

اثر هشت هفته تمرین همزمان استقامتی - مقاومتی بر سطوح سرمی BDNF, CRP و IL-6 در موش های نر ویستار دیابتی نوع ۱

مهدی پهلوانی^۱، جبار بشیری^{۲*}، رقیه پوزش جدیدی^۳، رسول هاشم کندی اسدی^۳، معصومه دادخواه^۴

۱-دانشجوی دکتری گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران

۲-دانشیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران

۳-استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران

۴-استادیار مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی

Email: bashiri.jabbar@iaut.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۶

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳

چکیده

مقدمه و هدف: دیابت باعث نقص عملکرد BDNF و اختلال در سطوح سرمی CRP و IL-6 می شود. هدف تحقیق تعیین اثر هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی - مقاومتی بر سطوح سرمی BDNF, CRP و IL-6 موش های نر ویستار دیابتی نوع ۱ بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی، تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر ویستار بالغ (۲۵۰-۳۰۰ گرمی و سن ۶ هفته ای)، به صورت تصادفی در ۳ گروه شامل دو گروه دیابتی، تمرین دیابتی (تعداد=۱۰)، کنترل دیابتی (تعداد=۱۰) و یک گروه غیردیابتی، کنترل سالم (تعداد=۱۰) قرار گرفتند. برای دیابتی کردن، در پایان هشت هفتگی، ۵۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن استرپتوزوسین (STZ) به روش درون صفاقی تزریق شد. گروه تمرین دیابتی، هشت هفته تمرینات ترکیبی را ۵ بار در هفته (تمرین استقامتی با ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی روی نوارگردان و تمرین مقاومتی، ۱۵ صعود از نردبان) انجام دادند. برای اندازه گیری سطوح سرمی BDNF, CRP و IL-6، خون گیری انجام شد. مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی BDNF, CRP و IL-6، با آزمون آنوای یک راهه و تعقیبی بونفرونی انجام شد. سطح معنی داری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: پس از هشت هفته تمرین همزمان استقامتی - مقاومتی، سطح BDNF گروه تمرین دیابتی در مقایسه با کنترل دیابتی افزایش معنی دار داشت ($P = 0/009$)؛ در حالی که در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با کنترل سالم کاهش معنی دار داشت ($P = 0/001$). سطح CRP در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با کنترل دیابتی کاهش معنی دار داشت ($P = 0/008$)؛ در حالی که در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با کنترل سالم افزایش معنی دار داشت ($P = 0/001$). میزان IL-6 تغییر معنی داری نداشت ($P = 0/057$).

بحث و نتیجه گیری: به افراد دیابتی توصیه می شود ۸ هفته تمرینات همزمان استقامتی - مقاومتی را جهت افزایش سطح BDNF و کاهش التهاب انجام دهند.

واژه های کلیدی: تمرین ترکیبی، عامل نوروتروفیک مشتق شده از مغز، پروتئین واکنشی C، اینترلوکین-۶، دیابت

مقدمه

سلول های بتا در ایجاد این بیماری دخیل هستند (۲). همچنین، بیماری دیابت می تواند منجر به اختلالات نورونی شده و بخش های مختلف سیستم عصبی اعم از اعصاب محیطی و اتونوم را تحت تأثیر قرار دهد (۳). دیابت با آسیب به نورون ها و سلول های شوان موجب تغییراتی در سطوح بیان و سنتز عوامل رشدی در سیستم عصبی مرکزی و محیطی می شود (۴).

دیابت اختلال متابولیکی است که با افزایش غلظت گلوکز خون همراه بوده و منجر به تغییرات پاتولوژی بسیاری مانند نوروپاتی، نفروپاتی، رتیئوپاتی، اختلال معده ای - روده ای، نقص سیستم ایمنی، آسیب های عروقی و اختلال در ترمیم بافت می شود (۱). عوامل محیطی و ژنتیکی، مقاومت به انسولین و اختلال کارکرد

دارد (۱۱). فعالیت ورزشی منظم به عنوان یک راهکار مطلوب برای کاهش خطر التهاب مزمن پذیرفته شده است، اما هنوز مشخص نیست کدام برنامه تمرین اثرات مطلوب‌تری دارد (۱۱). افزایش مزمن گلوکز خون و فشار خون در بیماران مبتلا به سندروم متابولیک و دیابتی، خود مانع نورونز می‌شود که در نتیجه این احتمال وجود دارد که با کاهش BDNF حجم مغز نیز کاهش یافته و در پی آن، کاهش عملکرد شناختی روی دهد (۵). با توجه به نتایج متناقض در رابطه با تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر سطوح نوروتروفین‌ها، به نظر می‌رسد جهت درمان و یا کنترل بیماری دیابت روش‌های تمرینی مختلف و اصلاح شیوه زندگی کم تحرک بیماران دیابتی اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۲). از آنجا که شناسایی، تقویت و بهبود عوامل نوروتروفیک در درمان و پیشگیری از پیشرفت بیماری دیابت و همچنین کاهش هزینه‌های درمانی اهمیت فراوانی دارد، بنابراین لزوم انجام تحقیقی در این زمینه احساس می‌شود. این پژوهش از لحاظ بررسی ترکیب تمرین همزمان استقامتی- مقاومتی بر سطح سرمی BDNF، CRP و IL-6 در موش نر ویستار دیابتی شده با استروپتوزوسین، پژوهشی جدید محسوب می‌شود. لذا هدف تحقیق حاضر، تعیین اثر هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی- مقاومتی بر سطح سرمی BDNF، CRP و IL-6 در موش نر ویستار دیابتی بود.

