

رشد و یادگیری حرکتی - ورزشی - بهار ۱۴۰۱  
دوره ۱۴، شماره ۱، ص: ۱۲۳ - ۱۱۱  
نوع مقاله: علمی - پژوهشی  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ / ۰۹ / ۲۸  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱ / ۰۱ / ۲۲

## تأثیر ارائه تغییرپذیر دستورالعمل‌های تمرینات نوروفیدبک بر زمان واکنش سالمندان

مریم کیهانی<sup>۱</sup> - حمیدرضا طاهری تربتی<sup>۲\*</sup> - علیرضا صابری کاخکی<sup>۳</sup> -  
مجید قشونی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، گروه رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۲. استاد رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۳. دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۴. استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

### چکیده

شروع دوران سالمندی در اغلب افراد با کاهش عملکردهای شناختی و حرکتی همراه است. یکی از این عملکردها که تحت تأثیر قرار می‌گیرد، زمان واکنش است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات نوروفیدبک با توجه به اصل اختصاصی بودن تمرین بر زمان واکنش سالمندان بود. ۴۰ سالمند ۶۵ تا ۷۰ ساله انتخاب شدند و در یکی از گروه‌های تجربی ۱. نوروفیدبک در نقطه CZ و موج بتا، فرکانس ثابت، آرایش تمرین ثابت، ۲. نوروفیدبک در نقطه CZ و موج بتا، فرکانس ثابت، آرایش تمرین متغیر، ۳. نوروفیدبک در نقطه CZ و موج بتا، فرکانس متغیر، آرایش تمرین ثابت، ۴. نوروفیدبک در نقطه CZ و موج بتا، فرکانس متغیر، آرایش تمرین متغیر) و کنترل (شم) تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در آزمون زمان واکنش ساده شرکت کردند. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که مداخلات نوروفیدبک بر زمان واکنش سالمندان تأثیر دارد ( $P < 0.05$ ) و گروه فرکانس و آرایش تمرین متغیر بهترین عملکرد را نسبت به سایر گروه‌ها داشت ( $P < 0.05$ ). با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت که تمرینات نوروفیدبک در بهبود زمان واکنش سالمندان تأثیر دارد و این مداخلات باید براساس اصل اختصاصی بودن طراحی شوند.

### واژگان کلیدی

امواج مغزی، حرکت، سالمندی، عملکرد شناختی، موج بتا.

### مقدمه

سالمندی بخشی از روند طبیعی زندگی انسان محسوب می‌شود و پدیده‌ای زیست‌شناختی، هنجار و اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌آید (۱)؛ هرچند رسیدن به سن سالمندی را باید از عمده‌ترین پیشرفت‌های بشر محسوب کرد (۲). با افزایش سن تغییراتی در مغز به‌وجود می‌آید که سبب بروز تفاوت‌هایی در شیوه تفکر و رفتار می‌شود. متخصصان بالینی تفاوت در شیوه تفکر و رفتار را ناشی از عوامل مختلف مثل افزایش سن، اختلال شناختی غیروابسته و وابسته به زوال عقل می‌دانند. کاهش توانایی ذهنی و شناختی از مشکلات سالمندی است. براساس مطالعات و شواهد عینی، با افزایش سن، مشکلات شناختی نیز افزایش می‌یابد که می‌تواند عاملی مخاطره‌انگیز در تمام ابعاد زندگی سالمندان باشد، زیرا اختلال در عملکردهای شناختی و ذهنی موجب افت کارایی و ناتوانی سالمندان در انجام فعالیت‌های روزانه، راه رفتن، تعادل و حفظ قامت و بروز واکنش‌های مناسب می‌شود (۳).

