل دارند و بیشترین مولکول بازدارنده رایج IκBα است. فعالسازی مسیر NF-kB ناشی از هایپرگالسمی و هایپرلیدی همزمان منجر به مقاومت به انسولین میشود. از طرفی پراکسیداسیون لیپید (افزایش مالون دی آلدئید، MDA) یک نقش مهم در التهاب و مشکلات عروقی دارد و با فعالسازی NF-kB به عنوان یک عامل کلیدی منجر به توسعه پاتوژنز دیابت میگردد (۴). در سال های اخیر پژوهش هایی در جوامع مختلف بر شاخص NF-Kb انجام شده که نتایج متفاوتی را بیان نموده اند ولی این پژوهش ها بر افراد پیش دیابتی انجام نشده است، کوفاس و همکاران در سال ۲۰۱۵ تغییرات NF-Kb و استرس اکسایشی را در نتیجه فعالیت های سرعتی بیشینه را بررسی کردند و گزارش دادند که ورزش شدید، غیر هوازی و کوتاه مدت موجب استرس اکسایشی به دلیل تغییر در مسیر سیگنالی NF-Kb می شود (۵)، همچنین مطالعه های دیگر مثل میجول و همکاران در سال ۲۰۲۲ به بررسی اثر تمرینات مقاومتی کوتاه و بلند مدت بر میزان NF-Kb پرداختند. در این پژوهش اثر تمرینات مقاومتی بلند مدت و کوتاه مدت بر مکانیسم ملکولی، تجزیه ای پروتئینی در مسیر سیگنالی NF-Kb را ارزیابی کردند و نشان داد که تمرین مقاومتی منظم باعث بیان مسیر سیگنالی NF-kB و افزایش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، از نظر هدف کاربردی است که با طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون و به صورت میدانی انجام شد. روش انجام تحقیق بدین صورت است که از بین افراد داوطلب ۴۵ زن پیش دیابتی با شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ و دامنه سنی ۲۵ تا ۳۰ سال که شرایط ورود به تحقیق را داشتند بطور تصادفی به ۳ گروه تمرین اینتروال شدید (۱۵ نفر)، تمرین تداومی با شدت متوسط (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. ابتدا ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن و متغیرهای تحقیق در پیش آزمون اندازه گیری شد و گروه‌های تمرینی برنامه خود را طبق پروتکل طراحی شده انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی انجام نمی‌داد و فقط به انجام امور روزمره زندگی خود پرداختند. پس از گذشت هشت هفته مجدداً آزمون‌های فوق از تمام آزمودنی‌ها به عمل آمد.

ابزار پژوهش

پروتکل تمرین

تمرینات اینتروال بیشینه (HIIT) بر روی یک پا دوچرخه ارگومتر دارای ترمز الکترونیکی (Quinton Excalibur,) انجام شد. شرکت‌کنندگان یک پروتکل ۲۰ دقیقه‌ای شامل چهار دقیقه دوچرخه‌سواری (رکاب زدن با پا) با ۱۵ درصد حداکثر توان بی‌هوازی (تعریف شده به عنوان اوج توان به دست آمده در طول تست وینگیت در مرحله قبل از شروع تمرین) و سپس ۳۰ ثانیه در ۸۵ درصد حداکثر توان بی‌هوازی انجام دادند. این بارهای کاری بر اساس انجام تست وینگیت پیش از آزمایش می‌باشد. این چرخه چهار بار در هر پروتکل تکرار شد، و با دو دقیقه در ۱۵٪ حداکثر توان بی‌هوازی به پایان رسید. این به مدت ۸ هفته به صورت ۳ روز در هفته و حداقل ۲۴ ساعت بین هر جلسه انجام شد. تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT) ۴۵ تا ۶۰ دقیقه دوچرخه‌سواری مداوم (رکاب زدن) را در ۵۵ تا ۶۵ درصد از حداکثر توان بی‌هوازی (به مرور زمان به ۶۰ دقیقه و ۶۵ درصد در صورت توانایی آزمودنی‌ها) روی یک ارگومتر