روش شناسی

در پژوهش تجربی حاضر، ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار بالغ با دامنه وزنی ۲۵۰-۳۰۰ گرم و سن ۶ هفته‌ای نمونه تحقیق بودند که از مرکز پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه تهیه شد. موش‌های صحرایی در تمام مراحل آزمون تحت شرایط کنترل دقیق و کامل از نظر رژیم غذایی، درجه حرارت محیط (۲۲±۲) درجه سانتیگراد و رطوبت (۵۵±۵ درصد)، استرس و نور قرار داشتند. شرایط نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. حیوانات به صورت گروه‌های ۵ تایی در قفس‌های مجزا از جنس پلاستیکی گلاس نگهداری شدند. جهت دیابتی کردن ۲۰ موش صحرایی، در پایان هشت هفته‌گی، مقدار ۵۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن Streptozocin (ساخت شرکت Sigma کشور آمریکا، حل شده در بافر سیترات تازه ۰/۵ mol/L، با PH=۴/۵) موش‌های صحرایی با روش درون صفاقی تزریق شد. سه روز پس از تزریق جهت اطمینان از دیابتی شدن، با

گزارش شده است در موش‌های صحرایی دیابتی، سطوح فاکتور رشد عصبی^۱ (NGF) در عصب سیاتیک و سطوح سرمی عامل نوروتروفیک مشتق از مغز^۲ (BDNF) کاهش می‌یابد (۴). BDNF شاخصی است که در تولید و فعالیت سلول‌های عصبی مغز، حافظه و عملکردهای شناختی دخالت دارد و موجب بقاء و شکل‌گیری نورون و نورونز می‌شود (۵). به علاوه BDNF در پاتوفیزیولوژی چاقی و سندرم متابولیک در بزرگسالی مداخله دارد و منجر به کاهش مصرف غذا، افزایش اکسایش گلوکز، کاهش سطوح گلوکز خون و افزایش حساسیت انسولینی می‌شود. فعالیت ورزشی، ترشح عوامل نوروتروفیک مشتق از مغز را هدف قرار داده و آثار گسترده‌ای بر سلامت کلی مغز، BDNF و فاکتور نوروتروفیک دوپامین مغزی^۳ (CDNF) در موش‌ها دارد (۷). تأثیرات مفید فعالیت ورزشی نه تنها به واسطه بازسازی مولکولی و متابولیکی است، بلکه به واسطه سایتوکاین‌های مترشح‌شده از عضلات نیز میانجی‌گری می‌شود. همچنین، تمرین هوازی در القای پاسخ سایتوکاین‌ها و سرکوب التهاب در ارتباط با مقاومت به انسولین مؤثر می‌باشد (۸). عوامل التهابی موجب جلوگیری از افزایش بیان عامل رشدی مشتق از مغز می‌شود. بیان بیش از اندازه‌ی اینترلوکین ۶^۴ (IL-6)، و فاکتور نکروز توموری آلفا^۵ (TNF α) تخریب سلول‌های نورونی را افزایش می‌دهد. افزایش سطوح گلوکز، TNF- α و IL-1 β موجب کاهش بیان BDNF می‌شود. BDNF از طریق کاهش بیان ژن گلوکوکورتیزونز موجب کاهش تولید گلوکز کبدی می‌شود (۵، ۶).

یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد، نشانگرهای التهابی مانند اینترلوکین^۶ (IL-6)، اینترلوکین ۱۸ (IL-18)، TNF- α و پروتئین واکنشی C^۶ (CRP) در افراد مبتلا به دیابت به مقدار زیادی تولید می‌شوند (۹). در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو CRP یک نشانگر خطر قلبی عروقی و پیشگوی قوی برای گسترش دیابت نوع دو معرفی شده است، که مقادیر سرمی آن در بیماران دیابتی بالاتر از افراد سالم است (۱۰). غلظت IL-6 در حالت استراحت یک سایتوکاین پیش‌التهابی محسوب می‌شود که با مقاومت به انسولین مرتبط است. در مقابل، ترشح IL-6 در عضله اسکلتی ناشی از فعالیت ورزشی نقش ضد التهابی

1. Nerve Growth Factor
2. Brain Derived Neurotrophic Factor
3. Cerebral Dopamine Neurotrophic Factor
4. Interleukin-6
5. Tumor necrosis factor-alpha
6. C-reactive Protein

۱۵ متر بر دقیقه و با شدت ۴۰ درصد VO_{2max} به مدت ۱۵ دقیقه بر روی نوارگردان با شیب صفر درجه آغاز شد. در ابتدای هفته چهارم به سرعت ۱۷ متر بر دقیقه و مدت ۴۰ دقیقه و شدت ۶۰ درصد VO_{2max} افزایش یافت. سرعت و مدت تمرین در پایان هفته چهارم تا هفته هشتم، ثابت و به ترتیب ۲۰ متر بر دقیقه و ۴۰ دقیقه، با شیب صفر درجه تا پایان جلسات تمرینی اعمال شد. موش‌های صحرایی در ابتدای هر جلسه ۵ دقیقه تمرین برای گرم کردن (با شدت ۱۰ متر در دقیقه) و در انتها ۵ دقیقه برای سرد کردن (شدت ۱۰ متر در دقیقه و با کاهش تدریجی شدت به کمترین مقدار فعالیت کردند (۱۳، ۱۴)).

