

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - زمستان ۱۳۹۷
دوره ۱۰، شماره ۴، ص: ۵۵۲ - ۵۳۷
تاریخ دریافت: ۲۵ / ۱۱ / ۹۶
تاریخ پذیرش: ۱۰ / ۰۹ / ۹۷

اثر تمرینات شناختی و ایروبیک بر عملکرد شناختی، حرکتی و سطح فاکتور نروتروفیک مشتق شده از مغز در مردان سالمند

امیر دانا^{۱*} - زین العابدین فلاح^۲ - جلیل مرادی^۳ - اکبر قلاوند^۴

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. ۲. دانشیار، گروه تربیت بدنی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران. ۳. استادیار، گروه رفتار حرکتی و روان شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. ۴. مربی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، ایران

چکیده

فاکتور نروتروفیک مشتق شده از مغز (BDNF) یکی از عوامل مرتبط با عملکرد عصبی-عضلانی و عملکرد شناختی است که با افزایش سن کاهش می‌یابد. هدف تحقیق حاضر مقایسه تأثیر تمرینات ایروبیک، و شناختی بر سطح تعادل پویا، توجه و سطح BDNF سرمی در مردان سالمند بود. در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۶۰ مرد سالمند سالم به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی به چهار گروه تمرین ایروبیک، تمرین شناختی، ترکیبی (ایروبیک-شناختی) و کنترل تقسیم شدند. تمرینات به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته انجام گرفت. از آزمون‌های تی وابسته و تحلیل واریانس یکطرفه برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی استفاده شد ($P \leq 0/05$). پس از دوره تمرین افزایش معناداری در BDNF سرمی در گروه‌های مداخله نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($P \leq 0/001$). همچنین افزایش معناداری در نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های هدف و غیر هدف و کاهش معناداری در خطای ارتکاب، خطای حذف و زمان واکنش در گروه‌های مداخله نسبت به گروه‌های کنترل مشاهده شد ($P < 0/05$). همچنین بهبود معناداری در تعادل پویا در گروه‌های ایروبیک و ترکیبی نسبت به گروه‌های کنترل ($P < 0/001$) و تمرین شناختی ($P < 0/05$) مشاهده شد. براساس نتایج تمرینات شناختی و ایروبیک با افزایش BDNF موجب بهبود توجه و عملکرد تعادل در سالمندان می‌شود و بهتر است برای سالمندان ترکیبی از تمرینات بدنی و شناختی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی

تمرین ایروبیک، تمرین شناختی، تعادل، توجه، سالمندی، BDNF.

مقدمه

سالمندی فرایندی بیولوژیک و آناتومیک است که تمام موجودات زنده را درگیر می‌کند. همزمان با آغاز سالمندی افراد به تدریج برخی از کارکردهای فیزیولوژیک، روانی، اجتماعی و شناختی خود را از دست می‌دهند (۱). پیرمغزی با کاهش تدریجی عملکرد شناختی مشخص می‌شود که اغلب با زوال وابسته به سن از عملکرد سیناپسی در مناطق مغزی که برای شکل‌گیری و تحکیم حافظه مهم است، مانند قشر پیشانی و هیپوکمپ دیده می‌شود (۲). کاهش عملکردهای شناختی در دوران بزرگسالی به صورت نقص مزمن در برنامه‌ریزی، سازماندهی و شروع یا تکمیل کردن کارها در طی زمان مشاهده می‌شود (۳). توجه، از جنبه‌های اصلی ساختار شناختی است که در ساختار هوش، حافظه، ادراک و عملکرد عصبی-عضلانی نیز نقش مهمی دارد (۴). در اصل عمده مشکل نقص توجه، اختلال در عملکرد اجرایی است، عملکردی که به فرد کمک می‌کند تا عوامل حواس‌پرتی را شناسایی و حذف کند، موضوعات را در ذهن نگاه‌دارد، در مورد پیامدها فکر کند، و اهداف خود را برنامه‌ریزی و اجرا کند (۵). توجه، در واقع به یک سری عملیات پیچیده ذهنی اطلاق می‌شود، که شامل تمرکز کردن یا درگیر شدن نسبت به هدف، نگاه‌داشتن یا تحمل کردن و گوش‌به‌زنگ بودن در زمانی طولانی، رمزگردانی ویژگی‌های محرک و تغییر تمرکز از هدفی به هدف دیگر است. تشخیص اجزای توجه از چند جنبه مشکل‌ساز است، یکی اینکه توجه معمولاً در ارتباط با برخی از فعالیت‌های دیگر ارزیابی می‌شود و اندازه‌گیری آن مشکل است. مشکل دیگر این است که بخش‌های متعدد مغز در پردازش توجه اثرگذارند (۶).

یک استراتژی مهم برای بهبود عملکرد عصبی-شناختی (۷-۹) استفاده از تمرینات هوازی است. مطالعات و شواهد متعددی در خصوص اثربخشی تمرین درمانی بر مؤلفه‌های شناختی، حرکتی و هورمونی وجود دارد. فعالیت بدنی منظم از طریق کنترل، رشد و تمایز نورون‌های عصبی، سیناپس‌زایی و رگ‌زایی سبب بهبود رشد و حافظت نورونی و در نتیجه بهبود عملکردهای شناختی همچون سرعت پردازش، راهبردهای کنترلی و برنامه‌ریزی، و حافظه‌ی کاری می‌شود (۱۰-۱۲). محیط پویا و پرچالش، روابط اجتماعی، فعالیت بدنی و ذهنی از عوامل مؤثر در کاهش میزان اختلال نقص توجه هستند (۱۳). تحقیقات حاکی از بهبود عملکرد حرکتی و شناختی سالمندان پس از دوره‌های تمرینی است (۱۴، ۱۵). البته نتایج برخی تحقیقات حاکی از عدم اثر معنادار تمرینات ورزشی بر عملکرد شناختی افراد سالمند است (۱۶). به نظر می‌رسد نوع تمرین، ویژگی‌های تمرین از جمله حجم تمرین، شدت تمرین و زمان مداخله و همچنین سن و وضعیت سلامت نمونه‌های تحقیقی از عوامل مؤثر بر نتایج تحقیق باشد. یکی