فعالیت آن در عضلات اسکلتی انسان می‌شود (۶)، دورهام و همکاران در سال ۲۰۰۴ به بررسی اثر فعالیت‌های بدنی بر شاخص NF-Kb در عضله اسکلتی پرداختند و نتیجه گرفتند تمرینات مقاومتی موجب کاهش این شاخص التهابی و درگیر در آپوپتوز سلولی می‌شود (۷)، هو و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی اثر تمرینات هوازی بر شاخص التهابی NF-Kb در رت‌های دیابتی پرداختند و در نهایت گزارش دادند این تمرینات می‌توانند موجب افزایش این شاخص گردیند (۸) این در حالی است که برخی پژوهش‌های دیگر مثل تقی بیگی و همکاران در سال ۲۰۱۹، سلمانی و همکاران ۲۰۱۹ و سمرا و همکاران ۲۰۱۶ به بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی بر میزان NF-Kb در جوامع آماری مختلف پرداختند و عدم اثرگذاری این تمرینات بر این شاخص التهابی را گزارش دادند (۱۱، ۱۰، ۹).

با توجه به اثرگذاری متفاوت برنامه‌های تمرینی بر شاخص‌های التهابی و اکسایشی و اطلاعات محدود در این زمینه هدف پژوهش حاضر بررسی دو نوع پروتکل تمرینی HIIT و MICT بر شاخص NF-Kb در زنان پیش دیابتی می‌باشد.

روش کار

در این پژوهش ابتدا فرم رضایت نامه کتبی از آزمودنی مبنی بر رضایت کامل در انجام پژوهش حاضر اخذ گردید و سپس توسط پزشک متخصص معاینات لازم مبنی بر عدم وجود مشکل خاص در آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش انجام گرفت و در ادامه ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن ارزیابی گردید. در طی یک جلسه همه آزمودنی‌ها با شیوه‌های پروتکل تمرینی و نحوه اجرای آن در طی هشت هفته آشنا شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و همچنین ۲۴ ساعت پس از اتمام هشت هفته پروتکل نمونه‌های خونی جهت ارزیابی شاخص‌های مورد بررسی به منظور گردآوری داده‌ها از ورید بازویی در حالت نشسته در شرایط ناشتایی گرفته شد و در آزمایشگاه پاتولوژی با روش الیزا و کیت مخصوص سنجش NF-Kb، ارزیابی انجام شد.

دوچرخه مونارک انجام شد. تمرین MICT به مدت ۵ روز در هفته و در طول ۸ هفته انجام شد. لازم به ذکر می‌باشد ضربان قلب برای هر جلسه تمرین پایش شد. ضربان قلب هر ۵ دقیقه در طول MICT و در ۴ دقیقه ریکاوری و بلافاصله پس از انجام فعالیت ۳۰ ثانیه برای HIIT ثبت شد (۱۲).

نمونه‌های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته شامل ۱۰ سی سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۲۴ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نمونه‌های خونی تهیه شده با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. NF-Kb با روش الایزا و کیت نمونه انسانی Eastbiopharm Hangzhou با حساسیت ۰/۰۱ نانوگرم در میلی لیتر ساخت کشور چین تحت لیسانس آمریکا ارزیابی شد.

برای توصیف و تجزیه تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در روش‌های آمار توصیفی شامل (میانگین $\pm$ انحراف معیار) استفاده شود و در سطح آمار استنباطی در این تحقیق برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و همچنین لوین استفاده شده است. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون‌های تی زوجی، تحلیل کواریانس، و برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق نیز سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های آنتروپومتری آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

BMI	قد (cm)	وزن (kg)	سن (سال)	
۲۹/۱۹	۱۵۸/۵ $\pm$ ۲/۴۵	۷۲/۷ $\pm$ ۶/۱۳	۲۴/۶ $\pm$ ۲/۴۵	HIIT
۲۸/۶۸	۱۶۱/۴ $\pm$ ۲/۸۶	۷۴/۳ $\pm$ ۷/۵۶	۲۶/۲ $\pm$ ۲/۲۸	MICT
۲۸/۳۷	۱۵۹/۶ $\pm$ ۴/۱۱	۷۱/۵ $\pm$ ۷/۱۵	۲۶/۷ $\pm$ ۲/۳۷	گروه کنترل

- در گروه کنترل بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون افزایش غیر معنادار ($P > 0/05$).
- در گروه MICT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش معنادار ($P < 0/05$).
- در گروه HIIT بین میانگین پیش آزمون و پس آزمون کاهش غیر معنادار ($P > 0/05$).

