بررسی اثر بخشی هشت هفته تمرین عملکردی با شدت زیاد بر سطوح سرمی عوامل مؤثر بر سلامت مغز در مردان و زنان سالمند

سعید کوه‌گردزاده[1]، وحید ولی‌پور ده‌نو[2*]، مهدیه ملانوری شمسی[3]

۱-دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

یافته / دوره ۲۳ / شماره ۴ / پاییز ۱۴۰۰ / مسلسل ۸۹

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۴/۱۳ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۶/۲۸

مقدمه: تمرین عملکردی با شدت زیاد به‌خوبی توسط افراد سالمند قابل اجرا است اما اثر این نوع تمرین بر عوامل سرمی مرتبط با سلامت مغزی بررسی نشده است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین عملکردی با شدت زیاد بر سطوح سرمی BDNF، IGF-1 و VEGF مردان و زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی، تعداد ۲۳ نفر (۷ مرد و ۱۶ زن) به دو گروه تجربی (۱۶ نفر) و کنترل (۷ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی پروتکل تمرینی که شامل شش حرکت بود را سه جلسه (هر جلسه ۲۵ دقیقه) در هفته، برای هشت هفته انجام دادند. حرکات با شدت تمام برای ۳۰ ثانیه اجرا می‌شدند. بین هر دور ۱۵ ثانیه و بین هر حرکت ۲ دقیقه استراحت وجود داشت. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی و کوواریانس استفاده شد و سطح معناداری $p<۰/۰۵$ تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در گروه تجربی مقادیر سرمی BDNF (p=۰/۰۰۰۵، ۱۱/۳۷+)، VEGF (p=۰/۰۰۰۵، ۷/۴۹+)، IGF-1 (p=۰/۰۰۱، ۳/۹۱+)، LDL (p=۰/۰۰۴، ۳/۳۳−) و HDL (p=۰/۰۰۴، ۷/۴۸+) به‌طور معناداری تغییر کرد. در گروه کنترل مقادیر سرمی BDNF (p=۰/۱۴۹، ۱/۵۸+)، IGF-1 (p=۰/۴۸۶، ۰/۲۷+)، LDL (p=۰/۸۹۷، ۰/۱۴+) و HDL (p=۰/۵۳۴، ۱/۱۰+) به‌طور غیرمعنادار و VEGF (p=۰/۰۱۰، ۰/۶۷+) به‌طور معناداری تغییر کرد. نتایج آزمون کوواریانس اختلاف معناداری را بین دو گروه در همه متغیرها نشان داد ($p<۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری: هشت هفته تمرین عملکردی با شدت زیاد در مردان و زنان سالمند، سطوح سرمی عوامل مرتبط با سلامت مغزی را افزایش می‌دهد. بنابراین، انجام این تمرینات برای بهبود عملکرد مغزی در سالمندان پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین عملکردی با شدت زیاد، سالمندی، سلامت مغزی.

*آدرس مکاتبه: خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.

پست الکترونیک: valipour.v@lu.ac.ir

مقدمه

سالمندی فرایندی زیستی، خودبخودی، پیشرونده، بازگشت‌ناپذیر و بخشی از روند طبیعی زندگی انسان محسوب می‌شود که توانایی جسمی و ذهنی فرد را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد (۱). بر اثر تحلیل قوای جسمانی و ذهنی سالمندان، تنوع و کثرت مسائل در سالمندی امری کاملاً طبیعی به‌نظر می‌رسد، از این رو هیچ دوره‌ای از زندگی مانند سالمندی پر مسئله و نگران کننده نیست (۱،۲). در خلال قرن گذشته و به‌تازگی با توجه به پیشرفت‌های زیاد در بهداشت و پزشکی، امید به زندگی به‌طور عمومی افزایش یافته است و جمعیت سالمندان به‌طور قابل توجهی در حال افزایش است (۲). با افزایش جمعیت سالمندان، نسبت بیماری‌های مزمن، ناتوانی‌ها، معلولیت‌ها و از کار افتادگی‌های دوران سالمندی که ناشی از عدم فعالیت جسمانی و استفاده صحیح از عضلات است، افزایش یافته است (۳). علاوه بر این، سالمندی موجب تحلیل سیستم عصبی و نقص در کارکردهای شناختی شامل یادگیری، توانایی‌های زبانی، توجه و همچنین حافظه می‌گردد (۴).

آمارها نشان می‌دهند که یک سوم بزرگسالان کاهش تدریجی در عملکرد شناختی را به‌عنوان اختلالی که متناسب با افزایش سن رخ می‌دهد همچون جنون، آلزایمر (۵) و افسردگی (۶) تجربه می‌کنند. یکی از مهم‌ترین عوامل در این خصوص کاهش حجمی در برخی از قسمت‌های مغزی، بویژه هایپوکمپ است (۷). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که عوامل رشدی می‌توانند واسطه شکل‌پذیری هایپوکمپ باشند و اثرات مفیدی بر وضعیت حافظه در جریان افزایش سن داشته باشند (۷).

با توجه به اینکه یکی از مهمترین عوامل موجود در هایپوکمپ که با سلامت مغزی مرتبط است، عامل مغذی عصبی مشتق از مغز (Brain derived neurotrophic factor, BDNF) می‌باشد (۶)، بررسی‌های انجام شده بیانگر این مسئله هستند که کاهش حجم هایپوکمپ رابطه مستقیمی با کاهش BDNF دارد (۶). BDNF یک پروتئین بنیادی و عضوی از خانواده‌ی نوتروفین‌هاست (۸) که نقش حیاتی در تکامل و حفظ سلامت دستگاه عصبی مرکزی و محیطی، شکل‌پذیری سیناپسی و افزایش نورون‌های مغزی، تکثیر و بقای سلول عصبی (۹) همچنین یادگیری، حافظه و تغییرات خلقی دارد (۶،۹). از سویی دیگر، عامل رشد شبه انسولین-۱ (Insulin-like growth factor, IGF-1) عامل میانجی تروفیکی است که از طریق هورمون رشد عمل نموده و تنظیم کننده رشد سلولی و متابولیسم محیطی بدن می‌باشد (۱۰). IGF-1 در بافت‌های زیادی از جمله، مغز بیان می‌شود و به‌جهت تأثیر بر رشد سلول‌های عصبی، تمایز، سنتز و رهاسازی انتقال دهنده‌های عصبی حائز اهمیت می‌باشد (۱۱). تحقیقات نشان داده‌اند که همراه با افزایش سن غلظت سرمی و پلاسمایی هورمون‌های آنابولیک نظیر تستوسترون و IGF-1 کاهش می‌یابد (۱۲). عامل رشد اندوتلیال عروقی (Vascular endothelial growth factor, VEGF) یک پروتئین القا شده از هایپوکسی است که باعث تشکیل و رشد رگ‌های خونی که در ارتباط با شناخت بهتر هستند، می‌شود. VEGF در چندین سلول و بافت از جمله عضلات صاف و اسکلتی، سلول‌های اندوتلیال، ماکروفاژها و سلول‌های گلیال بیان می‌شود (۷).