دیگر از مزایای تأثیر فعالیت بدنی و ورزش بهبود عملکرد حرکتی سالمندان است (۱۵). تعادل یکی از مهم‌ترین فاکتورهای عملکردی است که در افراد سالمند کاهش می‌یابد. یکی از تغییرات قابل مشاهده در سالمندان، بدتر شدن اجرا و یادگیری مهارت‌ها، به‌ویژه در مهارت‌هایی است که نیاز ویژه به تعادل دارند (۱۷). از طرفی یکی از فاکتورهای مؤثر بر عملکرد تعادل به‌عنوان یک شاخص ادراکی - عملکردی توجه است. در واقع توجه می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر بهبود عملکرد تعادلی باشد (۱۸). امروزه این موضوع ثابت شده که از دست دادن تعادل یکی از عوامل خطرزای اصلی در افتادن است (۱۹). همچنین صدمات ناشی از زمین خوردن، از علت‌های اصلی محدود شدن فعالیت، ناتوانی و حتی مرگ در میان سالمندان است (۱۷).

یکی از مکانیسم‌های مؤثر در بهبود عملکرد مغز نوروتروفین‌هاست که در سال‌های اخیر توجه محققان به تأثیر فعالیت بدنی بر عملکرد مغز، به‌ویژه تأثیر آن بر نوروتروفین‌ها متمرکز شده است. نوروتروفین‌ها گروهی از عوامل رشدی پلی‌پپتیدی هستند که در رشد، بقا و عملکرد سیستم عصبی مرکزی و محیطی با هم همکاری می‌کنند. این عوامل نوروتروفیکی اعمال منحصر به فردی روی نورون‌های هدف و انواع دیگر سلول‌ها در سیستم عصبی دارند (۲۰). یکی از این نوروتروفین‌ها عامل رشد عصبی مشتق شده از مغز^۱ (BDNF) است که به‌سبب سطح بالای آن در مغز و تأثیرات قوی آن روی سیناپس‌ها می‌تواند نقش مهمی در فعالیت‌های عصبی به‌خصوص در بخش هیپوکمپ داشته باشد (۲۱). با توجه به نقش هیپوکمپ در عملکرد شناختی، تغییرات BDNF می‌تواند در عملکرد شناختی مانند توجه مؤثر باشد (۲۲، ۲۳). سطح BDNF با افزایش سن کاهش می‌یابد (۲) و BDNF یکی از نوروتروفین‌های مؤثر بر عملکرد شناختی است که به‌دنبال فعالیت‌های شناختی و ورزشی که خون‌رسانی مغز بیشتر می‌شود؛ سطح این نوروتروفین نیز افزایش می‌یابد (۲۴). بنابراین به چالش کشاندن مغز می‌تواند از طریق افزایش خون‌رسانی موجب بهبود ترشح این نوروتروفین شود.

اگرچه سودمندی تمرینات ورزشی بر سطح سلامت جسمانی و شناختی سالمندان تأیید شده است (۱۰-۱۲)، اما در خصوص بهترین شیوه تمرین برای این افراد نیاز به تحقیقات بیشتری است، زیرا تمرینات شناختی نیز می‌تواند عملکرد مغز را به چالش بکشد (۲۴)، این سبک تمرینات نیز در برنامه بازتوانی و حفظ ظرفیت‌های ادراکی - شناختی سالمندان کاربرد دارد. با توجه به اینکه با سالمندی عملکرد حرکتی و شناختی در سالمندان کاهش می‌یابد، اتخاذ راهکارهای درمانی در خصوص جلوگیری

1. Brain-Derived Neurotrophic Factor

و تعویق انداختن این سیر تحلیل‌رونده ضروری است. با اینکه هر دو شیوه تمرینات ورزشی و شناختی برای سالمندان لازم می‌باشد اما تاکنون تحقیق در خصوص برتری تمرینات حرکتی و شناختی به‌تنهایی و ترکیبی بر عملکرد حرکتی، شناختی و هورمونی در سالمندان انجام نگرفته که ضرورت تحقیق حاضر را نشان می‌دهد. با توجه به مطالب گفته‌شده تحقیق حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش‌هاست که آیا تفاوتی بین اثر تمرینات هوازی، شناختی و ترکیبی بر سطح توجه، تعادل و BDNF سرمی در مردان سالمند وجود دارد و در صورت وجود تفاوت کدام شیوه تمرین مؤثرتر است.

روش کار

در پژوهش نیمه‌تجربی حاضر، ۶۰ مرد سالمند داوطلب به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی به ۴ گروه ۱۵ نفره (ایروبیک، شناختی، ترکیبی و کنترل) تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل دامنه سنی ۶۰-۷۰ سال، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی حاد، بیماری‌های تنفسی و مشکلات عضلانی و اسکلتی و سطح زندگی کم‌تحرک، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته و نداشتن مشکلات شناختی مانند زوال مغز و آلزایمر بودند.