در این تحقیق برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین و همچنین نرمال بوده داده‌ها از آزمون کلموگروف اسمیرنوف (K-S) استفاده گردید که با توجه به سطح معناداری بیش از ۵ صدم، داده‌ها از توزیع نرمال و همگنی واریانس‌ها برخوردار بودند.

در جدول ۲ نتایج آزمون T زوجی برای میانگین متغیر NF-Kb (ng/ml) در مرحله پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که در سطح خطای ۵ صدم:

جدول ۲. نتایج آزمون تی زوجی برای تغییرات شاخص‌های مورد پژوهش

گروه	متغیر	مرحله آزمون	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	P-VALUE
کنترل	NF-KB (ng/ml)	پیش آزمون	0.85 ± 0.22	۰/۱۱
		پس آزمون	0.89 ± 0.24	
MICT	NF-KB (ng/ml)	پیش آزمون	0.93 ± 0.22	۰/۰۴۹
		پس آزمون	0.84 ± 0.21	
HIIT	NF-KB (ng/ml)	پیش آزمون	0.96 ± 0.11	۰/۶۲
		پس آزمون	0.91 ± 0.12	

نتایج NF-Kb

برای بررسی این نتایج از آزمون آماری کوواریانس استفاده شده که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل پیش آزمون به منظور مقایسه میانگین پس آزمون بین گروه‌ها ارائه شده است. باتوجه به نتایج بدست آمده از جداول زمانی که اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می باشد (جدول ۳). از آنجایی که در پژوهش حاضر سه گروه وجود داشت، برای تعیین تفاوت بین گروهی به مقایسه زوجی بین گروه‌ها پرداخته شد نتایج مقایسه دو به دو نشان می دهد که

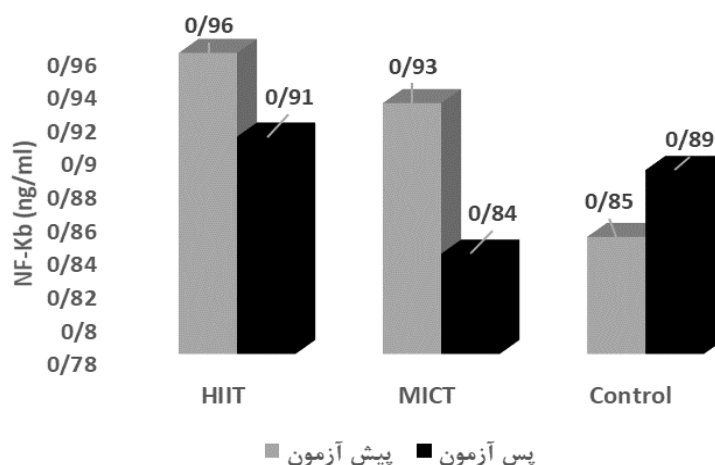
تمرین MICT و HIIT نسبت به گروه کنترل موجب کاهش معناداری در میزان NF-KB می شوند و بین تمرین HIIT نسبت به MICT تفاوت معناداری مشاهده نشد ولی نشان می دهد تمرین MICT توانسته مقادیر NF-KB را نسبت به تمرین HIIT کاهش بیشتری بدهد که نشان دهنده تاثیرگذاری بیشتر تمرینات MICT بر میزان NF-KB می باشد (جدول ۴ و نمودار ۱)

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس NF-Kb

تفاوت ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۳۹/۲۶	۱	۱۹/۱۳	۴۸/۷۸	۰/۰۰۲	۰/۷۴۸
گروه	۲۴۱/۶۵	۲	۱۲۲/۳۴	۴۱/۵۳	۰/۰۰۲	۰/۷۱۱
خطا	۲۵/۱۲	۳۲	۷/۶			
مجموع	۳۰۱/۲۴	۳۶				

جدول ۴. نتایج مقایسه آزمون تعقیبی NF-Kb در سه گروه کنترل، تمرین MICT و HIIT

کنترل	HIIT	MICT
کنترل	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
MICT	۰/۱۱	—
HIIT	—	۰/۱۱