تمرین مقاومتی نیز با ۵ دقیقه فاصله استراحت بعد از تمرین استقامتی در هر جلسه، به مدت ۸ هفته، ۵ روز در هفته به صورت صعود و بالا رفتن از پله‌های نردبان انجام شد، به این صورت که در هفته اول ۸ بار بدون وزنه، و در هفته‌های دوم و سوم به ترتیب ۱۰ و ۱۲ بار صعود در هر جلسه با حمل وزنه‌ای به اندازه یک درصد وزن بدن موش صحرایی که به دم حیوان متصل بود، توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. از هفته چهارم تا پایان هفته هشتم، ۱۵ بار صعود در هفته با حمل وزنه‌هایی به اندازه ۳ درصد کل وزن بدن که به دم حیوان متصل بود (۱۳، ۱۷)، توسط موش‌های صحرایی اجرا شد. تمامی موش‌های صحرایی ۴۰ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و پس از یک شب ناشتایی بی‌هوش شدند و خون سیاهرگی از ورید اجوف تحتانی جمع‌آوری و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس سرم خون جدا شد و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و به آزمایشگاه تخصصی سارای تبریز منتقل شد (۱۳، ۱۴). خونگیری در تمام مراحل بین ساعات ۱۱-۹ صبح انجام شد. BDNF با کیت الایزای موش با ضریب تغییرات درون سنجی ۹۵ درصد و برون سنجی ۹۹ درصد، مدل Boster Pio icokine ساخت شرکت آمازون کشور آمریکا (حساسیت کمتر از ۱۵ پیکوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰۰۰-۳۱/۲ پیکوگرم / میلی‌لیتر)، CRP با کیت الایزای موش با ضریب تغییرات درون سنجی ۹۹ درصد و برون سنجی ۹۹ درصد، ساخت شرکت Abingdon کشور انگلستان (حساسیت کمتر از ۱۰ پیکوگرم/ میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۱۰۰۰-۱۰۰ پیکوگرم / میلی‌لیتر) و IL-6 با کیت الایزای رت با ضریب تغییرات درون سنجی ۹۹ درصد و برون سنجی ۹۹ درصد، ساخت شرکت Abingdon کشور انگلستان (حساسیت کمتر از ۱۰ پیکوگرم/ میلی‌لیتر، دامنه تشخیص:

ایجاد یک جراحت کوچک توسط لانسست بر روی ورید دم، یک قطره خون بر روی نوار گلوکومتری قرار گرفت و غلظت گلوکز خون از نمونه‌های خونی سیاهرگ دمی موش‌های صحرایی توسط گلوکومتر (مدل Auto-coding infopiaEasy Gluco، ساخت کشور کره جنوبی) با دامنه سنجش ۷۰۰-۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و حساسیت ۱۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر قبل از شروع هشت هفته پروتکل تمرینی اندازه‌گیری شد. موش‌هایی که قند خون آنها بالاتر از ۲۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود، به عنوان دیابتی در نظر گرفته شدند. با توجه به این که قند خون تمامی موش‌های صحرایی مورد تزریق قرار گرفته بالای ۳۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود، القاء دیابت در تمام ۲۰ موش صحرایی گروه‌های دیابتی تأیید شد. سپس موش‌های صحرایی دیابتی شده به طور تصادفی به گروه‌های ۱۰ تایی تمرین و کنترل دیابتی تقسیم شدند (۱۳).

گروهی از موش‌های صحرایی سالم که دیابتی نشده بودند و میزان قندخون آن‌ها طبیعی (کمتر از ۱۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) بود به عنوان گروه کنترل سالم در نظر گرفته شدند (۱۳).

نمونه‌ها با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه در مطالعات تجربی، با در نظر گرفتن خطای نوع اول مساوی با ۰/۰۵، ۱۰ موش صحرایی در هر گروه تعیین شد. تعداد اندازه نمونه از طریق فرمول زیر برآورد شد که در آن $S=14$ (انحراف استاندارد) و $D=8$ (دقت احتمالی) از منابع قبلی و Z از جدول ارزش‌های بحرانی تعیین شد.

$$n = \frac{S_x^2 \times Z_{\alpha/2}^2}{D^2}$$

تعداد نمونه در هر گروه، در مطالعات پیشین مربوط به پژوهش و در جدول مورگان ۱۰ آزمودنی بود (۱۳، ۱۴). تمرین استقامتی - مقاومتی به مدت ۸ هفته، ۵ روز در هفته اجرا شد. بر اساس مطالعه بیگلری و همکاران و لو و همکاران، هر موش صحرایی، ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه با شدت ۱۰ متر در دقیقه مرحله گرم کردن را سپری کرد. سپس آزمون فزاینده ورزشی آغاز شد و هر دو دقیقه سرعت تریدمیل ۰/۰۳ متر در ثانیه به طور خودکار افزایش یافت تا زمانی که موش‌های صحرایی قادر به ادامه فعالیت ورزشی نبودند. مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) با فرمول $y = 162x - 1$ محاسبه شد که در آن $y =$ حداکثر اکسیژن مصرفی بر حسب میلی‌لیتر بر کیلوگرم در ۰/۷۵ در دقیقه، $x =$ سرعت دویدن بر حسب متر بر ثانیه بر روی نوارگردان) است و شدت تمرینی بر این اساس تنظیم شد (۱۵، ۱۶). در هفته‌های اول و دوم و سوم، تمرین استقامتی با سرعت

گرفته شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردار بودند. میزان قندخون ناشتا در مراحل مختلف تحقیق، در ابتدا قبل از دیابتی کردن، بعد از دیابتی کردن و قبل از شروع هشت هفته تمرین ترکیبی و پس از دیابتی شدن و بعد از تمرین ترکیبی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون آنووا نشان داد بین میزان قندخون گروه‌ها قبل از شروع مطالعه یعنی قبل از دیابتی کردن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($F=1/644$, $P=0/212$). نتایج آزمون آنکووا نشان داد بین میزان قندخون گروه‌ها قبل از تمرین ترکیبی یعنی بلافاصله بعد از دیابتی کردن و میزان قندخون گروه‌ها بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P=0/0001$).

۱۰۰۰-۱۰۰ پیکوگرم / میلی‌لیتر) و به روش الیزا در آزمایشگاه سارای تبریز اندازه‌گیری شدند. این مطالعه کلیه قوانین و مقررات بین‌المللی کار با حیوانات آزمایشگاهی را رعایت و توسط کمیته اخلاق کار با حیوانات دانشکده علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأیید شد و دارای کداخلاق (IR.IAU.TABRIZ.REC.1401.195) می‌باشد.