مطالعات مختلف تأیید کننده اثرات مفید فعالیت‌های ورزشی بر بهبود شکل‌پذیری هایپوکمپ و حافظه می‌باشند (۱۳) و پیشنهاد شده است که عواملی مانند BDNF، IGF-1 و VEGF به‌عنوان پروتئین‌های کلیدی در اثر تنظیمی فعالیت‌های ورزشی بر وضعیت حافظه و شکل‌پذیری هایپوکمپ مطرح هستند (۱۴). بنابراین، یکی از سازوکارهای احتمالی برای افزایش BDNF فعالیت ورزشی بویژه فعالیت ورزشی طولانی‌مدت می‌باشد (۱۵). فعالیت جسمانی تکثیر

سلولی، بقای سلولی و نورون‌زایی در هایپوکمپ را افزایش می‌دهد تا یادگیری و شناخت را بهبود و افزایش دهد (۱۵). سطح BDNF با گذشت زمان یعنی افزایش سن، کاهش می‌یابد و فعالیت جسمانی می‌تواند سطوح عوامل رشد عصبی مانند BDNF را در هر سنی افزایش دهد (۱۴،۱۵).

همچنین، فعالیت ورزشی حاد بیان و رهایش IGF-1 را از کبد، مغز و عضلات اسکلتی تحریک می‌کند. از این رو به‌نظر می‌رسد که برای عصب‌زایی هایپوکمپ ناشی از فعالیت حاد و نیز بازیابی عملکرد پس از آسیب مغزی، بیان و ترشح IGF-1ضروری است (۱۰). IGF-1 اثرات محافظت کننده عصبی‌ای در مدل‌های آسیب به دستگاه عصبی مرکزی دارد و تکثیر سلول اجدادی و نرون‌ها، الیگودندروسیت‌ها و رگ‌های خونی جدید در شکنج‌های دندانه‌دار هایپوکمپ را افزایش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد IGF-1 گردش خونی برای شکل‌پذیری عصبی ناشی از ورزش ضروری است؛ چون مسدود کردن ورود IGF-1 گردش خونی به‌درون مغز به‌طور کامل اثرات عصب‌زایی و محافظت کننده عصبی ورزش را از بین می‌برد (۱۶). ورزش همچنین می‌تواند بیان mRNA و پروتئین و سطوح سرمی VEGF را افزایش دهد. به‌هر حال، چون VEGF در تشکیل عروق خونی در مغز مؤثر است به‌طور غیر مستقیم می‌تواند بر روی فرایندهای یادگیری، حافظه و عملکرد شناختی تأثیرگذار باشد (۱۷).

تمرین عملکردی با شدت زیاد (High intensity functional training, HIFT) یک روش تمرینی است که بر بهبود عملکرد در فعالیت‌های روزانه زندگی تأکید دارد. حرکات چند مفصلی که می‌توانند در هر سطحی آمادگی جسمانی را تغییر دهند و عضلات بیشتری را نسبت به ورزش سنتی درگیر کنند در این روش تمرینی رایج است. در نتیجه این تمرینات باعث افزایش استقامت عضلانی و قلبی-عروقی، قدرت و انعطاف‌پذیری می‌شوند (۱۸). HIFT یک روش تناسب اندام منحصر به‌فرد است که سبک زندگی فعال را ترویج می‌کند و طی دو دهه گذشته رشد نمایی و مداوم داشته است. HIFT یک روش تمرینی است که انواع مختلفی از حرکات را شامل می‌شود. حرکات عملکردی با شدت زیاد نسبت به توانایی فرد انجام می‌شوند و به‌منظور بهبود پارامترهای آمادگی جسمانی عمومی (به‌عنوان مثال، استقامت قلبی عروقی، قدرت، ترکیب بدن، انعطاف‌پذیری و ...) و عملکردی (به‌عنوان مثال، چابکی، سرعت، تعادل، هماهنگی عصبی-عضلانی و ...) بکار برده می‌شوند. همچنین تعداد قابل توجهی از افراد را به‌خود جذب کرده است. برنامه‌های HIFT می‌تواند به اندازه ۵ دقیقه کوتاه باشد و افراد اغلب با بیش از ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب خود مشغول به فعالیت جسمانی می‌شوند (۱۹). به‌تازگی، چندین پژوهشگر، تأثیر برنامه‌های مبتنی بر HIFT را بررسی کرده‌اند و پیشرفت‌های قابل توجهی در حداکثر اکسیژن مصرفی (تقریباً ۱۲ درصد)، کاهش چربی بدن (تقریباً ۸ درصد) همچنین بهبود محتوای مواد معدنی استخوان (تقریباً ۱ درصد) را پس از ۱۶ هفته HIFT نشان داده‌اند (۱۸). مطالعه‌ای که با هدف بررسی تغییرات در ترکیب بدن و کنترل گلوکز خون در ۸ هفته تمرین هوازی و مقاومتی در مقایسه با HIFT در بین بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق انجام شده است تفاوت معناداری در ترکیب بدن و گلوکز در بین گروه‌ها مشاهده نکرده بود (۲۰).