در ابتدا اهداف، جزئیات و همچنین اجرای تمرین‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد و قبل از شروع تمرینات، شرکت‌کنندگان پرسشنامه آمادگی انجام فعالیت بدنی^۱ (PAR-Q) را پر کردند و در زمره کم‌خطر قرار گرفتند؛ سپس از آنها رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. در بررسی سطوح پایه متغیرهای مورد بررسی (شامل سطوح BDNF، عملکرد توجه و تعادل) نیز بین گروه‌های تحقیق تفاوت معناداری وجود نداشت که نشان‌دهنده همگن بودن گروه‌های تحقیق بود. اندازه‌گیری‌ها در دو مرحله ۲۴ ساعت قبل از شروع مداخلات تحقیق و ۴۸ ساعت پس از پایان مداخلات تحقیق انجام گرفت.

برای بررسی توجه شرکت‌کنندگان سنجش توجه تداومی آزمون عملکرد پیوسته کانرز^۲ (CPT) استفاده شد. ضریب پایایی این آزمون را از طریق بازآزمایی با فاصله زمانی ۲۰ روز برای قسمت‌های مختلف در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ به دست آوردند که تمام ضرایب محاسبه‌شده در سطح ۰/۰۰۱ معنادار بودند. همچنین، محققان فوق‌روایی مطلوبی را از طریق روایی‌سازی ملاکی برای این آزمون گزارش کرده‌اند (۲۵). برای بررسی وضعیت تعادل سالمندان از آزمون عملکردی زمان برخاستن و رفتن

1. physical activity readiness questionnaire
2. Conners' Continuous Performance Test

جهت‌دار^۱ (TUG) استفاده شد (۲۶). برای بررسی سطح BDNF استراحتی شرکت‌کنندگان تحقیق در دو مرحله پیش و پس‌آزمون خون‌گیری به‌صورت ناشتا انجام گرفت. برای سنجش سطح BDNF سرمی از روش آزمایشگاهی الایزا و کیت انسانی BDNF ساخت شرکت ووهان چین با حساسیت ۲ پیکوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد.

در تحقیق حاضر برنامه‌تمرینی شامل هشت هفته تمرینات ایروبیکی ریتمیک بود که در سه روز از هفته به‌صورت غیرمتوالی بود و هر جلسه تمرین به مدت ۶۰ دقیقه تمرین با شدت ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره انجام گرفت. شدت تمرین هنگام تمرین با استفاده از شمارش نبض افراد کنترل می‌شد. برای تمرینات شناختی از نرم‌افزار کامپیوتری Captain's Log که یک نرم‌افزار شناختی است، استفاده شد. روایی این نرم‌افزار برای اهداف شناختی در تحقیق مصلحی و همکاران تأیید شده است (۵). زمان و تعداد جلسات تمرینات شناختی همانند گروه تمرینات ایروبیکی بود. همچنین در تحقیق حاضر تمرین ترکیبی شامل تمرینات ایروبیکی و شناختی به‌صورت متوالی بود که با فاصله چند دقیقه استراحت انجام گرفت. زمان تمرینات هوازی و شناختی برای یکسانی زمان و حجم تمرینات به نصف تقلیل یافت، تا زمان پرداختن به تمرینات هوازی، ترکیبی و شناختی یکسان باشد (۵). برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی از آزمون تی وابسته و جهت مقایسه بین گروهی از تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد، برای آگاهی از محل اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معناداری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد. تمامی تجزیه و تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و با سطح معناداری $P \leq 0/05$ محاسبه شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

جدول ۱ مربوط به مشخصات دموگرافی شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه‌های تحقیق است. یافته‌های جدول ۲ مربوط به مقایسه بین گروهی متغیرهای مورد بررسی در مراحل پیش‌آزمون است. در بررسی متغیرهای مورد بررسی در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین متغیرهای مورد بررسی در مرحله پیش‌آزمون مشاهده نشد ($P > 0/05$). که حاکی از همگن بودن متغیرها در مرحله پیش‌آزمون بود.

1. Timed Up & Go

جدول ۱. مختصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	تمرین ایروبیک	تمرین شناختی	تمرین ترکیبی	کنترل
سن	۶۴/۴۰ ± ۲/۶۳	۶۴/۰۰ ± ۳/۰۹	۶۳/۶۰ ± ۳/۲۴	۶۴/۷۰ ± ۳/۲۷
قد	۱۶۵/۹۰ ± ۳/۱۱	۱۶۸/۳۹ ± ۴/۶۵	۱۶۶/۲۴ ± ۵/۰۶	۱۶۶/۱۶ ± ۶/۱۷
وزن	۶۸/۹۴ ± ۴/۴۹	۷۰/۹۷ ± ۴/۱۵	۷۱/۴۴ ± ۵/۸۹	۷۱/۵۷ ± ۷/۱۵
شاخص توده بدن	۲۵/۰۶ ± ۱/۷۱	۲۵/۰۵ ± ۱/۵۲	۲۵/۸۴ ± ۱/۶۲	۲۵/۸۸ ± ۱/۳۱

جدول ۲. مقایسه سطوح پایه BDNF، آزمون TUG، مؤلفه‌های آزمون توجه تداومی و توان هوازی در گروه‌های تحقیق

