

The Effect of 8 weeks of Concurrent Training on Plasma Concentration of Irisin and BDNF in Overweight Middle-Aged Men

Zohreh Koohkheil: Master's Student, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. zohrekuhkheil@gmail.com

Davar Khodadadi: Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (**Corresponding author**). davar.khodadadi@yahoo.com

Parham Jalali: BA., Department of Physical Education and Sports Sciences, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. parhamjalali@gmail.com

Abstract

The purpose of the present study is to review the effect of 8 weeks of concurrent training on plasma concentration of Irisin and Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in overweight middle-aged men. 30 healthy middle-aged men with the average age of 41.3 ± 4.0 were randomly chosen and divided into 2 groups of test (15 members) and control (15 members) groups. The participants in the test group took part in 8 weeks of concurrent exercise. The work out plan consisted of 10 minutes of warm-up, 20 minutes of aerobics, 30 minutes of endurance activities, and 10 minutes of cool-down. Blood samples were tested before the test and 24 hours after the last work out session in order to measure Irisin and BDNF levels by ELISA test. For data analysis, t-test was used. The results showed that plasma concentration of Irisin and BDNF levels increased significantly in the test group compared to the pre-test ($P \leq 0.001$). Also, the comparison between test group and control group in post-test indicated high plasma levels of Irisin and BDNF in the concurrent test group ($P \leq 0.001$). Furthermore, there was a significantly positive relation between plasma changes of Irisin and BDNF ($r = 0.69$; $P \leq 0.001$). It seems that concurrent exercising can positively regulate Irisin and BDNF levels in overweight middle-aged men and thus fight against the harmful effects of aging.

Keywords: Concurrent training, Middle Aged Men, Overweight, Irisin, Plasma BDNF.

Received: 2022/03/29; Revised: 2022/05/05; Accepted: 2022/07/12; Published online: 2022/12/22

Article type: Research Article

Publisher: Qom Islamic Azad University

© the authors



تأثیر ۸ هفته تمرین همزمان بر سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی در مردان میانسال دارای اضافه وزن

زهره کوه خیل: دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

zohrehkuhkeil2@gmail.com

داور خدادادی: استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

davar.khodadadi@yahoo.com

پرهام جلالی: کارشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. parhamjalali91@gmail.com

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر ۸ هفته تمرین همزمان بر سطوح آیریزین و عامل رشدی مشتق از مغز (BDNF) پلاسمایی در مردان میانسال دارای اضافه وزن بود. ۲۰ مرد میانسال سالم با میانگین سنی $51/3 \pm 7/5$ سال به طور تصادفی به دو گروه تمرین (تعداد = ۱۰ نفر) و کنترل (تعداد = ۱۰ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین در ۸ هفته برنامه تمرین همزمان شرکت کردند. برنامه تمرین همزمان شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۵ دقیقه تمرینات هوازی، ۳۰ دقیقه تمرینات مقاومتی و ۵ دقیقه سرد کردن بود. نمونه‌های خونی پیش از شروع مطالعه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی جمع‌آوری شد و سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی با تست الایزا مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t استفاده شد. نتایج نشان داد که سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی در گروه تمرین در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری یافته است ($P \leq 0.001$). همچنین، مقایسه بین گروه تمرین با گروه کنترل در پس‌آزمون حاکی از بالا بودن سطوح پلاسمایی آیریزین و BDNF در گروه تمرین همزمان بود ($P \leq 0.001$). به علاوه، ارتباط مثبت معنی‌داری بین تغییرات سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی وجود داشت ($r=0/569, p<0/01$). به نظر می‌رسد تمرین همزمان می‌تواند با تنظیم مثبت سطوح آیریزین و BDNF در مردان میانسال دارای اضافه وزن با اثرات مخرب افزایش سن و پیری مقابله نماید.

کلیدواژه‌ها: تمرین همزمان، مردان میانسال، اضافه وزن، آیریزین؛ BDNF پلاسمایی.

^۱ تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

© نویسندگان.