امروزه بیش از پیش ثابت شده است که افراد مسن می‌توانند با تمرینات ورزشی سازگار شوند، ظرفیت کار بدنی خود را بهبود یا توسعه دهند و از این نظر در برخی موارد با جوانان مقایسه شوند. افراد سالمند به‌دلیل برخی محدودیت‌های موجود از نظر فیزیولوژیکی، جسمانی و حرکتی قادر به انجام برخی فعالیت‌ها نیستند؛ بنابراین، ضرورت برنامه‌ریزی یک برنامه تمرینی مناسب با توجه به وضعیت بدنی آنها، نمود بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین، با توجه به انجام مطالعات کم راجع به اثر تمرینات HIFT بر روی متغیرهای مرتبط با سلامت مغزی در سالمندان، هدف اول مطالعه حاضر بررسی اثر این نوع تمرین بر

سطوح سرمی BDNF، IGF-1 و VEGF و هدف دوم به‌منظور ارزیابی اثربخشی تمرین ارزیابی سطوح سرمی LDL و HDL مردان و زنان سالمند بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود و به‌صورت میدانی در سال ۱۳۹۹ در شهرستان خرم‌آباد انجام شد. جامعه آماری کلیه سالمندان حاضر در خانه سالمندان صدیق خرم‌آباد بودند که تعداد ۲۳ نفر (۷ مرد و ۱۶ زن) از آن‌ها به‌عنوان نمونه به دو گروه تجربی (۱۶ نفر، ۱۰ زن و ۶ مرد) و گروه کنترل (۷ نفر، ۶ زن و ۱ مرد) تقسیم شدند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول یک آورده شده است. معیارهای ورود به مطالعه عبارت‌اند از: نداشتن مشکل ارتوپدی، پذیرش شرایط مطالعه و نداشتن مشکل روانشناختی و معیارهای خروج، عدم هماهنگی کامل با پژوهشگر در خلال پژوهش، دچار آسیب شدن و ناتوانی برای ادامهٔ شرکت در پژوهش و ناتوانی در اجرای برنامهٔ ورزشی به‌طور مناسب بود.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه تجربی (میانگین ± انحراف معیار)	گروه کنترل (میانگین ± انحراف معیار)
سن (سال)	۶۹ ± ۷/۱۶	۶۸ ± ۶/۳۵
وزن (کیلوگرم)	۶۵ ± ۶/۱۹	۶۳ ± ۵/۶۳
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳ ± ۷/۲۵	۱۵۹ ± ۷/۸۳

گروه تجربی پروتکل تمرینی هشت هفته‌ای، سه جلسه در هفته که شامل شش حرکت می‌باشد را اجرا کردند. پروتکل تمرینی جلسه اول یک دور، جلسه دوم دو دور و از جلسه سوم به بعد سه دور اجرا شد. بین دورها سه دقیقه استراحت وجود داشت. در این پروتکل، حرکات با شدت تمام برای ۳۰ ثانیه اجرا می‌شدند و بین هر دور ۱۵ ثانیه و بین هر حرکت دو دقیقه استراحت وجود داشت. مدت زمان هر جلسه بدون احتساب زمان گرم کردن و سرد کردن تقریباً ۲۵ دقیقه بود. منطق استفاده از این حرکات در برنامه تمرینی، کاربرد آنها در فعالیت‌های زندگی روزمره بیشتر افراد بوده است. به‌همین دلیل، پیشنهاد شده که این حرکات به راحتی توسط همه افراد بویژه افراد سالمند قابل اجراست. پروتکل تمرینی در جدول ۲ و نحوه اجرای آن‌ها در شکل ۱ آورده شده است. گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیت جسمانی منظمی نداشتند.

جدول ۲. پروتکل تمرینی

حرکات	زمان اجرای هر حرکت	زمان استراحت
بشین پاشو	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه
پاس جلو سینه	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه
زیگ‌زاگ جانبی	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه
بلندکردن وزنه و گذاشتن روی میز	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه
رفت و برگشت ۵ متر	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه
پایین آوردن وزنه از روی میز	۳۰ ثانیه	۱۵ ثانیه

شکل ۱. نحوه اجرای حرکات

۲۴ ساعت قبل از اجرای پروتکل تمرینی و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل تمرینی، نمونه خون توسط کارشناس آزمایشگاه از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا بین ساعت ۷ و ۳۰ دقیقه تا ۸ گرفته شد. نمونه‌های خون با ۳۵۰۰ دور در دقیقه

برای ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم به‌دست آمده در داخل تیوپ‌های ویژه ریخته شد و برای آزمایش‌های بعدی در دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

روش اندازه‌گیری سطوح سرمی متغیرها

غلظت‌های سرمی BDNF، VEGF و IGF-1 به وسیله کیت‌های الایزا (BDNF: حساسیت: ۰/۰۶۳ نانوگرم/ میلی-لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰-۰/۳۱۲ نانوگرم/میلی‌لیتر؛ VEGF: حساسیت: ۲۵/۲۹ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰۰۰- ۳۱/۲۵ نانوگرم/میلی‌لیتر و IGF-1: حساسیت ۰/۰۷۸ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۲۰-۳۱۲/ نانوگرم/میلی‌لیتر، کازابایو، ژاپن) بر اساس دستورالعمل شرکت مربوطه اندازه-گیری شدند. علاوه بر اندازه‌گیری متغیرهای بالا مربوط به سلامت مغز، همچنین، به‌منظور ارزیابی کارایی پروتکل تمرینی سطوح سرمی HDL و LDL اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون‌های t زوجی برای مقایسه درون گروهی و تحلیل کوواریانس (از داده‌های پیش-آزمون به عنوان کووریت استفاده شد) برای مقایسه بین گروهی استفاده شد. سطح معناداری $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج توصیفی و نتایج آزمون t زوجی در جدول ۳ آورده شده است. نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در گروه تجربی مقادیر سرمی BDNF (p=۰/۰۰۰۵، ۱۱/۳۷+)، VEGF (p=۰/۰۰۰۵، ۷/۴۹+)، IGF-1 (p=۰/۰۰۱، ۳/۹۱+)، LDL (p=۰/۰۰۴، ۳/۳۳-) و HDL (p=۰/۰۰۴، ۷/۴۸+) به‌طور معناداری تغییر کردند. اما در گروه کنترل مقادیر سرمی BDNF (p=۰/۱۴۹، ۱/۵۸+)، IGF-1 (p=۰/۴۸۶، ۰/۲۷+)، LDL (p=۰/۸۹۷، ۰/۱۴+) و HDL (p=۰/۵۳۴، ۱/۱۰+) به-طور غیرمعنادار و VEGF (p=۰/۰۱۰، ۰/۶۷+) به‌طور معناداری تغییر کردند.