روش‌های آماری

در تجزیه و تحلیل آماری، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک، برای توصیف یافته‌های توصیفی از میانگین \pm انحراف استاندارد، برای بررسی تفاوت میانگین میزان قند خون قبل و بعد از تمرین از آنکووا و برای مقایسه تفاوت میانگین متغیرها بین سه گروه تمرین دیابتی، کنترل دیابتی و کنترل سالم از آزمون آنووا یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P < 0/05$ در نظر

جدول ۱. میزان قند خون ناشای موش‌ها (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) در مراحل مختلف تحقیق، در شروع تحقیق، قبل و بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی در گروه‌های تمرین دیابتی ($n=10$)، کنترل دیابتی ($n=10$) و کنترل سالم ($n=10$)

مرحله	کنترل سالم	کنترل دیابتی	تمرین دیابتی	P آزمون تی همبسته	P آزمون آنکووا
قبل از دیابتی کردن	۱۴۵/۲±۵۰/۳۷	۱۴۵/۳±۷۰/۷۰	۱۴۷/۱±۴۰/۹۰	۰/۲۸۴	-
بعد از دیابتی کردن (قبل از تمرین ترکیبی)	۱۴۶/۱±۰۹/۷۳	۳۰۵/۱±۰۰/۶۳	۳۰۹/۴±۰۰/۰۶	۰/۱۶۸	۰/۰۰۱*
بعد از تمرین ترکیبی	۱۴۸/۱±۰۰/۸۳	۳۰۹/۱±۰۰/۸۷	۲۸۳/۲±۳۰/۱۲	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*

* اختلاف معناداری با پیش آزمون در سطح $P < 0/05$

کنترل سالم، کنترل دیابتی و تمرین دیابتی در جدول ۲ نشان داده شده است.

میانگین \pm انحراف معیار متغیرهای پژوهش قبل و بعد از اجرای اجرای هشت هفته تمرین استقامتی-مقاومتی در گروه‌های

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش قبل و بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی در گروه‌ها

متغیرها	مرحله	کنترل سالم	کنترل دیابتی	تمرین دیابتی
وزن (گرم)	قبل از تمرین	۲۵۷/۱۳±۰۰/۵۸	۲۵۸/۶±۰۰/۳۲	۲۶۰/۱±۸۰/۰۳
	بعد از تمرین	۳۳۴/۷±۰۰/۶۸	۳۱۶/۲۸±۲۰/۱۵	۳۱۵/۸±۶۰/۵۰
قد (سانتی‌متر)	قبل از تمرین	۲۰/۰±۰۰/۰۰	۲۰/۰±۰۰/۰۰	۲۰/۰±۰۰/۰۰
	بعد از تمرین	۲۱/۰±۰۰/۴۷	۲۱/۰±۰۵/۲۸	۲۱/۰±۰۵/۴۳
BMI (گرم بر مجذور سانتی متر)	قبل از تمرین	۰/۰±۶۴/۰۳	۰/۰±۶۴/۰۱	۰/۰±۶۵/۰۰
	بعد از تمرین	۰/۰±۷۵/۰۴	۰/۰±۷۱/۰۵	۰/۰±۷۱/۰۲
غذای مصرفی (گرم/موش/هفته)	قبل از تمرین	۵۶/۰±۰۰/۹۴	۵۶/۰±۲۰/۹۲	۵۶/۰±۱۰/۹۹
	بعد از تمرین	۷۴/۳±۴۰/۴۷	۷۰/۳±۴۰/۸۱	۶۷/۱±۷۰/۳۴
BDNF (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	بعد از تمرین	۱۴/۳±۶۰/۴۰	۷/۲±۱۶/۴۰	۱۰/۰±۷۱/۷۳
	بعد از تمرین	۲/۰±۸۳/۵۰	۵/۰±۷۴/۸۲	۴/۰±۶۰/۹۳
CRP (نانوگرم بر دسی‌لیتر)	بعد از تمرین	۱۱/۲±۹۷/۲۵	۱۴/۴±۸۹/۷۱	۱۱/۱±۷۸/۱۲
	بعد از تمرین			

BMI: شاخص توده بدنی، BDNF: عامل نوروتروفیک مشتق از مغز، CRP: پروتئین واکنشی C، IL-6: اینترلوکین-۶

در جدول ۳ نتایج آزمون آنووا یکراهه نشان داد بعد از هشت هفته، بین وزن بدن، BMI، غذای مصرفی، BDNF و CRP گروه‌های تمرین دیابتی، کنترل دیابتی و کنترل سالم تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). در حالیکه، بین IL-6 گروه‌های تمرین دیابتی، کنترل دیابتی و کنترل سالم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P = 0/057$).

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس برای میانگین متغیرهای پژوهش قبل و پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی در گروه‌ها