متغیرها	تمرین ایروبیک	تمرین شناختی	تمرین ترکیبی	کنترل	P
BDNF	۶۵۹/۹۸ ± ۲۱/۱۷	۶۷۸/۶۱ ± ۳۱/۰۵	۶۸۰/۲۲ ± ۴۰/۴۱	۶۶۵/۵۰ ± ۴۶/۵۷	۰/۵۲۸
TUG	۹/۴۸ ± ۱/۰۹	۹/۷۲ ± ۱/۶۶	۹/۸۷ ± ۱/۷۰	۱۰/۱۲ ± ۱/۱۸	۰/۷۸۸
نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های هدف	۰/۳۷ ± ۰/۲۲	۰/۳۸ ± ۰/۱۳	۰/۴۲ ± ۰/۱۲	۰/۵۰ ± ۰/۱۷	۰/۳۲۳
نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های غیر هدف	۰/۶۴ ± ۰/۲۵	۰/۵۰ ± ۰/۱۲	۰/۶۵ ± ۰/۱۹	۰/۵۸ ± ۰/۱۱	۰/۲۴۲
خطای ارتکاب	۶/۱۹ ± ۱/۵۲	۶/۵۱ ± ۰/۷۱	۶/۲۸ ± ۱/۱	۵/۴۵ ± ۱/۱۱	۰/۲۰۰
خطای حذف	۶/۱۳ ± ۳/۰۹	۵/۱۱ ± ۱/۳۹	۶/۳۶ ± ۱/۸۴	۴/۸۲ ± ۱/۲۴	۰/۲۶۰
میانگین زمان واکنش پاسخ‌های صحیح	۷۷۸/۱۹ ± ۱۸۳/۰۹	۸۵۷/۷۷ ± ۲۱۴/۱۶	۷۶۶/۸۷ ± ۱۰۳/۹۸	۷۳۲/۲۷ ± ۱۶۸/۸۲	۰/۴۲۷
VO2max	۲۶/۲۴ ± ۲/۳۸	۲۴/۹۳ ± ۲/۸۳	۳۴/۸۷ ± ۱/۵۹	۳۵/۶۸ ± ۲/۲۲	۰/۴۹۵

BDNF: فاکتور نروتروفیک مشتق شده از مغز؛ TUG: زمان برخاستن و رفتن؛ VO2max: حداکثر اکسیژن مصرفی

جدول ۳ خلاصه نتایج آزمون‌های آماری تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی متغیرهای

مورد بررسی است.

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی سطوح BDNF، آزمون TUG و مؤلفه‌های آزمون توجه تداومی در گروه‌های تحقیق

متغیرها	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P
BDNF	تمرین هوازی	۶۵۹/۹۸ ± ۲۱/۱۷	۷۲۱/۷۴ ± ۲۵/۷۷	< ۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۶۷۸/۶۱ ± ۳۱/۰۵	۷۲۶/۱۱ ± ۶۱/۱۲	۰/۰۱۶
	تمرین ترکیبی	۶۸۰/۲۲ ± ۴۰/۴۱	۷۴۸/۶۵ ± ۲۹/۵۴	< ۰/۰۰۱
	کنترل	۶۶۵/۵۰ ± ۴۶/۵۷	۶۵۲/۹۷ ± ۴۱/۰۹	۰/۰۰۶
TUG	تمرین هوازی	۹/۴۸ ± ۱/۰۹	۷/۷۷ ± ۱/۱۷	۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۹/۷۲ ± ۱/۶۶	۹/۲۸ ± ۱/۵۹	۰/۰۲۶
	تمرین ترکیبی	۹/۸۷ ± ۱/۷۰	۸/۳۰ ± ۱/۹۹	۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰/۱۲ ± ۱/۱۸	۱۰/۲۸ ± ۱/۱۷	۰/۱۷۴
نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های هدف	تمرین هوازی	۰/۳۷ ± ۰/۲۲	۰/۵۹ ± ۰/۲۶	< ۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۰/۳۸ ± ۰/۱۳	۰/۶۶ ± ۰/۱۱	< ۰/۰۰۱
	تمرین ترکیبی	۰/۴۲ ± ۰/۱۲	۰/۶۲ ± ۰/۱۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۵۰ ± ۰/۱۷	۰/۵۱ ± ۰/۱۳	۰/۳۰۱
نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های غیر هدف	تمرین هوازی	۰/۶۴ ± ۰/۲۵	۰/۷۴ ± ۰/۲۴	۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۰/۵۰ ± ۰/۱۲	۰/۶۸ ± ۰/۱۵	< ۰/۰۰۱
	تمرین ترکیبی	۰/۶۵ ± ۰/۱۹	۰/۷۸ ± ۰/۱۴	۰/۰۰۲
	کنترل	۰/۵۸ ± ۰/۱۱	۰/۵۹ ± ۰/۹۵	۰/۴۲۰
خطای ارتکاب	تمرین هوازی	۶/۱۹ ± ۱/۵۲	۳/۸۶ ± ۱/۳۱	< ۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۶/۵۱ ± ۰/۷۱	۳/۸۶ ± ۰/۴۸	< ۰/۰۰۱
	تمرین ترکیبی	۶/۲۸ ± ۱/۱	۴/۴۸ ± ۱/۱۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۵/۴۵ ± ۱/۱۱	۵/۹۱ ± ۰/۸۰	۰/۱۶۶
خطای حذف	تمرین هوازی	۶/۱۳ ± ۳/۰۹	۴/۶۱ ± ۲/۶۳	۰/۰۰۱
	تمرین شناختی	۵/۱۱ ± ۱/۳۹	۲/۹۷ ± ۰/۹۸	< ۰/۰۰۱
	تمرین ترکیبی	۶/۳۶ ± ۱/۸۴	۴/۴۷ ± ۱/۶۷	< ۰/۰۰۱
	کنترل	۴/۸۲ ± ۱/۲۴	۴/۹۱ ± ۱/۰۶	۰/۴۷۷
میانگین زمان واکنش پاسخ‌های صحیح	تمرین هوازی	۷۷۸/۱۹ ± ۱۸۳/۰۹	۶۱۳/۴۱ ± ۱۳۴/۵۳	۰/۰۱۲
	تمرین شناختی	۸۵۷/۷۷ ± ۲۱۴/۱۶	۶۵۲/۲۳ ± ۲۲۰/۳۶	< ۰/۰۰۱
	تمرین ترکیبی	۷۶۶/۸۷ ± ۱۰۳/۹۸	۵۸۷/۹۴ ± ۱۰۲/۸۲	< ۰/۰۰۱
	کنترل	۷۳۲/۲۷ ± ۱۶۸/۸۲	۷۸۲/۹۹ ± ۱۷۳/۲۵	۰/۰۰۱