جدول ۳. غلظت‌های سرمی متغیرها (میانگین ± انحراف معیار) و نتایج آزمون t زوجی

گروه‌ها	تجربی		کنترل	
مراحل آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
BDNF (ng/ml)	۸/۲۷ ± ۰/۴۱	۹/۲۱ ± ۰/۸۷*	۸/۸۶ ± ۰/۴۸	۹/۰۰ ± ۰/۶۴
VEGF (ng/ml)	۱۲۶/۵۷ ± ۶/۹۷	۱۳۶/۰۵ ± ۱۰/۴۲*	۱۲۳/۰۹ ± ۸/۱۴	۱۲۳/۹۲ ± ۸/۲۹*
IGF-1 (ng/ml)	۳۰۸/۶۵ ± ۱۵/۳۹	۳۲۰/۷۲ ± ۱۸/۱۷*	۲۶۴/۳۰ ± ۳۳/۶۶	۲۶۵/۰۱ ± ۳۳/۱۹
LDL (mg/dl)	۱۰۶/۸۱ ± ۱۹/۸۶	۱۰۳/۲۵ ± ۱۷/۹۵*	۱۰۴/۱۴ ± ۱۸/۷۸	۱۰۴/۲۹ ± ۲۰/۲۲
HDL (mg/dl)	۴۵/۸۸ ± ۹/۸۵	۴۹/۳۱ ± ۸/۴۳*	۳۹/۱۴ ± ۶/۲۸	۳۹/۵۷ ± ۶/۱۱

*معنی‌داری (P<۰/۰۵)

نتایج آزمون کوواریانس در جدول ۴ آورده شده است. این نتایج اختلاف معناداری را بین دو گروه در همه متغیرها نشان داد (p<۰/۰۵). یعنی انجام هشت هفته تمرینات عملکردی با شدت زیاد سطوح سرمی متغیرهای BDNF، VEGF، IGF-1، LDL و HDL را در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری تغییر داده است.

جدول ۴. نتایج آزمون کوواریانس

متغیرها	مقدار F	ارزش p
BDNF	۱۹/۱۹۷	۰/۰۰۰۵
VEGF	۷/۶۲۹	۰/۰۱۲
IGF-1	۴/۳۴۹	۰/۰۵
LDL	۴/۴۳۹	۰/۰۴۸
HDL	۷/۹۸۴	۰/۰۱۰

*معنی‌داری (P<۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

اهداف مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین HIFT بر سطوح سرمی BDNF، IGF-1 و VEGF (سلامت مغزی) و سطوح سرمی LDL و HDL (اثربخشی تمرین) مردان و زنان سالمند بود. در واقع، ۸ هفته تمرین HIFT سطوح سرمی BDNF، IGF-1، VEGF، LDL و HDL مردان و زنان سالمند را به‌طور معناداری تغییر داد. یعنی، پروتکل تمرین HIFT در مطالعه حاضر علاوه بر ایجاد تغییرات مفید در سطوح سرمی متغیرهای مرتبط با سلامت مغزی، سطوح سرمی HDL و LDL را نیز افزایش داد که نشان دهنده اثربخشی مثبت این نوع تمرین بود.

در این پژوهش از تمرینات HIFT استفاده شد. HIFT برنامه‌ای است که در آن از دوره‌های تمرین نسبتاً کوتاه با شدت زیاد استفاده می‌شود و جایگزینی برای تمرین هوازی سنتی به‌منظور تقویت آمادگی سوخت‌وسازی (metabolic conditioning) است. HIFT تمرینات منظم HIIT و رویکردهای تمرینات عملکردی (مرتبط با فعالیت‌های روزمره) را ادغام می‌کند. برنامه‌های تمرینی HIFT برای پرداختن به چندین حوزه تناسب اندام طراحی شده‌اند. به هر حال، تمرینات HIFT هر دو مسیر انرژی هوازی و بی‌هوازی را از طریق تعادل در استفاده از قدرت، انعطاف‌پذیری، سرعت، استقامت، چابکی و هماهنگی تحت فشار قرار می‌دهد. در نهایت، استفاده از تمرینات عملکردی در محیط‌هایی که ممکن است در آن‌ها مراکز و تجهیزات بدنسازی در دسترس نباشد، بسیار مفید است (۲۱).

امروزه BDNF به‌عنوان یک عامل نوروتروفیک که از اثرات سیستمیک مهم و گسترده‌ای برخوردار است، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. BDNF نه تنها در سیستم عصبی نقش بسیار مهمی دارد، بلکه در تنظیم انرژی، دریافت کالری و اکسیداسیون چربی نیز نقش دارد (۲۲). ورزش جسمانی سبب افزایش اندازه و درجه انشعابات پایانه‌های عصب حرکتی در پیوندگاه عصبی-عضلانی می‌شود و مقدار استیل‌کولین را نیز افزایش می‌دهد (۲۳). با افزایش جریان استیل‌کولین در هایپوکمپ، سطوح BDNF افزایش می‌یابد، زیرا استیل‌کولین بیان ژن BDNF را تنظیم می‌کند (۲۴). بنابراین، به‌نظر می‌رسد با شروع و افزایش فعالیت جسمانی بیان BDNF افزایش می‌یابد به‌طوری که نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین HIFT سطوح سرمی BDNF در مردان و زنان سالمند را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد. این یافته‌ها با نتایج مطالعه Coelhoa و همکاران که نشان دادند ورزش جسمانی غلظت‌های محیطی BDNF را در افراد سالمند افزایش می‌دهد هم راستاست (۲۵). همچنین، Erickson و همکاران افزایش اندازه هایپوکمپ و در نتیجه افزایش بیان BDNF و بهبود حافظه را پس از یک سال فعالیت هوازی در ۱۲۰ سالمند مشاهده کردند. آن‌ها ارتباط معناداری بین افزایش اندازه هایپوکمپ و افزایش سطوح BDNF را گزارش کردند (۲۶). این نتایج با نتایج گزارش شده توسط Goekint و همکاران که عدم تغییر معنادار در میزان BDNF سرم را در پاسخ به فعالیت مقاومتی گزارش کرده بودند، در تناقض می‌باشد (۲۷). نشان داده شده که سطوح گردش خونی BDNF به‌وسیله عوامل بسیاری شامل جنس، سن، وزن بدن و وضعیت تغذیه‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرد. غلظت‌های BDNF با افزایش سن تغییر می‌یابد و مشخص شده که کاهش نرونی در افراد سالمند با سطوح پایین BDNF محیطی مرتبط است. برخی مطالعات، غلظت بیشتر BDNF در زنان در مقایسه با مردان را گزارش کرده‌اند، در حالی که دیگر مطالعات چنین تفاوتی را نشان نداده‌اند (۱۷). در مطالعه‌ای دیگر نتایج نشان داده که یک جلسه تمرین دایره‌ای در زنان سالمند سطوح BDNF را به طور معناداری افزایش داده در حالی که در مردان سالمند این افزایش غیر معنادار بوده است (۱۷). همچنین، گزارش شده که غلظت BDNF در سطوح سلولی و خارج سلولی، با افزایش سن کاهش می‌یابد که با