افزون‌بر این افزایش سن می‌تواند بر پردازش حسی فرد نیز اثرگذار باشد و موجب افت در پاسخ به محرک‌های حسی و واکنش‌های انتخابی شود (۲). این موارد از طریق تغییراتی که در ساختارهای سیستم عصبی مرکزی و همچنین پردازش اطلاعات ایجاد می‌شود، موجب افزایش زمان واکنش در سالمندان می‌شوند. زمان واکنش (RT) به‌عنوان شاخصی از سرعت پردازش اطلاعات در مغز، یکی از عملکردهای حسی و شناختی است که روزانه فرد در موقعیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند. زمان واکنش در واقع فاصله زمانی بین ارائه یک محرک تا پاسخ به آن محرک است (۴) که این فاصله زمانی بین محرک و پاسخ تحت تأثیر عوامل مختلفی افزایش و کاهش خواهد یافت. زمان واکنش دارای فرایندهای مشخص پردازش اطلاعات در هر دو عملکرد حرکتی و شناختی است. با توجه به موارد ذکرشده و تأثیر تمرین بر بهبود زمان واکنش و در نتیجه تقویت عملکردهای مورد نیاز در این فرایند، انواع زمان واکنش می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای بررسی روند اختلالات سیستم عصبی مرکزی و عملکردهای شناختی و حرکتی در افراد استفاده شود. زمان واکنش ساده با ساده‌ترین فرایند در پردازش اطلاعات شامل یک محرک-یک پاسخ در اولین سطح و زمان واکنش انتخابی با بیش از یک محرک - پاسخ مناسب محرک مشخص در سطح بعدی و در نهایت زمان واکنش افتراقی با بیش از یک محرک و نیاز به پردازش مجزای هر محرک به‌منظور انتخاب بالاترین سطح از نظر نیازهای پردازش اطلاعات قرار می‌گیرند. همان‌طور که اشاره شد، افزایش سن می‌تواند به‌عنوان عامل افزایش‌دهنده این فاصله زمانی عمل کند. در همین زمینه برخی تحقیقات نشان داده‌اند که برخورداری از شیوه زندگی فعال شامل فعالیت‌های روزانه (فعالیت‌های روزانه -

سرگرمی‌ها) می‌تواند بر بهبود عملکرد شناختی و جسمی سالمندان اثرگذار باشد (۵). حال آنکه این شکل فعال زندگی می‌تواند تأثیرات اساسی و کاربردی‌تری بر فرایندهای شناختی داشته باشد (۶). با اینکه مطالعات پیشین فعالیت بدنی را عامل مهمی در بهبود عملکرد شناختی و جسمانی افراد دانسته‌اند، اما با توجه به محدودیت‌های حرکتی سالمندان، به‌کارگیری این شیوه همیشه کاربردی به‌نظر نمی‌رسد و باید به استفاده از روش‌های جایگزین روی آورد تا از طریق ایجاد تغییرات شناختی به بهبود عملکرد شناختی و حرکتی آنها کمک کرد. اخیراً از تمرینات نوروفیدبک در زمینه بهبود یا تقویت بسیاری از عملکردهای شناختی و گاه حرکتی سالمندان استفاده شده است. در این روش به شرکت‌کنندگان اطلاعاتی در مورد فعالیت‌های مغز آنها داده می‌شود. نوروفیدبک به‌عنوان یک مداخله غیرتهاجمی تعریف شده است که تغییر و کنترل امواج مغزی را به افراد آموزش می‌دهد (۷). در واقع این روش تمرینی از طریق بازخورد موجب یادگیری خودتنظیمی یا خودکنترلی در فرد می‌شود (۸).

تمرینات نوروفیدبک می‌تواند از طریق تصحیح امواج در مناطق مختلف مغزی افت عملکرد مغزی را کند یا متوقف سازد (۹). در مطالعات نوروفیدبک نشان داده است که تقویت فرکانس بتا (۳۰-۱۳ هرتز) با طول موج‌های مختلف قابلیت‌های پردازش‌های شناختی را بهبود می‌بخشد و به بهبود زمان واکنش منجر می‌شود (۱۰، ۱۱). همچنین با بررسی این یافته‌ها به‌نظر می‌رسد تمرینات نوروفیدبک شاید بتواند به‌عنوان عاملی اثرگذار بر بهبود عملکرد سالمندان به‌کار روند. بررسی دقیق‌تر تأثیرات تمرینات نوروفیدبک را شاید بتوان در شکل ویژه‌ای با توجه بر پروتکل‌های تمرینی و تعداد جلسات تمرین ادامه داد. در پژوهش‌های انجام‌گرفته تاکنون پروتکل‌ها شامل افزایش جریان آلفا-کاهش دامنه آلفا برای بهبود عملکرد شناختی در ناحیه POZ (۱۵)، افزایش آلفا-مهار تتا برای بهبود عملکرد شناختی (۹)، افزایش گاما-کاهش بتا برای بهبود حافظه شناختی (۱۲) و افزایش بتا-کاهش تتا بر بهبود زمان واکنش (۱۳) بوده‌اند. در خصوص تعداد و شکل جلسات تمرین در بیشتر تحقیقات تعداد جلسات تمرین بین ۸ تا ۳۵ جلسه تمرینی با مدت زمان ۲۴ تا ۳۰ دقیقه در هر جلسه تمرینی بوده است. این جلسات تمرینی بدون زمان استراحت در هر جلسه تمرین به‌صورت مداوم انجام گرفته‌اند (۹، ۱۴-۱۲).