مقدمه

افزایش سن و پیر شدن طبیعی با از دست دادن توده عضلات اسکلتی، افزایش توده چربی و افت عملکرد شناختی همراه است. مشخص شده که شروع این وقایع قبل از ورود به سن پیری و از سنین میانسالی رخ می‌دهد (موریس و پرایس^۱، ۲۰۰۱). ورزش منظم می‌تواند سلامت جسمی و روانی را در طول چرخه زندگی افزایش دهد. به خصوص در افراد مسن، ورزش شناخت و حافظه را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد (کولکام و کرمر^۲، ۲۰۰۳). ورزش بر چندین پدیده فیزیولوژیکی مانند رگ‌زایی، نوروژنزیس و شکل‌پذیری سیناپسی اثر می‌گذارد و همچنین باعث ایجاد تغییراتی در مغز در سطوح آناتومیکی، سلولی و مولکولی می‌شود (دلاروزا^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). این اثرات با القای ترشح چندین مولکول ایجاد می‌شوند. در واقع، عضلات اسکلتی با ترشح مایوکاین‌هایی که اندام‌های متعددی را برای اثرات مفید هدف قرار می‌دهند، به ورزش پاسخ می‌دهند که از جمله آن‌ها می‌توان به آیریزین^۴ اشاره نمود (کی^۵ و همکاران، ۲۰۲۲).

در عضلات اسکلتی، آیریزین از FNDC۵ جدا شده و به جریان خون (جایی که عملکرد گرم‌زایی بافت چربی را فعال می‌کند) ترشح می‌شود (بوستروم^۶ و همکاران، ۲۰۱۲). آیریزین به‌عنوان یک مایوکاین جدید ناشی از ورزش، یک واسطه ارتباطی مهم بین عضله اسکلتی و مغز به‌شمار می‌رود. در سال‌های اخیر، تعدادی از مطالعات نشان داده‌اند که آیریزین بر بیماری‌های عصبی و سلامت روان نیز تأثیر می‌گذارد (چن^۷ و همکاران، ۲۰۲۲؛ ژانگ^۸ و همکاران، ۲۰۲۲). گزارش شده است که آیریزین می‌تواند از سد خونی-مغزی عبور کند و بیان عامل نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF)^۹ را در هیپوکمپ افزایش دهد که آن نیز نقش محوری در سلامت سیستم عصبی، بهبود یادگیری و حافظه دارد (کی و همکاران، ۲۰۲۲).

در همین زمینه، تسای^{۱۰} و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که سطوح سرمی BDNF به‌دنبال مداخلات حاد تمرین تناوبی شدید و تمرین تداومی با شدت متوسط افزایش یافت، ولی افزایش سطح آیریزین تنها پس از مداخله حاد تمرین تناوبی شدید در افراد میانسال و سالمندان مشاهده شد. در مطالعه دیگری، بسپاتین^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی در مردان سالم، میزان آیریزین گردش خون دو برابر شده است. اسپارهاگ-روزنبرگر^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تغییر در میزان سوخت‌وساز پایه و توده بدون چربی به‌دنبال برنامه تمرین مقاومتی شش ماهه، با تغییرات سطوح آیریزین ارتباطی ندارد. همچنین برادران و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند که هشت هفته تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) تغییر معنی‌داری در سطح آیریزین مردان دارای اضافه وزن ایجاد نمی‌کند.

^۱. Morris & Price

^۲. Colcombe & Kramer

^۳. De la Rosa

^۴. Irisin

^۵. Qi

^۶. Boström

^۷. Chen

^۸. Zhang

^۹. Brain-Derived Neurotrophic Factor

^{۱۰}. Tsai

^{۱۱}. Besse-Patin

^{۱۲}. Scharhag-Rosenberger

در حالی که بیشتر مطالعات پیرامون اثرات حاد و مزمن تمرینات هوازی و گاهاً مقاومتی بر سطوح آیریزین و BDNF تمرکز یافته‌اند، اما در زمینه کارایی تمرینات همزمان^۱ که در واقع ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی بوده و به ماهیت اکثر رشته‌های ورزشی و تمرینات کاربردی حوزه سلامت نزدیک‌تر است، مطالعات اندکی انجام شده است. پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش است که آیا پس از انجام یک دوره تمرینات همزمان، سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی در مردان میانسال دارای اضافه وزن افزایش می‌یابد؟ و اینکه آیا بین تغییرات سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی ارتباطی وجود دارد؟