P	F	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	منبع تغییر
0/603	0/516	38/800	2	77/600	وزن (گرم)
		75/170	27	2029/600	قبل از تمرین
			29	2107/200	کل
-	-	0/0001	2	0/0001	قد (سانتی‌متر)
		0/0001	27	0/0001	قبل از تمرین
			29	0/0001	کل
0/603	0/516	0/0001	2	0/0001	BMI
		0/0001	27	0/013	(گرم بر مجذور سانتی متر)
			29	0/013	قبل از تمرین
0/896	0/110	0/100	2	0/200	غذای مصرفی قبل از تمرین
		0/907	27	24/500	(گرم/موش/هفته)
			29	24/700	کل
0/212	1/644	10/900	2	21/800	فقد خون قبل از دیابتی کردن
		6/630	27	179/000	(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
			29	200/800	کل
0/0001*	11603/634	85480/033	2	170960/067	فقد خون بعد از دیابتی کردن
		7/367	27	198/900	(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
			29	171158/967	کل
0/043*	3/548	1092/933	2	2185/867	وزن (گرم)
		308/000	27	8316/000	بعد از تمرین
			29	10501/867	کل
0/951	0/051	0/008	2	0/017	قد(سانتی‌متر)
		0/165	27	4/450	بعد از تمرین
			29	4/467	کل
0/043*	3/545	0/007	2	0/014	BMI (گرم بر مجذور سانتی متر)
		0/002	27	0/053	بعد از تمرین
			29	0/067	کل
0/0001*	19896/841	74937/233	2	149874/467	فقد خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
		3/767	27	101/700	بعد از تمرین
			29	149976/167	کل
0/0001*	12/036	113/633	2	296/200	غذای مصرفی(گرم/موش/هفته)
		9/441	27	254/900	بعد از تمرین
			29	482/167	کل
0/0001*	23/262	138/427	2	276/854	BDNF (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)
		5/951	27	160/674	بعد از تمرین
			29	437/529	کل
0/0001*	36/263	21/571	2	43/142	CRP (نانوگرم بر دسی‌لیتر)
		0/595	27	16/061	بعد از تمرین
			29	59/202	کل
0/057	3/190	30/344	2	60/687	IL-6 (نانوگرم بر دسی‌لیتر)
		9/512	27	256/827	بعد از تمرین
			29	317/514	کل

* اختلاف معناداری با پیش آزمون در سطح $P < 0/05$

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در مقایسه دو به دو میانگین گروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بعد از هشت هفته تمرین همزمان استقامتی-مقاومتی، وزن، قد و BMI و غذای مصرفی در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی تفاوت معنی‌داری نداشت. وزن، قد و BMI در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم نیز تفاوت معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$). ولیکن غذای مصرفی بعد از هشت هفته، در گروه دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم، ۵/۳۸ درصد کاهش معنی‌دار داشت ($P = 0.021$). میزان قند خون ناشتا بعد از هشت هفته، در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی ۸/۴۱ درصد کاهش معنی‌دار ($P = 0.001$) و در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم ۱۰۸/۷۸ درصد افزایش معنی‌دار ($P = 0.001$) داشت.

سطح سرمی BDNF در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی ۴۹/۵۸ درصد افزایش معنی‌دار ($P = 0.009$) و در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم ۵۰/۹۶ درصد کاهش معنی‌دار ($P = 0.001$) داشت. در حالی‌که، سطح سرمی CRP در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی ۱۹/۸۶ درصد کاهش معنی‌دار ($P = 0.008$) و در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم ۱۰۲/۸۳ درصد افزایش معنی‌دار داشت ($P = 0.001$). سطح سرمی IL-6 در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی ۲۰/۸۹ درصد کاهش ($P = 0.098$) و در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم ۲۴/۳۹ درصد افزایش داشت ($P = 0.132$) که این تغییرات معنی‌دار نبود.

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه اختلاف میانگین متغیرها به صورت دو به دو پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی

مقایسه گروه‌ها بعد از هشت هفته		گروه کنترل دیابتی با گروه کنترل سالم		گروه تمرین دیابتی با گروه کنترل دیابتی	
متغیرها	اختلاف میانگین	P	اختلاف میانگین	P	
وزن بدن (گرم) بعد از تمرین	-۱۷/۸۰۰	۰/۰۹۵	-۰/۶۰۰	۱/۰۰۰	
قد (سانتی‌متر) بعد از تمرین	۰/۰۵۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰	
BMI (گرم بر مجذور سانتی‌متر) بعد از تمرین	-۰/۰۴۵	۰/۰۸۹	-۰/۰۰۰۴	۱/۰۰۰	
غذای مصرفی (گرم/موش/هفته) بعد از تمرین	-۴/۰۰۰	۰/۰۲۱*	-۲/۷۰۰	۰/۱۷۹	
قند خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) بعد از تمرین	۱۳۵/۳۰۰	۰/۰۰۰۱*	-۲۵/۹۰۰	۰/۰۰۹*	
BDNF (پیکوگرم بر میلی‌لیتر) بعد از تمرین	-۷/۴۳۸	۰/۰۰۰۱*	۳/۵۴۵	۰/۰۰۹*	
CRP (نانوگرم بر دسی‌لیتر) بعد از تمرین	۲/۹۱۶	۰/۰۰۰۱*	-۱/۱۴۸	۰/۰۰۸*	
IL-6 (نانوگرم بر دسی‌لیتر) بعد از تمرین	۲/۹۱۶	۰/۱۳۲	-۳/۱۰۹	۰/۰۹۸	

* اختلاف معناداری با پیش‌آزمون در سطح $P < 0.05$

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد سطح سرمی BDNF پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش یافت. این یافته با یافته‌های ابیری و وفا (۲۰۲۰) (۱۸)، طاهری و همکاران (۲۰۱۹) (۱۹)، رحمتی احمدآبادی و همکاران (۲۰۱۷) (۲۰) و لی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۱) هم‌خوانی داشت. در حالیکه با یافته‌های وسدی و همکاران (۱۳۹۲) (۲۲) هم‌خوانی نداشت. وسدی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که هشت هفته فعالیت ورزشی استقامتی بر BDNF هیپوکامپ موش‌های نر بالغ تغذیه‌شده با رژیم غذایی پرچرب اثر معنی‌داری نداشت (۲۲). دلیل احتمالی ناهم‌خوانی‌ها، تناقضات در شدت، مدت، نوع تمرین، نوع رژیم غذایی موش‌ها و دیابتی بودن یا نبود موش‌ها و اندازه‌گیری میزان BDNF سرمی یا هیپوکامپ است. ورزش تولید BDNF توسط سلول‌های بدن را افزایش می‌دهد (۲۳). آنزیم‌هایی که به نام هیستون داستیلاز شناخته شده‌اند، مانع تولید BDNF می‌شوند. ورزش باعث افزایش تولید PGC-