نمودار ۱. تغییرات پیش و پس آزمون NF-Kb در سه گروه

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر نشان داده شد که هر دو نوع تمرینات ورزشی اثرات کاهشی بر شاخص التهابی NF-Kb دارند که در نتیجه تمرینات MICT معنادار و در نتیجه تمرینات HIIT غیرمعنادار بود. دورهام و همکاران در سال ۲۰۰۴ به بررسی اثر فعالیت‌های بدنی بر شاخص NF-Kb در عضله اسکلتی پرداختند و نتیجه گرفتند تمرینات مقاومتی موجب کاهش این شاخص التهابی و در گیر در آپوپتوز سلولی می‌شود (Durham WJ 2004)، هو و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی اثر تمرینات هوازی بر شاخص التهابی NF-Kb در رت‌های دیابتی پرداختند و در نهایت گزارش دادند این تمرینات می‌توانند موجب افزایش این شاخص گردیند (Hou, J 2005) این در حالی است که برخی پژوهش‌های دیگر مثل تقی بیگی و همکاران در سال ۲۰۱۹، سلمانی و همکاران ۲۰۱۹ و سمرا و همکاران ۲۰۱۶ به بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی بر میزان NF-Kb در جوامع آماری

مختلف پرداختند و عدم اثرگذاری این تمرینات بر این شاخص التهابی را گزارش دادند (۹، ۱۰، ۱۱) شرایط التهابی و مقاومت به انسولین نقش اصلی را در آسیب‌های بافتی ناشی از اضافه وزن و بیماری دیابت بازی می‌کنند، که ممکن است در نهایت منجر به آپوپتوز کاردیومیوسیت‌ها، هایپرتروفی پاتولوژیک، فیروز و حتی عدم کارایی بطن‌ها شود (۱۳) بنابراین، استفاده از راهکارهای مؤثر دارویی و غیر دارویی در دستور کار پژوهشگران حیطه دیابت قرار گرفته است. مسیرهای پیام رسانی NF-Kb به عنوان تنظیم کننده‌های مهم در پاتوفیزیولوژی قلب شناخته شده هستند. همسو با نتایج مطالعه حاضر، مطالعات پیشین نشان دادند که افزایش زیاد قند خون توام با افزایش چاقی و اضافه وزن سبب فعال سازی NF-Kb و رونویسی عوامل پایین دست آن مانند مسیرهای Wnt /catenin-β /βGSK

شده و در نتیجه سبب توسعه پاسخ التهابی میوکارد در در نتیجه اضافه وزن و دیابت میشود (۱۳). همچنین، وانگ و همکارانش در سال ۲۰۲۳ در مطالعه خود اشاره کردند که بیان NF-Kb و برخی دیگر از شاخصهای التهابی در موارد دیابتی به صورت قابل توجهی افزایش یافته است (۱۳). هر چند نتایج مطالعات نشان داده است که NF-Kb نقش مهمی را در پاتوژنز ناشی از چاقی و اضافه وزن و ایجاد دیابت ایفا میکنند و مهار NF-Kb می تواند هیپرتروفی پاتولوژیک و فیروز میوکارد را کاهش دهد (۱۴) از سویی دیگر، عواملی مانند شاخصهای فشار ا کسایشی تأثیر مستقیمی بر فعالیت NF-Kb دارند و این احتمال وجود دارد که شدت بالای تمرینات HIIT خود عامل مهمی در جهت ایجاد عدم تعادل دستگاه دفاع ضد اکسایشی شده و موجب ایجاد استرس اکسیداتیو و آسیبهای سلولی گردد (۱۵). در این راستا تحقیقات نشان داده اند تمرینات HIIT ممکن است به علت مصرف بیش از حد اکسیژن و همچنین متابولیسم بی هوازی زیاد، خود منجر به تولید رادیکالهای آزاد، و NADPH اکسیداز که یک آنزیم مسئول تولید ROS در عروق است و سبب ری پرفیوژن ایسکیمیک و تغییرات هومئوستاز کلسیم (۱۵) گردد که احتمالاً این ویژگی تمرینی HIIT خود منجر به بالا نگه داشتن سطح NF-Kb گردیده است. بنابراین، ممکن است عوامل دیگری نیز بر بیان و جابه جایی NF-Kb تأثیرگذار بوده است. لیو و همکارانش در سال ۲۰۱۸ در بررسی اثرات فعالیت ورزشی بر پیام رسانی پروتئین NF-Kb بیان کردند که فعالیت بدنی با شدت متوسط بر فعالیت NF-Kb در موشهای صحرایی دیابتی مؤثر است و سبب مهار آتروفی عضلانی و سرکوب NF-Kb میشود (۱۵). این احتمال وجود دارد که نتایج متناقض مطالعات میتواند ناشی از مدت زمان تمرین، شدت و نوع آن و نوع نمونه ها باشد (۱۶). این مطالب نشان دهنده آن است