برای بررسی تغییرات بین گروهی تغییرات متغیرها محاسبه و برای تجزیه و تحلیل آماری تغییرات ایجاد شده با آزمون آماری تحلیل واریانس یکطرفه بررسی شد (جدول ۴). همچنین برای یافتن محل تفاوت از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. در بررسی تغییرات بین گروهی تفاوت معنادار در سطح BDNF در گروه های تمرین هوازی ($P < 0/001$)، شناختی ($P = 0/001$) و ترکیبی ($P < 0/001$) نسبت به گروه کنترل بود اما تفاوت معناداری بین گروه های مداخله وجود نداشت ($P > 0/05$). در بررسی تغییرات بین گروهی عملکرد تعادل پویا تفاوت معنادار در زمان آزمون TUG در گروه های تمرین هوازی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل ($P < 0/001$) و شناختی (به ترتیب $P < 0/007$ و $P = 0/021$) مشاهده شد، اما تفاوت معناداری بین گروه های تمرین هوازی و ترکیبی وجود نداشت ($P = 0/979$). همچنین افزایش معناداری در نسبت پاسخ های صحیح بر کل محرک های هدف و غیر هدف و کاهش معناداری در خطای ارتکاب، خطای حذف و زمان واکنش در گروه های تمرین هوازی (به ترتیب $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$)، شناختی (به ترتیب $P < 0/001$ ، $P < 0/001$ ، $P < 0/001$) و ترکیبی (به ترتیب $P = 0/001$ ، $P < 0/004$)، نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. اما تفاوت معناداری بین گروه های مداخله مشاهده نشد ($P > 0/05$).

جدول ۴. مقایسه تغییرات بین گروهی سطوح BDNF، آزمون TUG و مؤلفه های آزمون توجه تداومی در گروه های تحقیق

متغیرها	گروه	تغییرات	P
BDNF	تمرین هوازی	$61/76 \pm 18/77$	$< 0/001$
	تمرین شناختی	$47/50 \pm 50/62$	
	تمرین ترکیبی	$68/43 \pm 36/87$	
	کنترل	$-12/53 \pm 11/19$	
TUG	تمرین هوازی	$-1/71 \pm 1/14$	$< 0/001$
	تمرین شناختی	$-0/44 \pm 0/52$	
	تمرین ترکیبی	$-1/56 \pm 1/01$	
	کنترل	$0/16 \pm 0/33$	

ادامه جدول ۴. مقایسه تغییرات بین گروهی سطوح BDNF، آزمون TUG و مؤلفه‌های آزمون توجه

تداومی در گروه‌های تحقیق			
P	تغییرات	گروه	متغیرها
< ۰/۰۰۱	۰/۲۲ ± ۰/۱۳	تمرین هوازی	نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های هدف
	۰/۲۷ ± ۰/۰۸	تمرین شناختی	
	۰/۲۰ ± ۰/۱۲	تمرین ترکیبی	
	۰/۰۲ ± ۰/۰۴	کنترل	
< ۰/۰۰۱	۰/۱۰ ± ۰/۰۷	تمرین هوازی	نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های غیر هدف
	۰/۱۸ ± ۰/۰۸	تمرین شناختی	
	۰/۱۴ ± ۰/۱۰	تمرین ترکیبی	
	۰/۰۱ ± ۰/۰۴	کنترل	
< ۰/۰۰۱	-۲/۳۳ ± ۱/۰۴	تمرین هوازی	خطای ارتکاب
	-۲/۶۵ ± ۰/۷۰	تمرین شناختی	
	-۱/۸۱ ± ۱/۲۴	تمرین ترکیبی	
	۰/۴۷ ± ۰/۹۸	کنترل	
< ۰/۰۰۱	-۱/۵۲ ± ۰/۹۹	تمرین هوازی	خطای حذف
	-۲/۱۴ ± ۵/۶۲	تمرین شناختی	
	-۱/۸۹ ± ۰/۷۲	تمرین ترکیبی	
	۰/۰۹ ± ۰/۳۷	کنترل	
< ۰/۰۰۱	-۱۶۴/۷۸ ± ۱۶۵/۷۰	تمرین هوازی	میانگین زمان واکنش پاسخ‌های صحیح
	-۲۰۵/۵۴ ± ۸۵/۸۳	تمرین شناختی	
	-۱۷۸/۹۲ ± ۸۱/۲۷	تمرین ترکیبی	
	۵۰/۷۳ ± ۳۳/۹۲	کنترل	

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر حاکی از افزایش معنادار در سطح BDNF پس از تمرینات ایروبیکی نسبت به گروه کنترل بود. نتایج برخی تحقیقات (۲۷، ۲۲) نیز نشان داده که تمرینات ایروبیکی می‌تواند موجب افزایش BDNF سر می‌شود که با یافته‌های تحقیق حاضر همسوست. تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی موجب تغییراتی در ساختار و عملکرد پیوندگاه عصبی-عضلانی (NMJ) مانند افزایش اندازه و درجه انشعابات پایانه‌های عصب حرکتی در نواحی پیش و پس سیناپس و مقدار استیل کولین رها شده و هایپرتروفی پایانه‌های عصبی می‌شود (۲۸، ۲۹). طبق تحقیقات پیشین این تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در NMJ، در ارتباط با عوامل نروتروفیکی مانند BDNF است که در سیستم عصبی (۲۷) و