روش تحقیق

طرح تحقیق مطالعه نیمه تجربی حاضر، پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. تعداد ۲۰ نفر مرد میانسال دارای اضافه وزن با دامنه سنی ۴۵ الی ۵۵ سال به صورت هدفمند انتخاب شدند. داوطلبان، افراد غیرسیگاری و غیرالکلی بودند که مشکل حرکتی و سابقه بیماری مزمن نداشتند و تحت درمان با هیچ‌گونه دارویی نبودند و شاخص توده بدنی آنان بین ۲۵ تا ۲۹/۹ قرار داشت. به دنبال جلسه آشنایی با روند مطالعه و اخذ رضایتنامه شرکت در مطالعه، شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفری تمرین و کنترل تقسیم شدند. در جلسه بعدی، پیش‌آزمون انجام شد که شامل اندازه‌گیری قد و وزن، خون‌گیری و تعیین یک تکرار بیشینه (۱RM) برای گروه‌های عضلانی مختلف بود. سپس آزمودنی‌های گروه تمرین، در هشت هفته برنامه تمرین همزمان شرکت نمودند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی نیز نمونه‌های خونی پس‌آزمون جمع‌آوری شدند.

پروتکل تمرینی

پروتکل برنامه تمرین همزمان شامل تمرینات هوازی و مقاومتی به صورت همزمان در هر جلسه تمرینی بود که به صورت چهار جلسه در هفته به مدت هشت هفته متوالی اجرا شد. هر جلسه تمرینی تقریباً ۷۵ دقیقه طول می‌کشید که شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۵ دقیقه تمرینات هوازی، ۲۰ دقیقه تمرینات مقاومتی و پنج دقیقه سرد کردن بود. تمرین هوازی روی تردمیل اجرا شد و شامل دو تناوب ۱۰ دقیقه‌ای با سرعت هشت کیلومتر بر ساعت در هفته‌های اول تا سوم، سرعت نه کیلومتر بر ساعت در هفته‌های چهارم تا ششم، سرعت ۱۰ کیلومتر بر ساعت در هفته‌های هفتم و هشتم و پنج دقیقه استراحت فعال روی تردمیل با سرعت چهار کیلومتر بر ساعت بین ست‌ها بود. برنامه تمرین مقاومتی شامل حرکات پرس سینه دستگاه، زیربغل سیم‌کش دستگاه، پرس سرشانه دستگاه و اسکات با اسمیت بود. هر حرکت به صورت سه ست ۱۰ تکراری با ۶۰ درصد ۱RM در ماه اول و ۷۰ درصد ۱RM در ماه دوم با استراحت یک دقیقه‌ای بین ست‌ها و استراحت دو دقیقه‌ای بین حرکات اجرا شد. برای تعیین قدرت ۱RM شرکت‌کنندگان، از فرمول برزینسکی استفاده گردید.

جمع‌آوری نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی به دنبال ۱۰ ساعت ناشتایی و هشت ساعت خواب شبانه، در وضعیت نشسته و از سیاهرگ ناحیه ساعد (آنتی‌کوبیتال) دست راست آزمودنی‌ها گرفته شد. در هر نوبت، مقدار هفت سی‌سی خون گرفته می‌شد و پس از جداسازی پلاسما تا انجام اندازه‌گیری‌های مربوطه، در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شد. برای اندازه‌گیری سطح آیریزین، از کیت الایزا با شماره کاتالوگ CSB-EQ۰۲۷۹۴۳HU ساخت کشور چین و برای اندازه‌گیری سطح BDNF از کیت الایزا با شماره کاتالوگ CSB-E۰۴۵۰۱h ساخت کشور چین استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. طبیعی بودن توزیع داده‌ها، با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی گردید. از آزمون‌های t وابسته و t مستقل به ترتیب برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی و همچنین از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی همبستگی بین متغیرها استفاده شد. معنی‌داری بین متغیرها در سطح $P \leq 0/05$ مورد توجه قرار گرفت.