در پژوهش‌های اخیر توجه به ارائه شکل کارآمدتری از تمرینات نوروفیدبک است و به‌کارگیری این تمرینات با توجه به اصل اختصاصی بودن تمرین و در واقع ارائه تمرینات نوروفیدبک با توجه به این اصل یکی از موارد مورد توجه است. گروزیلر اصل اختصاصی بودن تمرین، ماهیت تمرینات نوروفیدبک و پروتکل‌های فردی را به‌عنوان سه عامل مهم و اثرگذار در کیفیت این تمرینات معرفی کرده است (۷). این

در حالی است که باورهای عمومی موجود در حال حاضر به طرف تمرینات عمومی نوروفیدبک (به کار گرفتن یک پروتکل برای دسته‌ای از تغییرات مورد نیاز از طریق ارتباط در بین مناطق یا تمرینات مغزی) معطوف‌اند. در جایی که اصل اختصاصی بودن تمرین با توجه به شواهد دقیقی طی بررسی اثربخشی بر شناخت، عواطف، عملکرد و عوارض عصبی-فیزیولوژیکی به دنبال روش‌های تمرینی مورد تأیید، بیشتری است (۱۵).

گروزیلر و همکاران (۱۳) با بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه نوروفیدبک اصل اختصاصی بودن تمرین در نوروفیدبک را دربرگیرنده سه بخش اصلی می‌دانند: ۱. تخصصی بودن طول موج (فرکانس) هر موج (فرضیه جدایی نتایج تمرینات امواج مجاور از دیگر امواج)، ۲. تخصصی بودن مکان هر موج (مشخص بودن مکان هر موج و عملکرد خاص مرتبط با آن موج) و ۳. تخصصی بودن نتایج (انتخاب امواج براساس نتایج شناختی یا عملکردی که از تمرینات متصور است). ماهیت یادگیری در تمرینات نوروفیدبک، پروتکل‌های تمرینی (مدت و تعداد جلسات) و یادگیری را، در طول جلسه تمرین، بین جلسات تمرین و براساس تغییرات خط پایه بررسی می‌کند. پروتکل‌های فردی نیز به تفاوت‌های فردی در بهره بردن از این تمرینات اشاره دارد (۷).

همان‌طور که اشاره شد، پژوهشگران اخیراً سعی دارند تا با استفاده از پروتکل‌های تمرینی و برنامه‌های تمرینی متفاوت در تمرینات نوروفیدبک، در کمترین زمان، بالاترین میزان یادگیری را در فرد برای مدت طولانی ایجاد کنند که با توجه به مطرح شدن اصل اختصاصی بودن تمرین در تمرینات نوروفیدبک، استفاده از تغییرپذیری در تمرینات نوروفیدبک نیز به‌عنوان روش مکمل و مؤثر نیز مطالعه می‌شود. با توجه به پژوهش‌ها و مباحث ذکر شده، به نظر می‌رسد با کاربرد اصول تغییرپذیری تمرین و توجه به اصل اختصاصی بودن تمرین در طراحی پروتکل‌های تمرینات نوروفیدبک بتوان این تمرینات را به شکل بهینه و مؤثرتری در حیطه‌های مختلف تقویت و بهبود عملکرد حرکتی و شناختی مانند زمان واکنش به کار برد. در همین زمینه این سؤال مطرح می‌شود که آیا با توجه به اصل اختصاصی بودن تمرین، تغییرپذیری در ارائه پروتکل‌های تمرین در جلسات تمرینی نوروفیدبک موجب بهبود زمان واکنش ساده در سالمندان می‌شود؟

## روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون به همراه گروه کنترل است.

### شرکت‌کنندگان

با استفاده از نرم‌افزار G.Power تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای تحقیق تعیین شدند. برای این منظور مقادیر وارد شده در نرم‌افزار به این شکل بودند: اندازه اثر F (۰/۳۵)، توان (۰/۹۵)، تعداد گروه (۵) و روش آماری (F tests - ANOVA: Repeated measures, within-between interaction). بر این اساس نرم‌افزار تعداد ۴۰ شرکت‌کننده را به‌عنوان نمونه برای این پژوهش پیشنهاد داد. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی از میان سالمندان ۶۵ تا ۷۰ سال که مایل به شرکت در تحقیق بودند، با توجه به معیارهای زیر انتخاب شدند:

۱. نداشتن سابقه در تمرینات نوروفیدبک؛
  ۲. نداشتن سابقه هرگونه بیماری عصبی و روانی؛
  ۳. استفاده نکردن از دارو یا مکمل‌های افزایش تمرکز؛
  ۴. توانایی انجام تست زمان واکنش؛
  ۵. نداشتن زوال عقل و مشکلات شناختی.
- برای همگن‌سازی آزمودنی‌ها از لحاظ زوال عقل، تمامی شرکت‌کنندگان به پرسشنامه آزمون وضعیت مختصر روانی (MMSE) پاسخ دادند.

### ابزارها

پرسشنامه آزمون وضعیت مختصر روانی (MMSE): برای بررسی وضعیت شناختی شرکت‌کنندگان و اطمینان از عدم ابتلای آنها به دمانس (زوال عقل) سالمندی از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی (MMSE) استفاده شد. در صورتی که افراد قادر به کسب نمره ۲۴ یا بیشتر از این آزمون بودند، اجازه ورود به تحقیق را کسب می‌کردند.

این پرسشنامه برای ارزیابی هوشیاری شرکت‌کنندگان، استفاده نکردن از وسایل کمکی، نداشتن نقایص شنوایی و بینایی اصلاح‌نشده و قطع عضو به‌علت بیماری به‌کار می‌رود. در این مقیاس تکالیف متعددی مورد سنجش قرار می‌گیرند که عبارت‌اند از: تشخیص زمان، تشخیص مکان، یادآوری نام‌ها، نام بردن کلمات به‌صورت معکوس، یادآوری مجدد نام‌ها، نام‌گذاری، تکرار یک عبارت، فرمان‌های کلامی و ترسیم شکل. سیدیان و همکاران (۱۳۸۶) این پرسشنامه را اعتباریابی کردند و نتیجه گرفتند که از روایی و پایایی درونی ۰/۸۱ براساس آزمون آلفای کرونباخ برخوردار است (۱۶).

سنجش زمان واکنش به وسیله نرم افزار PEBL<sup>۱</sup>: به منظور سنجش زمان واکنش شرکت کنندگان از آزمون PEBL نسخه ۲,۱ استفاده شد. این آزمون به صورت رایگان در دسترس پژوهشگران قرار گرفته و در مطالعات بسیاری از آن استفاده شده است (<http://pebl.sourceforge.net>). از شرکت کنندگان خواسته شده بود تا به محض مشاهده محرک در مانیتوری که روبه روی آنها قرار داده شده بود، کلید Space را فشار دهند. برای هر آزمودنی تعداد ۵۰ محرک ارائه و پاسخ های آنها به وسیله نرم افزار ثبت شد. دستگاه نوروفیدبک: از دستگاه ده کاناله نوروفیدبک فلکس کامپ اینفینیتی<sup>۲</sup> محصول شرکت تات تکنولوژی<sup>۳</sup> آکانادا استفاده شد. با استفاده از این دستگاه و با کمک نرم افزار بایوگراف اینفینیتی<sup>۴</sup> سیگنال های مغزی دریافتی به صورت بازخوردهای دیداری به شرکت کنندگان ارائه می شد تا تلاش کنند به صورت غیرمستقیم این قابلیت را کسب کنند که عملکرد مغزی خود را اصلاح کنند. مونتاژ الکترودها براساس دستورالعمل بین المللی ۱۰-۲۰ و به صورت تک قطبی در ناحیه Cz اعمال می شد. این دستورالعمل در مطالعات مشابه قبلی نیز استفاده شده است (۱۳).