کاهش تعداد نرون‌ها و کاهش حجم هایپوکمپ مرتبط است (۲۵). علاوه بر سطوح کاهش یافته، گیرنده‌های آن نیز با افزایش سن در سالمندان سالم و آن‌هایی که بیماری آلزایمر دارند، کاهش می‌یابد (۲۵) که در نتیجه، از اثرات سودمند BDNF به‌مقدار زیادی کاسته می‌شود. مداخله با هدف کاهش در سطو BDNF یا گیرنده‌های آن می‌تواند شکل‌پذیری سیناپسی و نرون‌زایی در هایپوکمپ را کاهش دهد. تصور می‌شود که شکل‌پذیری سیناپسی و نرون‌زایی فرایندهای نرونی هستند که زمینه یادگیری و حافظه وابسته به هایپوکمپ را شکل می‌دهند (۲۸). بنابراین، با توجه به کاهش سطوح سرمی BDNF و گیرنده‌های آن در افراد سالمند، این اثرات مخرب سالمندی بر حافظه و یادگیری را می‌توان تا حدودی به‌وسیله تمرینات ورزشی بویژه تمرین HIFT که با فعالیت‌های زندگی روزمره افراد سالمند مرتبط است، کاهش داد.

IGF-1 به‌عنوان وساطت کننده اثرات ورزش بر بخش-های مختلف بدن عمل می‌کند و عامل رشدی است که در نقش یک عامل بقای نیرومند برای نرون‌ها و الیگودندروسیت‌ها ظاهر شده است. همچنین، در رشد و تمایز نرونی در مغز شرکت می‌کند (۱۱،۱۴). علاوه بر این، IGF-1 ممکن است یک واسطه بالا دست برای بیان ژن BDNF، نرون‌زایی و توانایی ورزش برای حمایت از مغز در برابر آسیب باشد (۱۱،۱۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۸ هفته تمرین HIFT سطوح سرمی IGF-1 در مردان و زنان سالمند را به‌طور معناداری افزایش داد. شعبانی و همکاران در پژوهش خود عنوان کردند تمرینات مقاومتی باعث افزایش IGF-1 در افراد سالمند می‌شود (۲۹). در حالی‌که Ribeiro و همکاران نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی در ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، تأثیری بر سطوح تستوسترون و IGF-1 در زنان سالمند ندارد (۳۰). در مطالعه‌ای دیگر که با هدف بررسی و مقایسه اثر یک جلسه تمرین دایره‌ای بر سطوح سرمی BDNF و IGF-1 مردان و زنان سالمند مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد در زنان سالمند سطوح سرمی IGF-1 کاهش یافت. در مردان سالمند سطوح سرمی IGF-1 به‌طور معناداری کاهش یافت (۱۷).

VEGF یکی از تنظیم کننده‌های ویژه رگ‌زایی است. VEGF در مهاجرت، تکثیر، تجزیه ماتریکس سلول‌های اندوتلیال، تشکیل شبکه‌های عروقی همچنین تولید نیتریک اکساید و آزادسازی آن در سلول‌های اندوتلیال نقش دارد (۳۱). نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۸ هفته تمرین HIFT سطوح سرمی VEGF در مردان و زنان سالمند را به‌طور معناداری افزایش داد. تأثیر ورزش بر روی بیان VEGF دارای نتایج متناقض است. Emelien و همکاران نشان دادند که به‌دنبال فعالیت ورزشی حاد، میزان VEGF سرم افزایش می‌یابد (۳۲). این در حالی است که Suhr و همکاران به‌دنبال فعالیت ورزشی حاد عدم تغییر در سطوح VEGF سرم را گزارش کردند (۳۳). بهجتی و همکاران نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی تأثیر معناداری بر کاهش غلظت VEGF زنان سالمند داشت (۳۱). Kraus و همکاران در تحقیقی با اندازه‌گیری VEGF نشان دادند که پس از ۲ و ۴ ساعت فعالیت هوازی در افراد فعال و غیرفعال، سطح VEGF افزایش یافته است (۳۴). نشان داده شده که مردان به‌علت توده عضلانی بیشتر ترشح VEGF به داخل سرم بیشتری دارند، اما زنان نیز به میزان ۲-۳ برابر هورمون‌های استروژن و لپتین بیشتری دارند که موجب افزایش بیان ژن VEGF می‌شود (۳۵).

چندین حالت می‌تواند ترشح BDNF را تحریک کند که می‌تواند با واسطه PGC-1α (peroxisome proliferator-activated receptor γ coactivator-1α) همچنین به‌وسیله لاکتات انجام شود. PGC-1α تنظیم کننده اصلی ترشح BDNF و سوخت و ساز لاکتات است (۳۶). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی موجب تغییراتی در ساختار و