که هرگونه دستکاری در تمرینات ورزشی میتواند بر روی بیان عوامل درگیر در مسیرهای سلولی از جمله مسیر مرگ سلولی وابسته به NF-Kb تأثیرگذار باشد و نتایج متناقضی را نشان دهد. بنابراین، باید خاطر نشان کرد که در زمینه چاقی و اضافه وزن و بیماری دیابت و مداخلات مختلف تمرینی، مسیرهای سلولی و مولکولی که از طریق آنها کاردیومیوپاتی دیابتی تحت تأثیر قرار میگیرند، بسیار حائز اهمیت هستند. بنابراین به مطالعه بیشتری در خصوص تأثیر مداخله تمرینات مختلف و بررسی دیگر عوامل مؤثر بر میزان NF-Kb مانند فشارهای اکسایشی و شاخصهای التهابی نیازمندیم. هر چند در این مطالعه تغییر معناداری مبنی بر کاهش میزان NF-Kb در اثر مداخله تمرین HIIT و MICT ایجاد نشد اما در نتیجه هر دو نوع شیوه تمرینی در میزان NF-Kb کاهش ایجاد شد که در نهایت میتوان اظهار داشت که استفاده از این شیوههای تمرینی به عنوان بخشی از برنامه کنترل پزشکی میتواند به عنوان راهکار غیر دارویی امیدوارکننده باشد.

به طور کلی پژوهش حاضر نشان داد هر دو نوع تمرینات HIIT و MICT می توانند در کاهش شاخص التهابی NF-Kb در زنان پیش دیابتی نقش داشته باشند ولی تمرینات MICT نسبت به بقیه گروه ها موجب کاهش بیشتری در این شاخص می شود، بنابراین می توان این نوع برنامه تمرینی را برای افراد هایپر گلیسمی توصیه کرد.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تضاد منافی توسط محققین گزارش نشده است.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب می باشد. از آزمودنیهای شرکت کننده در پژوهش و همچنین افرادی که در انجام پروژه همکاری داشتند تشکر و قدردانی می گردد.