یافته‌ها

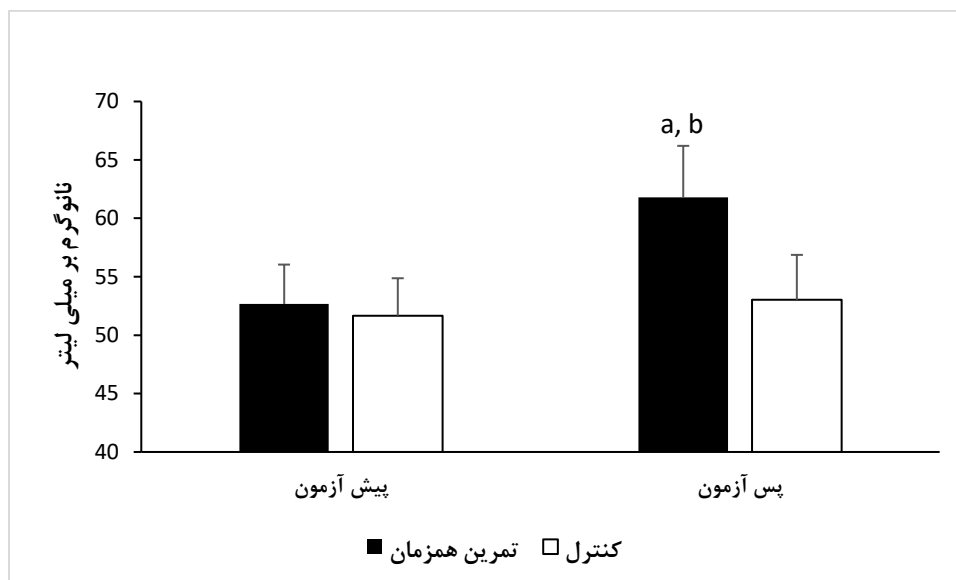
در جدول (۱)، ویژگی‌های مربوط به سن، قد و توده بدنی آزمودنی‌ها ارائه شده است. وزن گروه تمرین همزمان در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون، به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد ($p \leq 0/01$).

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌های شرکت‌کننده در مطالعه

متغیرها (انحراف معیار \pm میانگین)		گروه‌ها		
وزن پس‌آزمون (کیلوگرم)	وزن پیش‌آزمون (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	
$75/7 \pm 4/63$ ^{a, b}	85/6 \pm 6/55	177/5 \pm 26/56	51/8 \pm 3/12	تجربی (۱۰ نفر)
82/6 \pm 5/32	81/5 \pm 6/32	176/4 \pm 8/32	50/6 \pm 8/89	کنترل (۱۰ نفر)

** $p \leq 0/01^a$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون؛ $p \leq 0/01^b$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون

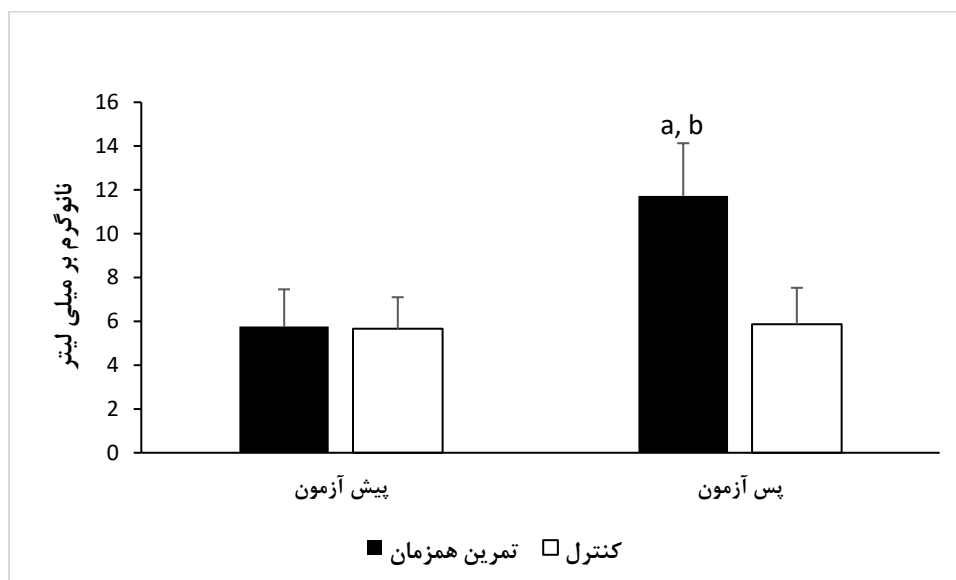
نتایج آزمون t وابسته نشان داد که برنامه تمرین همزمان موجب تغییر معنی‌دار آیریزین در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون شده است ($P \leq 0/001$). به‌علاوه، نتایج آزمون t مستقل حاکی از آن بود که در پس‌آزمون، سطح آیریزین در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافته است ($P \leq 0/001$) (شکل (۱)).