عضلات اسکلتی (۲۸) بیان می‌شوند. گومژو همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی با افزایش سطح BDNF و گیرنده آن *trkB* موجب تغییرات پایین‌دستی و پلاستیسیته سیناپسی می‌شود (۲۸). همچنین BDNF تولیدشده در عضلات اسکلتی با حرکت رو به عقب (۲۸) می‌تواند به‌صورت انتخابی با نورون‌های حرکتی α از عضلات اسکلتی جابه‌جا شود و بر عملکرد سلول‌های عصبی مؤثر باشد (۳۰). یکی دیگر از عوامل مؤثر بر افزایش BDNF تمرینات شناختی است. در تحقیق حاضر نیز پس از تمرینات شناختی افزایش معناداری در BDNF سرمی مشاهده شد. نتایج تحقیق آنجلوکی و همکاران (۳۱) نیز حاکی از نقش تمرینات شناختی بر افزایش سطح BDNF است که با یافته‌های تحقیق حاضر همسوست. BDNF نقش مهمی در عملکرد هیپوکامپ دارد (۳۲). در گروه ترکیبی نیز افزایش معناداری در سطح BDNF نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. شواهدی از پروتکل‌های انجام‌گرفته بر روی موش‌ها نشان می‌دهد که ترکیبی از برنامه‌های ورزشی و غنی‌سازی محیط، یکی از شرایطی است که سبب افزایش تحریک حسی- حرکتی، کاهش مهار قشر مغز و بهبود توانایی‌های شناختی از طریق افزایش تکثیر سلولی، نورون‌ز و گلیکوژنز در هیپوکامپ می‌شود (۱۳)، که می‌تواند بر تغییرات BDNF مؤثر باشد. در مقایسه بین گروه‌های مداخله تفاوتی بین سه گروه تجربی مشاهده نشد، اما به‌صورت غیرمعناداری بیشترین تغییرات در گروه تمرین ترکیبی مشاهده شد.

در بررسی اثر تمرینات هوازی بر عملکرد توجه که با آزمون CPT اندازه‌گیری شد، افزایش معناداری در نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های هدف، نسبت پاسخ‌های صحیح بر کل محرک‌های غیر هدف و کاهش معناداری در، خطای ارتکاب، خطای حذف و زمان واکنش، مشاهده شد که به معنای بهبود عملکرد توجه پیوسته در سالمندان بود. نتایج تحقیق تلونیو و همکاران که حاکی از سطح توجه بالاتر در سالمندان فعال نسبت به افراد غیرفعال بود، همسوست (۳۳). همچنین در تحقیق حاضر بهبود معناداری در مؤلفه‌های آزمون CPT پس از تمرینات شناختی مشاهده شد که با یافته‌های تحقیقات قبلی (۳۴، ۵) همسوست. در تحقیق حاضر برای تمرینات شناختی از نرم‌افزار کامپیوتری Captain's Log استفاده شد، لامپیت و همکاران نیز در تحقیقی مروری (۳۵) و مصلحی و همکاران (۵) نیز در تحقیقی مداخله‌ای اثربخشی تمرینات شناختی با کامپیوتر را بر بهبود توجه نشان داده‌اند. در گروه تمرینات ترکیبی نیز بهبود معناداری در مؤلفه‌های آزمون CPT مشاهده شد. مصلحی و همکاران (۵) نیز بهبود عملکرد توجه را پس از تمرینات ترکیبی (ایروبیک- شناختی) گزارش کردند. توجه فرایندی است که آگاهی را هدایت می‌کند تا اطلاعات در دسترس حواس قرار گیرند. چون ذهن و مغز پیوسته در

معرض محرک‌های گوناگونی هستند و چون توجه به تمام این محرک‌ها امری ناممکن است، بنابراین سیستم شناختی ناگزیر است به برخی از این محرک‌ها توجه کند و برخی دیگر را نادیده بگیرد. بخشی از توجه مربوط است به توجه انتخابی، که در آن، فرد آگاهانه و هوشمندانه محرک‌هایی را برای توجه کردن، انتخاب می‌کند. توجه پیش‌نیازی بسیار مهم برای برآوردن مطالبات روزانه است. زمانی که فرد نتواند بر روش‌های پیش‌آموخته تکیه کند، باید تمرکز کرده و به‌طور مداوم اعمالش را کنترل کند (۵). با افزایش سن عملکرد شناختی و جسمانی سالمندان کاهش می‌یابد (۱). کاهش سطح توجه می‌تواند هم بر عملکرد شناختی سالمندان و هم عملکرد جسمانی به‌خصوص فعالیت‌هایی که نیاز به توجه بیشتر دارند، مانند تعادل شود (۳۶). در مقایسه بین گروهی تفاوت معناداری بین سه گروه تمرین مشاهده نشد و هر سه روش موجب بهبود عملکرد توجه در سالمندان شدند که با یافته‌های مصلحی و همکاران (۵) همسو بود. با توجه به نقش BDNF بر محافظت عصبی و همچنین نورونز (۲۲، ۲۱) به‌نظر می‌رسد که تمرینات با افزایش BDNF موجب بهبود عملکرد عصبی و در نتیجه عملکرد توجه در سالمندان شده است. یکی دیگر از مکانیسم‌های احتمالی را که به پیشرفت عملکردهای شناختی در اثر تمرینات بدنی منجر می‌شود، می‌توان افزایش جریان خون مغزی دانست (۵). همچنین نتایج تحقیق تلونیو و همکاران (۳۳) حاکی از سطح بالاتر توجه هنگام راه رفتن در گروه فعال بود. در تحقیق حاضر نیز زمان آزمون عملکردی TUG در گروه‌های تمرین هوازی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل معنادار بود. نتایج تحقیقات قبلی (۳۷، ۳۸) نیز حاکی از بهبود عملکرد تعادل به‌صورت کاهش زمان TUG در سالمندان پس از تمرینات ورزشی است که با یافته‌های تحقیق حاضر همسو هستند. بهبود عملکرد TUG سالمندان را می‌توان به بهبود توجه و افزایش سطح BDNF و همچنین سازگاری‌های عصبی-عضلانی و آمادگی جسمانی نسبت داد، که پس از تمرینات ورزشی اتفاق می‌افتد. در همین خصوص گریفین و همکاران (۲۲) نشان دادند که افزایش سطح BDNF موجب بهبود عملکرد هیپوکمپ می‌شود که می‌تواند در عملکرد شناختی و عصبی-عضلانی مؤثر باشد (۴۰، ۳۹، ۲۱). پس از تمرینات شناختی بهبود معناداری در آزمون TUG مشاهده شد، اما تغییرات آن نسبت به گروه کنترل معناداری نبود. یون و همکاران پس از دوازده هفته تمرین شناختی بهبود معناداری در آزمون TUG در سالمندان مبتلا به زوال عقل نسبت به گروه کنترل گزارش کردند که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی نداشت، احتمالاً علت این ناهمخوانی دوره تمرین کوتاه‌تر در تحقیق حاضر یا تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها در دو تحقیق باشد،