1 α (گیرنده فعال شده با تکثیرکننده پراکسیزوم-هم‌فعال‌کننده گاما-1- α) می‌شود که هیستون داستیلاز را مهار می‌کند (۲۳). PGC-1 α یک تنظیم‌کننده کلیدی ترشح BDNF است که در اثر ورزش افزایش می‌یابد (۲۴). مکانیزم دیگر افزایش بیان ژن BDNF ناشی از ورزش و فعالیت بدنی، نسخه‌برداری mRNA و فاکتور پیشران یک BDNF می‌باشد (۱۹). همچنین افزایش BDNF در ورزش ناشی از افزایش BDNF در هیپوکامپ است (۱۹). از طرفی، با کاهش عوامل التهابی مانند CRP، BDNF خون افزایش می‌یابد (۵). بنابراین، با توجه به کاهش عوامل التهابی مانند CRP در تحقیق حاضر، BDNF پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی افزایش یافت. یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد سطح سرمی CRP پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی به طور معنی‌داری کاهش یافت. این یافته با یافته‌های

بهمین‌نیا و همکاران (۲۰۲۱) (۲۵)، حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۹) (۲۶)، لی و همکاران (۲۰۱۸) (۲۱) هم‌خوانی داشت، در حالی‌که با یافته‌های محمودی و همکاران (۱۳۹۷) (۲۷) و حیدریان‌پور و کشوری (۱۳۹۶) (۲۸) هم‌خوانی نداشت. محمودی و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند یک جلسه تمرین مقاومتی و امانده‌ساز بر CRP و IL-6 اثر معنی‌داری نداشت (۲۷). حیدریان‌پور و کشوری (۱۳۹۶) نشان دادند که سه شیوه تمرینی مختلف هوازی، قدرتی و هوازی-قدرتی بر CRP پلاسما بیماران دیابتی نوع دو پس از ده هفته تمرین تأثیر معنی‌داری نداشت (۲۸). دلیل احتمالی ناهم‌خوانی‌ها، تناقضات در شدت، مدت، نوع تمرین، سطح آمادگی بدنی افراد، سالم و بیمار بودن آزمودنی‌ها، جنسیت آزمودنی‌ها و گونه آزمودنی‌های انسان در مقابل رت بود. فعالیت‌های ورزشی از طریق اثرات مستقیم بر فرایند التهاب باعث کاهش CRP می‌شود (۱).

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد سطح سرمی IL-6 پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی کاهش داشت که تغییر معنی‌دار نبود. این نتایج با یافته‌های مالکی و همکاران (۲۰۲۰) (۲۹) و محمودی و همکاران (۱۳۹۷) (۲۷) هم‌خوانی داشت، در حالیکه با یافته‌های تحقیق ملانوری شمسی و مهدوی (۲۰۱۶) (۳۰) هم‌خوانی نداشت. ملانوری شمسی و مهدوی (۲۰۱۶) نشان دادند که یک دوره ۵ هفته‌ای تمرین مقاومتی، باعث افزایش غیرمعنی‌دار بیان اینترلوکین-۶ در موش‌های نر صحرایی دیابتی شد (۳۰). دلیل احتمالی ناهم‌خوانی‌ها، تناقضات در شدت، مدت و نوع تمرین بود. مدت و نوع تمرین در تحقیق حاضر تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی بر روی نوارگردان و بالا رفتن از نردبان جوندگان بود، در حالیکه در تحقیق ملانوری شمسی و مهدوی تمرین قدرتی ۲۵ بار بالا رفتن از نردبان بود. طول مدت تمرین در تحقیق حاضر ۸ هفته و در تحقیق ملانوری و مهدوی ۵ هفته بود. روش اندازه‌گیری اینترلوکین نیز در دو تحقیق تفاوت داشت. در تحقیق ملانوری و مهدوی بیان اینترلوکین ۶ و در تحقیق حاضر سطوح سرمی اینترلوکین ۶ اندازه‌گیری شد. علت احتمالی عدم تغییر معنی‌دار IL-6 پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی کافی نبودن شدت و مدت تمرین ترکیبی در تحقیق حاضر بوده است.

میزان قند خون ناشتا بعد از هشت هفته، در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی کاهش معنی‌دار داشت. در حالی‌که در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم افزایش معنی‌دار داشت. با توجه به القای دیابت در تحقیق