شکل ۱- میانگین سطح آیریزین پلاسمایی در گروه‌های مورد مطالعه

** $p \leq 0.01^a$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون؛ $p \leq 0.01^b$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون

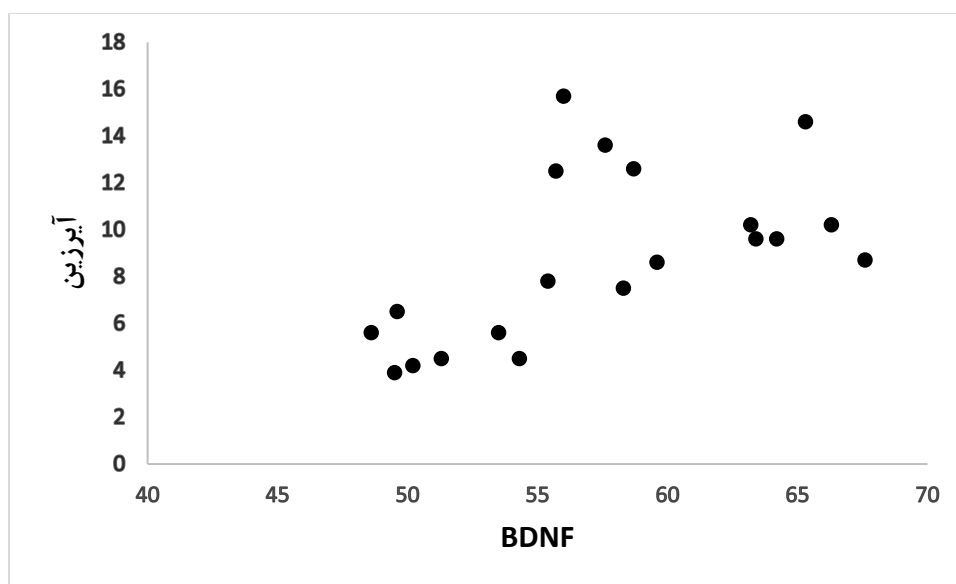
نتایج آزمون t وابسته نشان داد که برنامه تمرین همزمان موجب افزایش معنی‌دار BDNF در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون شده است ($P \leq 0.001$). به‌علاوه، نتایج آزمون t مستقل حاکی از آن بود که در پس‌آزمون، سطح BDNF در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافته است ($P \leq 0.001$) (شکل ۲).



شکل ۲- میانگین سطح BDNF پلاسمایی در گروه‌های مورد مطالعه

*** $p \leq 0.01^a$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون؛ $p \leq 0.01^b$ تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون

همچنین نتایج آزمون تحلیل آماری پیرسون نشان داد که ارتباط مثبت معنی‌داری بین تغییرات سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی وجود دارد ($r=0.569, p<0.01$) (شکل (۳)).



شکل ۳- ارتباط بین تغییرات سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی ($r=0.569, p<0.01$)

نتیجه‌گیری

کارایی عملکرد هر فرد با پیری دچار اختلال می‌شود، با این حال، تحت شرایط مراقبت و نگهداری مطلوب می‌توان در بیشتر موارد فرسودگی و گسیختگی مرتبط با افزایش سن را کاهش داد. در انسان‌ها، پیری یک عامل خطر برای بسیاری از شرایط از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت‌ها و زوال عقل به‌شمار می‌رود که یکپارچگی بدن و مغز را به خطر می‌اندازد. از سوی دیگر، فعالیت ورزشی منظم و تغذیه سالم، سنگ بناهای شناخته شده پیری سالم هستند (بیکر^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). عدم تحرک جسمانی یکی از مهم‌ترین علل مرگ و میر در جهان به‌شمار می‌رود که قابل پیشگیری می‌باشد و زمانی که با آثار مرتبط با آن مانند اضافه وزن یا چاقی ترکیب شود، اهمیت این موضوع دوچندان خواهد شد (دنی^۲ و همکاران، ۲۰۰۹)، زیرا چاقی زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های شناخته شده به‌شمار می‌رود (آلن^۳ و همکاران، ۲۰۱۳).