### روند اجرای پژوهش

آزمودنی ها به صورت تصادفی در یکی از ۵ گروه آزمایشی (هر گروه ۸ نفر) قرار گرفتند: ۱. نوروفیدبک در نقطه Cz و موج بتا، فرکانس ثابت، آرایش تمرین ثابت، ۲. نوروفیدبک در نقطه Cz و موج بتا، فرکانس ثابت، آرایش تمرین متغیر، ۳. نوروفیدبک در نقطه Cz و موج بتا، فرکانس متغیر، آرایش تمرین ثابت، ۴. نوروفیدبک در نقطه Cz و موج بتا، فرکانس متغیر، آرایش تمرین متغیر و ۵. گروه کنترل (شم) که در جلسات تمرینی شرکت می کردند، اما به جای دریافت نوروفیدبک واقعی، نوروفیدبک مربوط به گروه دیگری برای آنها ارائه می شد.

آرایش متغیر تمرین با در نظر گرفتن دو مورد طراحی شد: ۱. تأکید بر تقویت موج بتا و ۲. تأثیر نقاط هم جوار بر بهبود یک عملکرد خاص. به این ترتیب که در آرایش متغیر تمرین در نقطه Cz پیش و پس از اجرای تمرینات نوروفیدبک در هر جلسه از تمامی شرکت کنندگان ۲ دقیقه ثبت امواج مغزی در ناحیه تمرینی به عنوان خط پایه (فعالیت مغزی در زمان استراحت) گرفته می شد. همچنین از آنها خواسته شده

1. Psychology Experiment Building Language
2. HexComp Infinity - 10 Channel System
3. Thought Technology
4. Bgraph Infinity

بود تا به زمان واکنش انتخابی (حداقل دو محرک و دو پاسخ)، به‌منظور بررسی تأثیرات نوروفیدبک بر ویژگی‌های رفتاری در دو نوبت پیش و پس از آزمون پاسخ دهند.

تمرینات نوروفیدبک در نقطه C<sub>z</sub> به تقویت موج بتا (۱۲-۱۵ Hz) در گروه‌های آزمایشی انجام گرفت. این ناحیه از این حیث برای تمرینات انتخاب شد که مناطق حسی و حرکتی را پوشش می‌دهد، تمرین نوروفیدبک در این نواحی مغزی تأثیرات مثبتی در بهبود زمان واکنش نشان داده است. تمرینات با توجه به گروه‌های آزمایشی به‌صورت هر روز یا یک روز در میان طی ۱۵ جلسه (هر جلسه ۴ بلوک ۵ دقیقه با ۲ دقیقه استراحت) اجرا شد (۱۱). پیش و پس از آزمون ۲۴ ساعت پیش و پس از تمرینات انجام گرفت. از دستگاه وینا برای ثبت زمان واکنش افتراقی استفاده شد و تمرینات نوروفیدبک با دستگاه نوروفیدبک تات تکنولوژی صورت گرفت. به‌منظور تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از زمان واکنش آزمودنی‌ها، از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف استاندارد و از آمار استنباطی نظیر تحلیل کوواریانس استفاده شد.

## نتایج

اطلاعات توصیفی و مرتبط با جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. اطلاعات جمعیت‌شناختی گروه‌های مورد مطالعه

گروه	سن		MMSE	
	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین
فرکانس ثابت - آرایش تمرین ثابت	۱/۶	۶۸/۵	۳/۸	۲۴/۲
فرکانس ثابت - آرایش تمرین متغیر	۱/۸	۶۷/۳	۳	۲۴/۵
فرکانس متغیر - آرایش تمرین ثابت	۱/۲	۶۷/۷	۲/۴	۲۵
فرکانس متغیر - آرایش تمرین متغیر	۱/۴	۶۸	۲/۷	۲۵
کنترل (شم)	۱/۴	۶۷/۱	۳/۶	۲۵/۶