حاضر با تزریق درون‌صفاقی استرپتوزوسین و تخریب سلول‌های بتا، این یافته تحقیقات قبلی در خصوص اثر تمرین بر بهبود قند خون ناشی از افزایش حساسیت انسولینی (۲، ۳) را تأیید می‌کند. وزن بدن، قد و BMI پس از هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی، در گروه تمرین دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دیابتی و در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم تفاوت معنی‌داری نداشت، ولیکن غذای مصرفی گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش غذای مصرفی در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم در تحقیق حاضر احتمالاً ناشی از استرس ناشی از تزریق استرپتوزوسین و دیابتی شدن در گروه کنترل دیابتی در مقایسه با گروه کنترل سالم بود. این موضوع نیازمند بررسی بیشتر است. از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به این نکته اشاره کرد که با توجه به اینکه موش‌های صحرایی به صورت گروه‌های ۵ تایی در قفس نگه‌داری شدند، این احتمال وجود داشت که میزان غذای دریافتی توسط حیوانات موجود در یک قفس یکسان نباشند. همچنین نوع دیابتی کردن موش‌های صحرایی در تحقیق حاضر تزریق درون صفاقی ۵۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن Streptozocin (ساخت شرکت Sigma کشور آمریکا، حل شده در بافر سیترات تازه ۰/۵ mol/L، ۰/۵ PH=۴/۵) بود.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی استقامتی-مقاومتی باعث افزایش معنی‌دار سطح سرمی BDNF و CRP شد. در حالی‌که، سطح سرمی IL-6 تغییر معنی‌داری نداشت. بنابراین می‌توان گفت که ورزش برای پیشگیری از بیماری‌های التهابی و کاهش BDNF ناشی از دیابت مؤثر است. توصیه می‌شود تحقیقات بیشتر جهت بررسی تأثیر تمرین بر پیشگیری از بیماری‌های التهابی و کاهش سطح سرمی BDNF و دیابت، با استفاده از آزمودنی‌های انسانی و حیوانی و نیز در هر دو جنس نر و ماده و در مدت زمان بیشتری انجام شود.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر برگرفته از رساله دکتری می‌باشد که با حمایت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و دانشگاه علوم پزشکی استان اردبیل انجام شده است. بدین وسیله نویسندگان مقاله، مراتب سپاس خود را از کلیه پرسنل محترم دانشگاه علوم پزشکی اردبیل و دانشگاه آزاد واحد تبریز اعلام می‌نمایند.

1. Malekyan-Fini E, Kaviani-Nia A, Mahmoudi F. The interactive effect of aerobic training and resveratrol supplementation on C-reactive protein and metabolic profiles in women with type 2 diabetes. *Feyz*. 2015; 19(5): 372-81. [In Persian]
2. Cremona A, OGorman C, Cotter A, Saunders J, Donnelly A. Effect of exercise modality on markers of insulin sensitivity and blood glucose control in pregnancies complicated with gestational diabetes mellitus: a systematic review. *Obes Sci Pract*. 2018; 4(5): 455-67.
3. Dabagh Nikookheslat S, Sarisarraf V, Salekzamani Y, Abdollahpour Alni M. Effect of 12 weeks resistance training on neural conduction in type 2 diabetes men with peripheral neuropathy. *Urmia Med J*. 2017; 28(5): 353-62.
4. Razavi SH, Hosseini SA, Nikbakht M. The effect of continued and interval training with crocin consumption on BDNF and NGF gene expression in heart tissue of diabetic rats. *Feyz*. 2019; 23(1): 10-9. [In Persian]
5. Osali A. (2020). Aerobic exercise and nano-curcumin supplementation improve inflammation in elderly females with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr*. 2020; 12(26): 1-7.
6. Patanella AK, Zinno M, Quaranta D, Nociti V, Frisullo G, Gainotti G, et al. Correlations between peripheral blood mononuclear cell production of BDNF, TNF alpha, IL-6, IL-10 and cognitive performances in multiple sclerosis patients. *J Neurosci Res*. 2010; 88(5): 1106-12.
7. Asad MR, Hedayatnejad S, Barzegari A, gholizadeh ahangari M. Investigating the protective effect of an interval training on neurotrophic factors of BDNF and CDNF in rats fed with high-fat foods. *SJKU*. 2020; 25(1):1 -11.
8. Loyd C, Magrisso IJ, Haas M, Balusu S, Krishna R, Itoh N, et al. Fibroblast growth factor 21 is required for beneficial effects of exercise during chronic high-fat feeding. *J Appl Physiol*. 2016; 121(3):687-98.
9. Guilherme A, Virbasius JV, Puri V, Czech MP. Adipocyte dysfunctions linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2008; 9(5): 367-77.
10. Malone JJ, Malone MA, Morrison AD. Diabetic cardiovascular risk and carnitine deficiency. *JDM*. 2014; 4(3): 202-8.
11. Nikseresht M. Interleukin-6 and insulin resistance response to exercise training and detraining in young obese men: A randomized clinical trial. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2016; 18(2): 89-99. [In Persian]
12. Hosseini M, Hosseini M. The synergistic effect of eight weeks high-intensity interval training and resveratrol consumption on IL-10 and TNF- α in diabetic male rats. *IJDM*. 2020; 19(3): 134-42. [In Persian]
13. Sedaghat M, Choobineh S, Ravasi AA. Taurine with combined aerobic and resistance exercise training alleviates myocardium apoptosis in STZ-induced diabetes rats via Akt signaling pathway. *Life Sci*. 2020; 258:118225.
14. Sadighi Ag, Abdi A, Azarbayjani MA, Barari AR. Response of some apoptotic indices to six weeks of aerobic training in streptozotocin-induced diabetic rats. *MLJ*. 2021; 15(1): 33-9.
15. Biglari S, Gaeini AA, Kordi MR, Ghardashi Afousi AR. The effect of 8 weeks high-intensity interval training on myostatin and follistatin gene expression in gastrocnemius muscle of the rats. *AMUJ*. 2018; 21(130): 1-10. [In Persian]
16. Lu K, Wang L, Wang C, Yang Y, Hu D, Ding R. Effects of high-intensity interval versus continuous moderate-intensity aerobic exercise on apoptosis, oxidative stress and metabolism of the infarcted myocardium in a rat model. *Mol Med Rep*. 2015; 12(2):2374-82.
17. Babaei P, Pourrahim Ghouroghchi A, Damirchi A, Soltani Tehrani B. The interactive effect of aerobic-resistance training and estrogen therapy on metabolic syndrome indices and omentin-1. *Physiol Pharamcol*. 2015; 19(3): 200-7.
18. Abiri B, Vafa MR. Effects of vitamin D and/or magnesium supplementation on mood, serum levels of BDNF, inflammatory biomarkers, and SIRT1 in obese women: a study protocol for a double-blind, randomized, placebocontrolled trial. *BMC*. 2020; 21(1):225.
19. Taheri A, Rohani H, Habibi A. The effect of endurance exercise training on the expression of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and nerve growth factor (NGF) genes of the cerebellum in diabetic rat. *IJDO*. 2019; 11(4): 233-40.
20. Rahmati-Ahmadabad S, Azarbayjani MA, Nasehi M. The effects of high-intensity interval training with supplementation of flaxseed oil on BDNF mRNA expression and pain feeling in male rats. *AASS*. 2017; 5(4): 10-12.
21. Lee HW, Ahmad M, Weldrick JJ, Wang HW, Burgon PG, Leenen FH. Effects of exercise training and TrkB blockade on cardiac function and BDNF/TrkB signaling post myocardial infarction in rats. *Am J Physiol Heart Circul Physiol*. 2018; 315(6): 1821-34.
22. Vasadi E, Barzegar H, Borjian Fard M. The effect of 8 weeks of endurance sports activity and consumption of high-fat food on brain-derived neurotrophic factor levels in the hippocampus of adult male rats. *J Arak Uni Med Sci*. 2013; 16 (10): 84-92. [In Persian]
23. Sleiman SF, Henry J, Al-Haddad R, Hayek LE, Haidar EA, Stringer T, et al. Exercise promotes the expression of brain derived neurotrophic factor (BDNF) through the action of the ketone body b-hydroxybutyrate. *ELife*. 2016;5(15092):1-21.
24. Murawska-Ciałowicz E, Assis G, Manuel Clemente F, Feito Y, Stastny P, Zuwała-Jagiello J, et al. Effect of four different forms of high intensity training on BDNF response to Wingate and graded exercise test. *Sci Rep*. 2021; 11(8599): 1-15.
25. Bahmania E, Hoseinib R, Amiric E. Home-based aerobic training and vitamin D improve neurotrophins and inflammatory biomarkers in MS patients. *Mult Scler Relat Disord*. 2022; 60: 103693.
26. Hosseinpour Delavar S, Soleymani khezerabad A, Boyerahmadi A, Ghalavand A. Effect of eight weeks of aerobic interval training and nettle supplement on some inflammatory indicators and glycemic control in men with Type 2 diabetes. *Jundishapur Sci Med J*. 2020; 19(2):23-135. [In Persian]
27. Mahmodi Kh, Monikh Kh, Yazdani F. Effect of Quercetin supplementation on CRP and IL-6 after acute exhaustive resistance training in young men. *J Animal Physiol Develop*. 2018; 44(12): 47-57. [In Persian]
28. Heidarianpour A, Keshvari M. Effects of Three types of exercise aerobic, resistance and concurrent on plasma CRP concentration in type II diabetes patients. *J Sabzevar Uni Med Sci*. 23(6): 916-25. [In Persian]
29. Maleki V, Mahdavi R, Hajizadeh-Sharafabad F, Alizadeh M. The effects of taurine supplementation on oxidative stress indices and inflammation biomarkers in patients with type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Diabetol Metab Syndr*. 2020; 12(9): 1-9.
30. Molanouri Shamsi M, Mahdavi M. The effect of resistance training on expression of interleukin6 and RCAN-1 in skeletal muscle of streptozotocin-induced diabetic rats. *IJDM*. 2016; 15(5): 283-91. [In Persian]