انحطاط عصبی، تا یک دهه یا بیشتر قبل از ظهور علائم بالینی بیماری‌های شناخته شده شروع می‌شود (موریس و همکاران، ۲۰۰۱). فعالیت جسمانی می‌تواند با نقش شناخته شده خود در حفظ سلامت نه تنها قلب و عروق، بلکه مغز و شناخت در افراد مسن یک ابزار مؤثر در این زمینه باشد (هیلمن^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). چندین مطالعه نشان داده‌اند که ارتباط معنی‌داری بین سطوح فعالیت جسمانی در طول زندگی و نشانگرهای زیستی آسیب‌های شناخته شده در افراد مسن وجود دارد. برای مثال، در مطالعه‌ای لیانگ^۵ و همکاران (۲۰۱۰) سطوح فعالیت جسمانی سالمندانی که از لحاظ عملکرد شناختی طبیعی بودند را در یک دهه گذشته به صورت پرسشنامه‌ای مشخص کردند. آنان گزارش نمودند افرادی که سابقه ورزشی کمتری داشتند، انباشتگی آمیلوئیدبتا، تائو و تائوی فسفریله‌شده بالایی دارند که همه این عوامل، علت و/یا معلول آسیب‌های شناخته شده بیماری آلزایمر می‌باشند. در مقابل، افراد فعالی که حداقل دستورالعمل‌های ورزشی انجمن قلب آمریکا را انجام داده بودند، انباشتگی آمیلوئیدبتای کمتری در مغز داشتند (لیانگ و همکاران، ۲۰۱۰).

مطالعه حاضر، با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرین همزمان (ترکیب تمرینات هوازی و مقاومتی) بر سطوح آیریزین و BDNF پلاسمایی در مردان میانسال انجام شد. در مطالعه حاضر، تمرین همزمان موجب افزایش سطوح آیریزین پلاسمایی پایه شد. این یافته با نتایج بسیاری از مطالعات پیشین که سطوح FNDC^۵ / آیریزین را اندازه‌گیری نموده‌اند، همسو می‌باشد. برای مثال، بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) افزایش mRNA FNDC^۵ را در عضلات اسکلتی موش و انسان پس از ۱۲ هفته ورزش هوازی تداومی گزارش کردند که موجب قهوه‌ای شدن بافت چربی سفید و افزایش گرم‌زایی می‌شود. در همین زمینه، کاستیلو-کوان^۶ (۲۰۱۲) موش‌ها را به مدت سه هفته به دویدن روی نوارگردان واداشت و یک افزایش ۶۵ درصدی پس از ورزش را در میزان آیریزین آن‌ها گزارش نمود. گروه پژوهشی لیکر^۷ و همکاران (۲۰۱۲)، ۲۴ بیمار با نارسایی قلبی سیستولیک را در برنامه تمرین هوازی سبک و سنگین شرکت دادند. گزارش‌های آنان حاکی از افزایش میزان FNDC^۵ mRNA بافت عضلانی بیمارانی که در برنامه تمرین هوازی سبک و سنگین حضور داشتند، بود. در مطالعه دیگری، بسپاتین و همکاران (۲۰۱۴) افزایش دو برابری میزان آیریزین گردش خون را به دنبال ۱۰ هفته تمرین هوازی در مردان سالم گزارش کردند. با این