نتایج آزمون تحلیل واریانس یکراهه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنادار بین گروه‌های تمرینی در متغیرهای سن ( $F=0/98$ ,  $P=0/429$ ) و زوال عقلی ( $F=0/219$ ,  $P=0/926$ ) است و شرکت‌کنندگان به‌صورت همگن در گروه‌ها جایگزینی شدند. به‌منظور بررسی تأثیرات تمرینات بر زمان واکنش ساده و انتخابی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد و نمرات پیش‌آزمون افراد به‌عنوان کوواریت وارد شد. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، اثر اصلی گروه معنادار است ( $P<0/05$ ). در نتیجه به‌منظور

مقایسه‌های دوگانه بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. براساس نتایج این آزمون تنها بین دو گروه فرکانس متغیر - آرایش تمرین ثابت و فرکانس ثابت - آرایش تمرین متغیر تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). نمودار ۱ نشان‌دهنده میزان تفاوت بین گروه‌هاست. همچنین شکل ۱ نشان‌دهنده تفاوت موجود بین دو گروه در موج بتا در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون است.

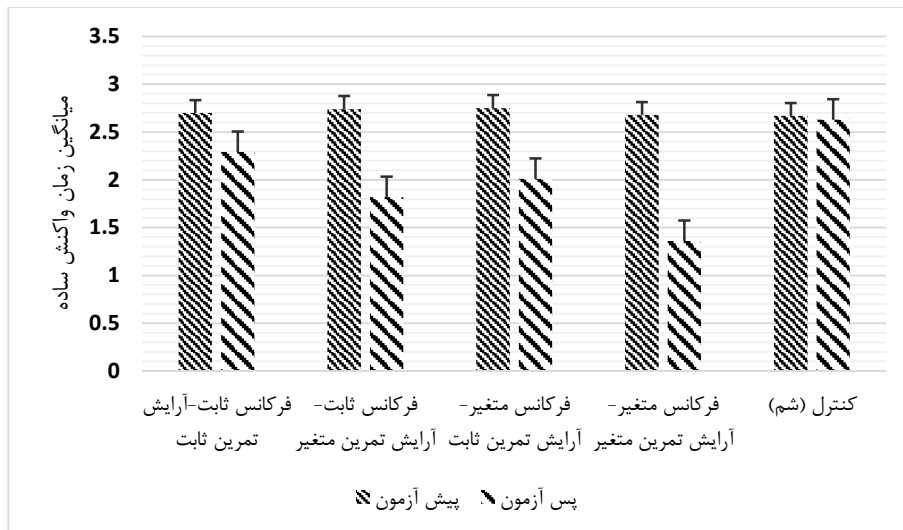
جدول ۲. نتایج آزمون کوواریانس در زمان واکنش ساده

اثر	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	Sig	اندازه اثر
پیش‌آزمون	۱	۰/۰۵۸	۲/۵۴	۰/۱۲	۰/۰۷
گروه	۴	۱/۸۵	۸۱/۴۲	۰/۰۰۰۱	۰/۹۰

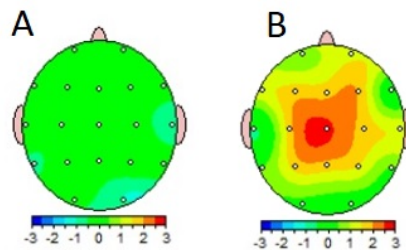
جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در زمان واکنش ساده

گروه	فرکانس ثابت - آرایش تمرین متغیر	فرکانس متغیر - آرایش تمرین ثابت	فرکانس متغیر - آرایش تمرین متغیر	فرکانس متغیر - آرایش تمرین متغیر	کنترل (شم)
فرکانس ثابت - آرایش تمرین ثابت	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فرکانس ثابت - آرایش تمرین متغیر	****	۰/۲۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فرکانس متغیر - آرایش تمرین ثابت	****	****	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
فرکانس متغیر - آرایش تمرین متغیر	****	****	****	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱





نمودار ۱. میانگین زمان واکنش ساده آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف



شکل ۱. تفاضل توان موج بتا در گروه‌های مورد مطالعه در پیش آزمون (A) و پس آزمون (B)