The effect of eight weeks of simultaneous endurance-resistance exercise on the serum levels of BDNF, CRP and IL-6 in type1 diabetic male Wistar rats

Mehdi Pahlevani^{1*}, Jabbar Bashiri², Roghayeh Pouzesh-Jadidi³, Rasoul Hashem Kandi Asadi³, Masoomeh Dadkhah⁴

1. Phd Student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.
2. Professor Associate of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.
4. Assistant Professor, Pharmaceutical Sciences Research Center, School of Pharmacy, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

Received: 2022/09/13

Accepted: 2023/01/02

Abstract

*Correspondence:

Email:

bashiri.jabbar@iaut.ac.ir

Introduction and Purpose: Diabetes leads to defects in BDNF function and disturbances in CRP and IL-6 serum levels. The purpose of the study was to determine the effect of eight weeks of simultaneous endurance-resistance exercise on BDNF, CRP, and IL-6 serum levels in type1 diabetic male Wistar rats.

Materials and Methods: In this experimental study, 30 adults male Wistar rats (250-300 grams and aged six weeks) were randomly divided into three groups including two diabetic groups, diabetic exercise (n=10), diabetic control (n=10) and a non-diabetic group, healthy control (n=10). At the end of the eight-week-old, an amount of 55 mg/kg of body weight of streptozocin (STZ) was injected intraperitoneally, to make diabetic. The diabetic exercise group performed the eight weeks of combined exercises; 5 times per week (endurance exercise with 75% Vo2max on the treadmill and strength training including 15 times climbing the ladder). To measure the serum levels of BDNF, CRP, and IL-6, blood samples were taken. One-way ANOVA and post-hoc Bonferroni test were used to compare between-group and intra-group changes of BDNF, CRP, and IL-6. The significance level was $P < 0.05$.

Results: After eight weeks of endurance-resistance training, BDNF level significantly increased in the diabetic exercise group compared to the diabetic group ($P=0.009$). Whereas, it significantly decreased in the diabetic control group compared to the healthy control ($P=0.0001$). CRP levels significantly decreased in the diabetic exercise group compared to the diabetic group ($P=0.008$). However, it significantly increased the diabetic control group compared to the healthy control ($P=0.0001$). There was no significant change in IL-6 level ($P=0.057$).

Discussion and Conclusion: It is recommended that diabetic people perform eight weeks of simultaneous endurance-resistance exercises to increase BDNF levels and reduce inflammation.

Key words: Combined training, Brain derived neurotrophic factor, C-reactive protein, interleukin-6, Diabetes