^۱. Baker

^۲. Danaei

^۳. Allen

^۴. Hillman

^۵. Liang

^۶. Castillo-Quan

^۷. Lecker

حال، براساس مطالعه هکستدن^۱ و همکاران (۲۰۱۳) مشخص گردید که انجام سه نوبت ورزش در هفته به مدت ۲۶ هفته بر روی ۳۴ نفر در سنین بین ۳۰ تا ۶۰ سال، تغییری در مقدار آیریزین گردش خون در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نمی‌کند. یکی از دلایل این اختلاف با نتایج مطالعه حاضر را می‌توان در شدت تمرین جستجو کرد، چرا که در مطالعه هکستدن و همکاران (۲۰۱۳) شدت تمرینات هوازی (۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره) و مقاومتی (دو ست ۱۵ الی ۲۰ تکراری)، پایین‌تر از شدت‌های استفاده شده در مطالعه حاضر بود. یکی دیگر از نتایج مهم مطالعه حاضر، افزایش سطوح BDNF پلاسمایی به دنبال تمرینات همزمان و همبستگی متوسط آن با تغییرات آیریزین بود. همراستا با این یافته، ورن^۲ و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند ۳۰ روز فعالیت ورزشی اختیاری بر روی چرخ گردان در موش‌ها منجر به افزایش بیان ژن‌های PGC-1 α ، FNDC α و BDNF، ۱۰ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی شده است. یافته‌های اخیر نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی از طریق فعالسازی عوامل متابولیکی مانند AMPK، SIRT1 و CREB منجر به افزایش میزان mRNA ژن‌های PGC1 α و FNDC α می‌شود که آن‌ها نیز به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم (برای مثال، از طریق افزایش بیان BDNF) اثرات مثبت ورزش بر بدن را موجب می‌شوند (فرشباغ و همکاران، ۲۰۱۶). BDNF عضوی از خانواده عوامل رشدی به نام نوروتروفین‌ها است که به‌طور کلی این عامل رشد عصبی، در مغز و اعصاب محیطی یافت می‌شود و نقش مهمی در حفاظت نورونی، نورون‌زایی و عملکرد شناختی دارد (مائیک^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر نقش در تکثیر، تمایزپذیری و حیات نورون‌ها در حین رشد و نمو، شواهد نشان می‌دهند که BDNF در تنظیم اشتها، غذا خوردن و متابولیسم انرژی نیز نقش دارد (لبرون^۴ و همکاران، ۲۰۰۶). با این حال، عدم اندازه‌گیری عملکرد شناختی در مطالعه حاضر، از محدودیت‌های این مطالعه به‌شمار می‌رود. به‌طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین همزمان موجب افزایش سطوح پایه آیریزین و BDNF پلاسمایی می‌شود. به نظر می‌رسد این روش تمرین می‌تواند با تنظیم مثبت سطوح آیریزین و BDNF در مردان میانسال، با اثرات مخرب افزایش سن و پیری مقابله نماید.

^۱. Hecksteden

^۲. Wrann

^۳. Maaik

^۴. Lebrun

منابع

برادران، حبیب؛ رحمانی‌نیا، فرهاد؛ علمیه، علیرضا (۱۳۹۹). اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) بر سطوح سرمی آیریزین و لپتین در مردان دارای اضافه وزن. *دانشور پزشکی*، ۲۸(۴)، ص ۲۲-۱۰.

- Allen, S.J., Watson, J.J., Shoemark, D.K., Barua, N.U. & Patel, N.K. (۲۰۱۳). GDNF, NGF and BDNF as therapeutic options for neurodegeneration. *Pharmacology & therapeutics*, ۱۳۸(۲), p.۱۵۵-۱۷۵.
- Baker, L.D., Bayer-Carter, J.L., Skinner, J., Montine, T.J., Cholerton, B.A., Callaghan, M. & et al. (۲۰۱۲). High-intensity physical activity modulates diet effects on cerebrospinal amyloid- β levels in normal aging and mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, ۲۸(۱), p.۱۳۷-۱۴۶.
- Besse-Patin, A., Montastier, E., Vinel, C., Castan-Laurell, I., Louche, K., Dray, C. & et al. (۲۰۱۴). Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *International journal of obesity*, ۳۸(۵), p.۷۰۷-۷۱۳.
- Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M.P., Korde, A., Ye, L., Lo, J.C. & et al. (۲۰۱۲). A PGC α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*, ۴۸۱(۷۳۸۲), p.۴۶۳-۴۶۸.
- Castillo-Quan, J.I. (۲۰۱۲). From white to brown fat through the PGC- α _ depend-ent myokine irisin: implications for diabetes and obesity. *Dis Model Mech*, ۵, p.۲۹۳-۵.
- Chen, K., Wang, K. & Wang, T. (۲۰۲۲). Protective effect of irisin against Alzheimer's disease. *Frontiers in Psychiatry*, No.۱۳.
- Colcombe, S. & Kramer, A.F. (۲۰۰۳). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological science*, ۱۴(۲), p.۱۲۵-۱۳۰.
- Danaei, G., Ding, E.L., Mozaffarian, D., Taylor, B., Rehm, J., Murray, C.J. & Ezzati, M. (۲۰۰۹). The preventable causes of death in the United States: comparative risk assessment of dietary, lifestyle, and metabolic risk factors. *PLoS medicine*, ۶(۴).
- De la Rosa, A., Olaso-Gonzalez, G., Arc-Chagnaud, C., Millan, F., Salvador-Pascual, A., García-Lucerga, C. & et al. (۲۰۲۰). Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Journal of sport and health science*, ۹(۵), p.۳۹۴-۴۰۴.
- Hecksteden, A., Wegmann, M., Steffen, A., Kraushaar, J., Morsch, A. & Ruppenthal, S. & et al. (۲۰۱۳). Irisin and exercise training in humans – results from a randomized controlled training trial. *BMC Med*, ۱۱, p.۲۳۵.
- Hillman, C.H., Erickson, K.I. & Kramer, A.F. (۲۰۰۸). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature reviews neuroscience*, ۹(۱), p.۵۸-۶۵.
- Jodeiri Farshbaf, M., Ghaedi, K., Megraw, T.L., Curtiss, J., Shirani Faradonbeh, M., Vaziri, P. & Nasr-Esfahani, M.H. (۲۰۱۶). Does PGC α /FNDC α /BDNF elicit the beneficial effects of exercise on neurodegenerative disorders? *Neuromolecular medicine*, ۱۸, p.۱-۱۵.
- Lebrun, B., Bariohay, B., Moyse, E., Jean, A. (۲۰۰۶). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and food intake regulation: a minireview. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, ۱۲۶-۱۲۷, p.۳۰-۸.