عملکرد پیوندگاه عصبی-عضلانی می‌گردد به این صورت که فعالیت ورزشی سبب افزایش اندازه و درجه‌ی انشعابات پایانه‌های عصب حرکتی در پیوندگاه عصبی-عضلانی (در تمام نواحی پیش و پس سیناپسی و مقدار استیل کولین رها شده) می‌شود. این تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در پیوندگاه عصبی-عضلانی، موجب افزایش بیان و ترشح عوامل مغذی عصبی در عضلات اسکلتی و سیستم عصبی مرکزی و محیطی می‌شود. به‌هر حال، فعالیت ورزشی منجر به افزایش بیان mRNA BDNF در سیستم عصبی مرکزی و محیطی می‌گردد. از این رو، به‌نظر می‌رسد علت افزایش در BDNF ناشی از فعالیت ورزشی، تغییرات میزان عوامل مغذی عصبی در نرون‌های حرکتی می‌باشد. علاوه بر این، فعالیت ورزشی شدیدتر سطوح BDNF را بیشتر افزایش می‌دهد (۳۷) که افزایش در BDNF در مطالعه حاضر را به‌دلیل شدت بالای تمرین تأئید می‌کند. از سویی دیگر، مطالعات سلولی-مولکولی نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی موجب افزایش فعالیت برخی از مسیرهای پیام-رسانی (مثلاً: کینازهای تنظیم شده به‌وسیلهٔ پیام خارج سلولی (ERK)، پروتئین کیناز B (PKB) و پروتئین کیناز II وابسته به کلسیم/کالمودولین (CaMKII)) و افزایش میزان بیان برخی از پروتئین‌های (مثلاً: نشانگر سیناپسی ساینپسین l و پروتئین مرتبط با رشد ۴۳) درگیر در بیان و ترشح BDNF می‌گردد (۳۸). این سازوکارها موجب افزایش میزان غلظت و فعالیت فعال کننده پلاسمینوژن بافتی شده و این اعمال در نهایت موجب افزایش میزان BDNF و افزایش اتصال آن به گیرنده TrkB می‌گردد (۳۹).

همچنین، مطالعات نشان داده‌اند که کنترل بیان، ترجمه و ترشح هورمون IGF-1 از طریق هر دو دستگاه عصبی و غدد درون‌ریز صورت می‌گیرد. نقطه مشترک کنترل ترشح این هورمون در این دو دستگاه، محور GH/IGF-1 می‌باشد (۴۰). محور GH/IGF-1 در برگیرنده هورمون‌ها، عوامل رشد، پروتئین‌های حامل و گیرنده‌هاست. تحقیقات نشان داده‌اند که در پاسخ به فعالیت جسمانی بویژه فعالیت شدید، این محور دچار تغییراتی می-گردد که این تغییرات منجر به افزایش میزان تولید-IGF 1در بافت‌های مختلف بدن (به‌عنوان مثال بخش‌هایی از هایپوکمپ) می‌شود (۴۱). به‌عنوان مثال، فعالیت ورزشی با تغییرات مثبتی که در برخی انتقال دهنده‌های عصبی (مانند: کاتکولامین‌ها، سروتونین و عوامل کولینرژیک) و مخدرهای آندروژنی (مانند: آدرنوکورتیکوتروفین، بتا اندورفین) به‌وجود می‌آورد، موجب افزایش تولید هورمون آزاد کننده‌ی هورمون رشد (GHRH) و سوماتواستاتین (SMS) از هیپوتالاموس می‌شود. این عوامل موجب تحریک تولید IGF-1 از بخش‌های مختلف هایپوکمپ می-گردد، اگر چه در پاسخ به ورزش بویژه ورزش شدیدتر IGF-1 از عضلات اسکلتی و کبد نیز ترشح می‌شود (۳۷).

افزایش بیان VEGF ناشی از اجرای فعالیت ورزشی، ممکن است از طریق چند سازوکار صورت گیرد. در شرایط هایپوکسی و ایسکمی ناشی از فعالیت ورزشی، عامل القاء شده به‌وسیله هایپوکسی (HIF) افزایش می‌یابد (۴۲). این عامل با اثرگذاری روی بخشی از ژن VEGF، موجب افزایش بیان آن می‌شود. همچنین با افزایش شدت فعالیت، تجمع لاکتات و آدنوزین افزایش می‌یابد. آدنوزین از طریق فعال‌سازی گیرنده‌ی A2، موجب افزایش غلظت cAMP و متعاقب آن افزایش mRNA VEGF می‌شود (۴۳). همچنین، گزارش شده است که آدنوزین در آزاد شدن VEGF سلولی نقش دارد. هنگام فعالیت ورزشی جریان خون بافتی افزایش می‌یابد و نیروی هیدرودینامیکی-اصطکاکی به جداره‌ی عروقی وارد می‌کند. وارد شدن این نیرو به‌صورت حاد، موجب افزایش بیان اتساع کننده‌های عروقی بویژه نیتریک اکساید (NO)، پروستاسایکلین‌ها و پروستانوئیدها می‌شود که این عوامل می‌توانند بیان ژنی VEGF را افزایش دهند (۴۴).

راجع به اثر تمرین HIFT بر روی عوامل مؤثر برسلامت مغزی افراد سالمند مطالعه‌ای انجام نشده است و با توجه به این که سلامت جسمانی و بویژه سلامت مغزی افراد سالمند با توجه به افزایش سن امید به زندگی بسیار مهم می‌باشد، بررسی اثر تمرینات ورزشی بهتر و مؤثرتر در این زمینه بیش از پیش مورد نیاز افراد سالمند در جامعه می‌باشد. بنابراین، این احتمال وجود دارد که با توجه به ماهیت تمرین HIFT که بیشتر با فعالیت‌های جسمانی مرتبط با زندگی روزمره ارتباط دارد، همچنین، نتایج پژوهش حاضر که نشان داد سطوح سرمی BDNF، IGF-1 و VEGF مردان و زنان سالمند در نتیجه این تمرین افزایش می‌یابد، انجام این نوع از تمرینات برای سالمندان مفید باشد. از نقاط قوت این مطالعه پیروی و تبعیت (adherence) بسیار خوب آزمودنی‌ها از پروتکل تمرینی بود آن هم به این دلیل که تقریباً حرکات برگرفته از فعالیت‌های روزمره افراد بود. اما، یکی از محدودیت‌های این مطالعه اندازه‌گیری نکردن عملکرد شناختی آزمودنی‌ها بود که پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی انجام شود.