چون در تحقیق یون از سالمندان مبتلا به زوال عقل استفاده شده بود که مشکلات عصبی-عضلانی بیشتری نسبت به سالمندان سالم دارند (۴۱).

با توجه به اینکه آزمون TUG از آزمون‌های عملکردی برای تعادل پویا در سالمندان است که مرتبط با عملکرد راه رفتن آنها می‌شود و بیشتر تحت تأثیر فاکتورهای آمادگی جسمانی، بیومکانیک راه رفتن و سرعت گام برداشتن است (۴۲). با افزایش زمان کسب‌شده آزمون TUG، احتمال سقوط در سالمندان افزایش می‌یابد، که در ارتباط با ضعف در سیستم عصبی-عضلانی و عملکرد شناختی آنهاست. موفقیت بالینی TUG به احتمال زیاد مربوط به توالی چندین مهارت حرکتی مهم، مانند چرخش و ایستادن برای انتقال، که نیاز به کنترل تعادل و همچنین راه رفتن مستقیم و زیرمجموعه‌های مؤثر بر راه رفتن است (۲۶). با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان گفت که بهترین مداخله برای بهبود عملکرد تعادل پویا در سالمندان تمرینات ورزشی است، هرچند تمرینات شناختی نیز می‌تواند به صورت جزئی و غیر معنادار موجب بهبود زمان TUG در سالمندان شود.

در کل یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که هر سه شیوه تمرینات ایروبیک، شناختی و ترکیبی موجب افزایش سطح BDNF و توجه در سالمندان می‌شود و بین روش‌های تمرین تفاوت معناداری وجود ندارد و مراکز مرتبط با سلامت سالمندی مانند مراکز توانبخشی و بهزیستی می‌توانند از این سبک تمرینات برای عملکرد عصبی-شناختی سالمندان استفاده کنند. اما برای بهبود زمان TUG، تمرینات ایروبیک و ترکیبی مؤثرتر از تمرین شناختی به تنهایی بودند که نتایج نشان می‌دهد برای بهبود عملکرد تعادل بیشتر نیاز به سازگاری‌های عصبی-عضلانی و آمادگی جسمانی است که با تمرینات ورزشی ایجاد می‌شود. بنابراین برای بهبود عملکرد شناختی تفاوتی بین سه شیوه تمرین وجود ندارد، ولی برای بهبود عملکرد حرکتی در سالمندان نیاز به تمرینات ورزشی و حرکتی است.

منابع و مأخذ

1. Hekmati Pour N, Hojjati H. Effects of Exercise on Mental Health of Elderly. Journal of Holistic Nursing and Midwifery. 2016;26(4):36-42(in Persian).
2. Zeng Y, Tan M, Kohyama J, Sneddon M, Watson JB, Sun YE, et al. Epigenetic enhancement of BDNF signaling rescues synaptic plasticity in aging. Soc Neuroscience; 2011.

3. Upadhyaya HP. Managing attention-deficit/hyperactivity disorder in the presence of substance use disorder. *The Journal of clinical psychiatry*. 2007;68:23-30.
4. Mander BA, Rao V, Lu B, Saletin JM, Lindquist JR, Ancoli-Israel S, et al. Prefrontal atrophy, disrupted NREM slow waves and impaired hippocampal-dependent memory in aging. *Nature neuroscience*. 2013;16(3):357-64.
5. Moslehi M, Shahbazi M, Arabameri E, TahmasebiBoroujeni S. Comparison of the Effectiveness of Various Physical, Cognitive, and Combined Rehabilitation on Memory and Attention of Veterans with PTSD. *Jundishapur Sci Med J*. 2017;16(3):293-306(in Persian).
6. Seidman LJ. Neuropsychological functioning in people with ADHD across the lifespan. *Clinical psychology review*. 2006;26(4):466-85.
7. McAuley E, Kramer AF, Colcombe SJ. Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older adults: a brief review. *Brain, behavior, and immunity*. 2004;18(3):214-20.
8. Etnier JL, Salazar W, Landers DM, Petruzzello SJ, Han M, Nowell P. The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal of sport and Exercise Psychology*. 1997;19(3):249-77.
9. Young J, Angevaren M, Rusted J, Tabet N. Aerobic exercise to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *The Cochrane Library*. 2015.
10. Best JR. Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*. 2010;30(4):331-51.
11. Golubović Š, Maksimović J, Golubović B, Glumbić N. Effects of exercise on physical fitness in children with intellectual disability. *Research in developmental disabilities*. 2012;33(2):608-14.
12. Duzel E, van Praag H, Sendtner M. Can physical exercise in old age improve memory and hippocampal function? *Brain*. 2016;139(3):662-73.
13. Begenisic T, Spolidoro M, Braschi C, Baroncelli L, Milanese M, Pietra G, et al. Environmental enrichment decreases GABAergic inhibition and improves cognitive abilities, synaptic plasticity, and visual functions in a mouse model of Down syndrome. *Frontiers in cellular neuroscience*. 2011;5:29.