- Lecker, S.H., Zavin, A., Cao, P., Arena, R., Allsup, K., Daniels, K.M. & et al. (۲۰۱۲). Expression of the irisin precursor FNDC^o in skeletal muscle correlates with aerobic exercise performance in patients with heart failure. *Circ Heart Fail*, *o*, p. ۸۱۲-۸.
- Liang, K.Y., Mintun, M.A., Fagan, A.M., Goate, A.M., Bugg, J.M., Holtzman, D.M. & et al. (۲۰۱۰). Exercise and Alzheimer's disease biomarkers in cognitively normal older adults. *Annals of neurology*, *۶۸*(۳), p. ۳۱۱-۳۱۸.
- Maaike Goekinta, B. & et al. (۲۰۱۰). Does a period of detraining cause a decrease in serum brain-derived neurotrophic factor? *Neuroscience letters*, *۴۸۶*(۱۳), p. ۱۴۶-۹.
- Morris, J.C. & Price, A.L. (۲۰۰۱). Pathologic correlates of nondemented aging, mild cognitive impairment, and early-stage Alzheimer's disease. *J Mol Neurosci*, *۱۷*, p. ۱۰۱-۱۱۸.
- Qi, J.Y., Yang, L.K., Wang, X.S., Wang, M., Li, X.B., Feng, B. & et al. (۲۰۲۲). Mechanism of CNS regulation by irisin, a multifunctional protein. *Brain Research Bulletin*, vol. *۱۸۸*, p. ۱۱-۲۰. <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.brainresbull.۲۰۲۲.۰۷.۰۰۷>
- Scharhag-Rosenberger, F., Meyer, T., Wegmann, M., Ruppenthal, S., Kaestner, L., Morsch, A. & Hecksteden, A. (۲۰۱۴). Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in resting metabolic rate. *Medicine and science in sports and exercise*, *۴۶*(۹), p. ۱۷۳۶-۱۷۴۳.
- Tsai, C.L., Pan, C.Y., Tseng, Y.T., Chen, F.C., Chang, Y.C. & Wang, T.C. (۲۰۲۱). Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous exercise on BDNF and irisin levels and neurocognitive performance in late middle-aged and older adults. *Behavioural brain research*, *۱۰*(۴۱۳), p. ۱۱۳۴۷۲.
- Wrann, C.D., White, J.P., Salogiannis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J. & et al. (۲۰۱۳). Exercise induces hippocampal BDNF through a PGC- α /FNDC^o pathway. *Cell Metabolism*, *۱۸*, p. ۶۴۹-۵۹.
- Zhang, Y., Zhang, X. & Lin, S. (۲۰۲۲). Irisin: A bridge between exercise and neurological diseases. *Heliyon*, e۱۲۳۵۲.