References

1. Control CfD, Prevention. National diabetes fact sheet: national estimates and general information on diabetes and prediabetes in the United States,. 2011;201(1):2568–9.
2. Dawn S, Ruth D, Lipman P. Diabetes educators skilled professionals for improving pre diabetes outcomes. Am J Prev Med. 2013;44(4S4):S390–3. 4.
3. Esteghamati A, Larijani B, Aghajani MH, Ghaemi F, Kermanchi J, Shahrami A, et al. Diabetes in Iran: prospective analysis from frst nationwide diabetes report of National Program for Prevention and Control of Diabetes (NPPCD-2016). Sci Rep. 2017;7(1):1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13379-z>.
4. Lisa J. Schlein, and Douglas H. Thamm, Review: NF-kB activation in canine cancer, Veterinary Pathology 2022, Vol. 59(5) 724–732
5. Cuevas, M. J., Almar, M., García-Glez, J. C., García-López, D., De Paz, J. A., Alvear-Órdenes, I., & González-Gallego, J. (2005). Changes in oxidative stress markers and NF-κB activation induced by sprint exercise. Free radical res. 39(4), 431-439
6. Mijwel, S. The effect of resistance training on molecular mechanisms responsible for muscle protein breakdown in healthy old men. J Appl Physiol. 2012: 92(4):1367-77.
7. Durham WJ, Yi-Ping L, Gerken E, Farid M, Arbogast S, Wolfe RR, Reid MB. Fatiguing exercise reduces DNA binding activity of NF- κ B in skeletal muscle nuclei. J Appl Physiol, 2004; 97: 1740–1745
8. Hou, J., Zheng, D., Fung, G., Deng, H., Chen, L., Liang, J & Hu, Y. Mangiferin suppressed advanced glycation end products (AGEs) through NF-Kb deactivation and displayed anti-inflammatory effects in streptozotocin and high fat diet-diabetic cardiomyopathy rats. Can j physiol pharmacol. 2015: 94(3), 332-340.
9. Samra YA, Said HS, Elsherbiny NM, Liou GI, El-Shishtawy MM, Eissa LA. Cepharanthine and Piperine ameliorate diabetic nephropathy in rats: role of NF-κB and NLRP3 inflammasome. Life Sci. 20016: 157:187-99
10. Salmani Korjan E, Kamali K, Katebi M, Samiei A, Ghadiri Soufi F. Hyperglycemia- Induced NF-κB Activation Increases microRNA-146a Expression in Human Umbilical Vein Endothelial Cells. JArUMS. 2019:7-19
11. Taghibeigi Hoseinabadi H, Esfarjani F, Marandi SM, Karami H. Effects of Eight Weeks of Aerobic Training on Expression Levels of the HMGB1- RAGE/TLR4-NF-kB Proinflammatory Pathway in Cardiac Tissue of Male Rats with Hyperglycemia. Int J Endocrinol Metab. 2019: 20(5); 246-252
12. Andrew W. Brown, Michelle M. Bohan Brown, Amy Alcorn, Corey Noles1 , Leah Winwood1 , Holly Resuehr, Brandon George, Madeline M. Jeansonne, David B. Allison High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial Gordon Fisher. 2015: 345-349
13. Wang QY, Liao ZZ, Lai J, Xiao XH. The role of exosomes and organokines in metabolic and endocrine disease. Frontiers in Endocrinology. 2023 Apr 21;14:1198791.
14. Chang, S. H. et al. Excessive mechanical loading promotes osteoarthritis through the gremlin-1-NF-κB pathway. Nat. Commun. 10, 1442. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09491-5> (2019)
15. Hung-Wen Liu, Moderate Exercise Suppresses NF-κB Signaling and Activates the SIRT1-AMPK-PGC1α Axis to Attenuate Muscle Loss in Diabetic *db/db* Mice. Exercise Physiology Volume 9 – 2018, <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00636>
16. Smith, J. K. Exercise as an adjuvant to cartilage regeneration therapy. Int. J. Mol. Sci. <https://doi.org/10.3390/ijms21249471> (2020).

Original Article

The effect of eight weeks High Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on NF-Kb in prediabetes women

Received: 30/03/2025 - Accepted: 15/06/2025

Akram Mazareizadeh¹

Sajad Arshadi^{2*}

Vahid Imanipour³

Abdolali Banaifar⁴

¹PhD Student, Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Associate Professor, Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran, Tehran, Iran

³Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Parand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴Associate Professor, Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Sajad Arshadi, Department of Exercise Physiology, ST.C. Islamic Azad University

Email: s_arshadi@azad.ac.ir

Abstract

Introduction: Prediabetes is a condition in which blood sugar is higher than normal but has not yet turned into diabetes. If left untreated, prediabetes can turn into type 2 diabetes, which is one of the problems of the global health community and can be the basis for many diseases and physiological disorders of the body.

Methods: In this study, 45 prediabetes women with blood sugar levels of 100 to 125 mg/dL who had referred to a diabetes clinic in districts 9 and 10 of Tehran were randomly divided into three groups of 15: high-intensity interval training (HIIT) group, moderate-intensity continuous training (MICT) group, and control group. The training groups performed the exercises for eight weeks, three sessions per week, according to the desired protocol. The dependent variable data were measured by sampling 10 cc of blood from the brachial vein 48 hours before the start of the course and 48 hours after 8 weeks, in a fasting state and in a sitting position. Paired t-tests, analysis of covariance, and Tukey's post hoc test were used to compare the data at a confidence level of 95% using SPSS27 software.

Results: The present study showed that HIIT and MICT training significantly reduced NF-Kb compared to the control group ($P<0.05$). It was also shown that MICT training had a greater effect on NF-Kb than HIIT ($P<0.05$).

Conclusion: The findings of this study show that both HIIT and MICT training methods resulted in significant changes in the NF-Kb index compared to the control group, although the effects of MICT training were better and could be prioritized.

Keywords: Maximal intensity interval training, moderate intensity continuous training, NF-Kb, prediabetes