14. Kemoun G, Thibaud M, Roumagne N, Carette P, Albinet C, Toussaint L, et al. Effects of a physical training programme on cognitive function and walking efficiency in elderly persons with dementia. *Dementia and geriatric cognitive disorders*. 2010;29(2):109-14.
15. HosseinpourDelavar S, Behpour N, Tadibi V, Ramezankhani A. The Effect of 12 Weeks of Cognitive Motor Integrated Exercises on Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in the Elderly with Dementia. *Journal of Sport Biosciences*. 2017;9(2):223-41(in Persian).
16. Chang JY, Tsai P-F, Beck C, Hagen J, Huff DC, Anand K, et al. The effect of Tai Chi on cognition in elders with cognitive impairment. *Medsurg Nursing*. 2011;20(2):63.
17. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical therapy*. 2002;82(2):128-37.
18. Chiviacowsky S, Wulf G, Wally R. An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait & posture*. 2010;32(4):572-5.
19. Chiviacowsky S, Wulf G, Ávila L. An external focus of attention enhances motor learning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. 2013;57(7):627-34.
20. Twiss JL, Chang JH, Schanen NC. Pathophysiological mechanisms for actions of the neurotrophins. *Brain Pathology*. 2006;16(4):320-32.
21. Lu B, Nagappan G, Lu Y. BDNF and synaptic plasticity, cognitive function, and dysfunction. *Neurotrophic Factors*: Springer; 2014. p. 223-50.
22. Griffin ÉW, Mullally S, Foley C, Warmington SA, O'Mara SM, Kelly ÁM. Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology & behavior*. 2011;104(5):934-41.
23. Pilc J. The effect of physical activity on the brain derived neurotrophic factor: from animal to human studies. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2010;61(5):533-41.
24. Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of psychiatric research*. 2015;60:56-64.
25. HadianFard H, Najarian B, Shokrkon Hosein, MehrabizadehHonarmand M. Preparation and preparation of the Farsi test form for continuous performance. *Journal of Psychology*. 1999;4(20):388-40.(in Persian)
26. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate

- balance deficits. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2010;46(2):239.
27. Seifert T, Brassard P, Wissenberg M, Rasmussen P, Nordby P, Stallknecht B, et al. Endurance training enhances BDNF release from the human brain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2009;298(2):R372-R7.
28. Gómez-Pinilla F, Ying Z, Roy RR, Molteni R, Edgerton VR. Voluntary exercise induces a BDNF-mediated mechanism that promotes neuroplasticity. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(5):2187-95.
29. Deschenes M, Maresh C, Crivello J, Armstrong L, Kraemer W, Covault J. The effects of exercise training of different intensities on neuromuscular junction morphology. *Journal of neurocytology*. 1993;22(8):603-15.
30. Curtis R, Tonra JR, Stark JL, Adryan KM, Park JS, Cliffer KD, et al. Neuronal injury increases retrograde axonal transport of the neurotrophins to spinal sensory neurons and motor neurons via multiple receptor mechanisms. *Molecular and Cellular Neuroscience*. 1998;12(3):105-18.
31. Angelucci F, Peppe A, Carlesimo GA, Serafini F, Zabberoni S, Barban F, et al. A pilot study on the effect of cognitive training on BDNF serum levels in individuals with Parkinson's disease. *Frontiers in human neuroscience*. 2015;9:130.
32. Leal G, Afonso PM, Salazar IL, Duarte CB. Regulation of hippocampal synaptic plasticity by BDNF. *Brain research*. 2015;1621:82-101.
33. Telonio A, Blanchet S, Maganaris CN, Baltzopoulos V, Villeneuve S, McFadyen BJ. The division of visual attention affects the transition point from level walking to stair descent in healthy, active older adults. *Experimental gerontology*. 2014;50:26-33.
34. Jha AP, Krompinger J, Baime MJ. Mindfulness training modifies subsystems of attention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2007;7(2):109-19.
35. Lampit A, Hallock H, Valenzuela M. Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: a systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLoS medicine*. 2014;11(11):e1001756.
36. Owsley C, McGwin G. Association between visual attention and mobility in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(11):1901-6.
37. Hortobágyi T, Lesinski M, Gäbler M, VanSwearingen JM, Malatesta D, Granacher U.

- Effects of three types of exercise interventions on healthy old adults' gait speed: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2015;45(12):1627-43.
38. Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villarán M, González Gil P, Sanz Ibáñez MJ, Blanco Sanz N, et al. Short-term, light-to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2011;59(4):594-602.
39. Van Praag H, Shubert T, Zhao C, Gage FH. Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *Journal of Neuroscience*. 2005;25(38):8680-5.
40. Vaynman S, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*. 2004;20(10):2580-90.
41. Yoon JE, Lee SM, Lim HS, Kim TH, Jeon JK, Mun MH. The effects of cognitive activity combined with active extremity exercise on balance, walking activity, memory level and quality of life of an older adult sample with dementia. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(12):1601-4.
42. Chou C-H, Hwang C-L, Wu Y-T. Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;93(2):237-44.