به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد که میزان BDNF، IGF-1 و VEGF در پاسخ به تمرینات HIFT افزایش معناداری می‌یابند. با توجه به یافته‌های این پژوهش به‌نظر می‌رسد که احتمالاً ویژگی‌های تمرینات اعمال شده که مشابهت زیادی با حرکات و فعالیت‌های زندگی روزمره افراد دارد، موجب بهبود عوامل یاد شده شود. در نتیجه، بهره‌گیری از یافته‌های این پژوهش و استفاده از این شکل از تمرینات عملکردی در نهایت ممکن است موجب بهبود عملکرد شناختی و احتمالاً کاهش میزان شیوع بیماری‌هایی مانند آلزایمر در افراد سالمند گردد. همچنین، ایجاد تغییرات مفید در سطوح سرمی LDL و HDL تأیید کننده اثربخشی پروتکل تمرینی حاضر بود.

تشکر و قدردانی

از کلیه افرادی که در جمع‌آوری داده‌های این مطالعه کمک نموده‌اند، سپاسگزاری می‌کنیم. این مقاله مستخرج از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد می‌باشد که با کد IR.IAU.B.REC.1399.054 از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد انجام شد.

References

1. Hosseinpour S, Behpour N, Tadibi V, Ramezankhani A. Effect of Cognitive-motor Exercises on Physical Health and Cognitive Status in Elderly. Iran J Health Educ Health Promot 2017;5(4):336-344. (In Persian)
2. Howley ET, Thompson D. Fitness professional's handbook, Seventh edition, Human Kinetics, 2016;pp:343-353.
3. Barry PP. An overview of special considerations in the evaluation and management of the geriatric patient. The American journal of gastroenterology 2000;95(1):8-10.
4. Nejati V. Relation between the active memory and vocal psychology in geriatric. Journal of Research in Rehabilitation Sciences 2012;8(3):412-417.
5. McKhann GM, Knopman DS, Chertkow H, Hyman BT, Jack Jr CR, Kawas CH, et al. The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. Alzheimer's & dementia 2011;7(3):263-9.
6. Haby MM, Tonge B, Littlefield L, Carter R, Vos T. Cost-effectiveness of cognitive behavioural therapy and selective serotonin reuptake inhibitors for major depression in children and adolescents. Australian & New Zealand Journal of Psychiatry 2004;38(8):579-91.
7. Maass A, Düzel S, Brigadski T, Goerke M, Becke A, Sobieray U, et al. Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults. Neuroimage 2016;131:142-54.
8. Coelho FG, Gobbi S, Andreatto CA, Corazza DL, Pedroso RV, Santos-Galduroz RF. Physical exercise modulates peripheral levels of brain- derived neurotrophic factor (BDNF): A systematic review of experimental studies in the elderly. Arch Gerontol Geriatr 2013;56(1):10-5.
9. Zawia NH, Lahiri DK, Cardozo-Pelaez F. Epigenetics, oxidative stress, and Alzheimer disease. Free radical biology and medicine 2009;46(9):1241-9.
10. Duman CH, Schlesinger L, Terwilliger R, Russell D, Newton S, Duman R. Peripheral insulin-like growth factor-I produces antidepressant-like behavior and contributes to the effect of exercise. Behavioral Brain Research 2009;198(2):366-71.
11. Pulford BE, Ishii DN. Uptake of circulating insulin-like growth factors (IGFs) into cerebrospinal fluid appears to be independent of the IGF receptors as well as IGF-binding proteins. Endocrinology 2001;142(1):213-20.
12. Rashidi E, Hosseini Kakhak SA, Askari R. The effect of 8 weeks resistance training with low load and high load on testosterone, insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factor binding protein-3 levels, and functional adaptations in

older women. Iranian Journal of Ageing 2019;14(3):356-67. (In Persian)
13. Voss MW, Vivar C, Kramer AF, van Praag H. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. Trends in cognitive sciences 2013;17(10):525-44.
14. Maass A, Düzel S, Goerke M, Becke A, Sobieray U, Neumann K, et al. Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults. Molecular psychiatry 2015;20(5):585-93.
15. Skandari M, Nazemzadegan GH, Daryanosh F, Samadi M, Honarpisheh S, Hasanpor M. Comparative effect of single bout of continuous endurance and high intensity interval exercise on serum BDNF in rat. Feyz 2016;20(2):141-146. (In Persian)
16. Valipour Dehnou V, Motamedi R. The Effect of One Circuit Training Session on the Serum Levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor and Insulin-Like Growth Factor-1 in the Elderly. Iranian Journal of Ageing 2019;13(4):428-439. (In Persian)
17. Morland C, Andersson KA, Haugen ØP, Hadzic A, Kleppa L, Gille A, et al. Exercise induces cerebral VEGF and angiogenesis via the lactate receptor HCAR1. Nature communications 2017;8(1):1-9.
18. Feito Y, Heinrich KM, Butcher JS, Carlos WS. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. Sports 2018;6(3):76.
19. Box AG, Feito Y, Brown C, Heinrich KM, Petruzzello SJ. High Intensity Functional Training (HIFT) and competitions: How motives differ by length of participation. PLOS ONE 2019;14(3):1-14.
20. Feito Y, Patel P, Redondo AS, Heinrich KM. Effects of Eight weeks of High Intensity Functional Training on Glucose Control and Body Composition among Overweight and Obese Adults. Sports 2019;7(51)1-10.
21. Haddock CK, Poston WS, Heinrich KM, Jahnke SA. The Benefits of High-Intensity Functional Training Fitness Programs for Military Personnel. Military Medicine 2016;181(11):1508-14.
22. Marosi K, Mattson MP. BDNF mediates adaptive brain and body responses to energetic challenges. Trends Endocrinol Metab 2014;25:89-98.
23. Nichols B, Takeda S, Yokota T. Nonmechanical roles of dystrophin and associated proteins in exercise, neuromuscular junctions, and brains. Brain Sci 2015:29;5(3):275-98.
24. Rasmussen P, Brassard P, Adser H, Pedersen MV, Leick L, Hart E, et al. Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. Experimental physiology 2009;94(10):1062-9.
25. Coelhoa FGM, Vitala TM, Steina AM, Arantesa FJ, Ruedac AV, Camarinic R, et al. Acute aerobic exercise increases brain-derived neurotrophic factor levels in elderly with Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease 2014;39(2):401-8.

26. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. Proceedings of the National Academy of Sciences 2011;108(7):3017-22.
27. Goekint M, De Pauw K, Roelands B, Njemini R, Bautmans I, Mets T, et al. Strength training does not influence serum brain-derived neurotrophic factor. European Journal Applied Physiology 2010;110(2):285-93.
28. Forti LN, Njemini R, Beyer I, Eelbode E, Meeusen R, Mets T, Bautmans I. Strength training reduces circulating interleukin-6 but not brain-derived neurotrophic factor in community-dwelling elderly individuals. Age 2014;36(5):1-1.
29. Shabani F, Esmaili A, Salman Z. Effectiveness of Different Severities of Exercise Exercise on Work Memory in the Elderly. Aging psychology 2017;3(1):55-67. (In Persian)
30. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Pina FL, Nascimento MA, Cyrino ES. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: A randomized crossover trial. The Journal of Strength & Conditioning Research 2017;31(7):1888-96.
31. Behjati A, Babai Mazrae No A, Faramarzi M. The Effect of Resistance Training on Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) in Older Women. Iranian Journal of Ageing 2015;10(3):156-165. (In Persian)
32. Emelien M, Van C, Christiaan JV, Steven EH, Katrien V, Inge G, et al. Maximal exercise bout increases the number of circulating CD34+/KDR+ endothelial progenitor cells in healthy subjects. Relation with lipid profile. Journal of Applied Physiology 2008;104(4):1006-1013.
33. Suhr, F, Klara, B, Markus, M, Birgit, B, Silvia, A, Wilhelm, B, and Joachim, M. Effects of short-term vibration and hypoxia during high-intensity cycling exercise on circulating levels of angiogenic regulators in humans. Journal of Applied Physiology 2007;103(2):474-483.
34. Kraus RM, Stallings HW, Yeager RC, Gavin TP. Circulating plasma VEGF response to exercise in sedentary and endurance trained men. Journal of Applied Physiology 2004;96(4):1445-50.
35. Park HY, Kwon HM, Lim HJ, Hong BK, Lee JY, Park BE, et al. Potential role of leptin in angiogenesis: leptin induces endothelial cell proliferation and expression of matrix metalloproteinases in vivo and in vitro. Experimental and Molecular Medicine 2001;33(2):95-102.
36. Murawska-Ciałowicz E, de Assis GG, Clemente FM, Feito Y, Stastny P, Zuwała-Jagiełło J, et al. Effect of four different forms of high intensity training on BDNF response to Wingate and Graded Exercise Test. Scientific Reports 2021;11(1):1-6.
37. Shabani M, Hovanloo F, Ebrahim K, Hedayati M. The Effect of Acute

Resistance Exercise on BDNF, IGF-1 and IGFBP-3 in the Elderly. Iranian Journal of Ageing 2014;9(3):218-226. (In Persian)
38. Ding Q, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Exercise influences hippocampal plasticity by modulating brain-derived neurotrophic factor processing. Neuroscience 2011;192;773-80.
39. Vaynman S, Ying Z, Gomez-Pinilla F. The select action of hippocampal calcium calmodulin protein kinase II in mediating exercise-enhanced cognitive function. Neuroscience 2007;144(3):825-33.
40. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Hakkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength,size, and hormonal adaptations in trained men. Journal of Strength and Condittioning research 2005;19(3):572-82.
41. Ding Q, Vaynman S, Akhavan M, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Insulin-like growth factor I interfaces wiyh brain-derived neurotrophic factor-mediated synaptic plasticity to modulate aspects of exercise-induced cognitive function. Neuroscience 2006;140(3):823-33.
42. Lang K, Ratke J. Leptin and Adiponectin: new players in the field of tumor cell and leukocyte migration. Cell Communication and Signaling 2009;7(1):1-0.
43. Brown MD, Hudlicka O. Modulation of physiological angiogenesis in skeletal muscle by mechanical forces: involvement of VEGF and metalloproteinases. Angiogenesis 2003;6(1):1-4.
44. Ravasi AA, Yadegari M, Choobineh S. Comparison of two types of physical activity on response serum VEGF-A-non-athletic men. Sport Biosciences 2014;6(1);41-56. (In Persian)

Investigation of the effectiveness of eight weeks of high-intensity functional training in serum levels of factors affecting brain health in elderly men and women

Kouhgardzadeh S[1], Valipour Dehnou V[2*], Molanouri Shamsi M[3]

1. Ph. D Student, Department of Physical Education, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran

2. Associate Professor, Sports Sciences Department, Literature and Human Sciences Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran, valipour.v@lu.ac.ir

3. Associate Professor, Physical Education and Sport Sciences Department, Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: *4 July 2021* Accepted: *19 Sep 2021*

Abstract

***Background*:** High-intensity functional training can be well performed by the elderly; however, the effect of this training on brain-health-related factors has not been studied yet. Therefore, this study aimed to investigate the effect of eight weeks of high-intensity functional training on serum levels of BDNF, IGF-1, and VEGF in elderly men and women.

Materials and Methods: This quasi-experimental study included 23 subjects (7 males and 16 females) who were divided into experimental (n=16) and control groups (n=7). The experimental group performed a training protocol consisting of six exercises in three sessions (each session was 25 min) per week for eight weeks. The exercises were performed at all-out intensity for 30 sec. There was a 15-sec rest between each set and a two-min rest between each exercise. Paired samples t-test and ANCOVA were used to analyze the data, and a p-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: The results showed that the serum levels of BDNF (P=0.0005, +11.37), VEGF (P=0.0005, +7.49), IGF-1 (P=0.001, +3.91), LDL (P=0.004, -3.33), and HDL (P=0.004, +7.48) changed significantly in the experimental group. On the other hand, in the control group, serum levels of BDNF (P=0.149, +1.58), IGF-1 (P=0.486, +0.27), LDL (P=0.897, +0.14), and HDL (P=0.534, +1.10) had no significant changes; however, VEGF (P=0.01, +0.67) significantly changed. The results of ANCOVA showed a significant difference between the two groups regarding all variables (P<0.05).

Conclusion: Eight weeks of high-intensity functional training in elderly men and women increases the serum levels of brain health-related factors. Therefore, functional training is recommended to improve brain function in the elderly.

Keywords: High-intensity functional training, Aging, Brain health.

Citation: Kouhgardzadeh S, Valipour Dehnou V, Molanouri Shamsi M. Investigation of the effectiveness of eight weeks of high-intensity functional training in serum levels of factors affecting brain health in elderly men and women .Yafte.2021; 23(4):1-14.