### بحث و نتیجه‌گیری

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه بهبود عملکرد و بالا بردن کیفیت عملکرد سالمندان انجام گرفته است. در این تحقیقات از روش‌های متفاوتی استفاده شده است. از جمله فعالیت‌های بدنی مختلف و تمرینات ذهنی و ... که اغلب این مطالعات اثربخشی‌شان منوط به توانایی حرکتی سالمندان و امکان انجام حرکات بدنی است، به همین دلیل شاید تلفیقی از این تمرینات بدنی با تمریناتی که به‌طور مستقیم پردازش‌های ذهنی مربوط به حرکات را بهبود می‌بخشند، بتوانند تأثیرات طولانی‌تری را در روند تصمیمات و حرکات سالمندان داشته باشند. در پژوهش حاضر تمرینات نوروفیدبک با تأکید بر اصل اختصاصی بودن تمرین استفاده شد که نتایج نشان داد تغییرپذیری آرایش تمرینات می‌تواند اثر معناداری بر بهبود زمان واکنش

سالمندان داشته باشد و در همین زمینه ماندگاری اثر تمرینات نوروفیدبک نیز بیشتر از تمرینات با شیوه ثابت متداول باشد. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات نبوی آل‌آقا و همکاران (۱۳۹۲) (۱۷)، افتاده‌حال و همکاران (۱۳۹۶) (۱۸)، پارسایی و همکاران (۲۰۱۸) (۱۹) و پارسایی و همکاران (۲۰۱۷) (۲۰) در یک راستا قرار داشت، اما با نتایج تحقیق میری‌فر و همکاران (۲۰۱۹) (۲۱) در تضاد بود. از بین تحقیقات نامبرده تنها تحقیقی که روی سالمندان صورت گرفته، متعلق به پارسایی و همکاران (۲۰۱۷) (۲۰) است. در این تحقیق مونتاژ دو الکترودی استفاده شده بود و تقویت موج بتا و کاهش موج تتا در دستور قرار گرفته بود. چنانکه می‌دانیم، در مراحل پردازش اطلاعات مراحل به‌ترتیب شامل شناسایی محرک، گزینش پاسخ و برنامه‌ریزی پاسخ می‌شود. به‌نظر می‌رسد با توجه به قرارگیری الکترودها در نواحی پس‌سری که مرتبط با بینایی هستند، این محققان به شناسایی محرک در شرکت‌کنندگان کمک کرده‌اند. این در حالی است که تحقیق حاضر نواحی قدامی را مورد مداخله قرار داده بود که احتمالاً به گزینش پاسخ در سالمندان کمک کرده است، چراکه نواحی قدامی مجموعه در ارتباط با کارکردهای اجرایی مانند زمان واکنش، تصمیم‌گیری و... است. از طرفی میری‌فر و همکاران (۲۰۱۹) (۲۱) در پژوهش خود موفق به نشان دادن تأثیر مداخلات نوروفیدبک بر زمان واکنش شرکت‌کنندگان خود نشدند. توجه به دو نکته در این دو تحقیق حائز اهمیت است؛ نکته اول اینکه در تحقیق میری‌فر و همکاران تمرینات نوروفیدبک تنها در ۱۰ جلسه و با فواصل هفتگی صورت گرفته بود، در حالی که در تحقیق حاضر این تمرینات به مدت ۳۰ جلسه و به‌صورت یک روز در میان انجام گرفته بود. نکته دوم اینکه شرکت‌کنندگان در پژوهش میری‌فر و همکاران فوتبالیست‌های جوان بودند، در حالی که تحقیق حاضر روی سالمندان صورت گرفته است. این احتمال وجود دارد با توجه به اینکه شرکت‌کنندگان در تحقیق میری‌فر و همکاران ورزشکار و جوان بودند، در آزمون زمان واکنش ساده با دشواری زیادی روبه‌رو نبودند و به‌نوعی در بالاترین سطح عملکرد خود قرار داشتند، به‌عبارتی به سقف عملکرد خود رسیده بودند، در نتیجه مداخلات نوروفیدبک برای آنها تأثیر چندانی نداشته است. اما در تحقیق حاضر که سالمندان بررسی شدند، با توجه به افت عملکرد در سالمندان و نیازهای پردازشی و شناختی بالاتر آنها، این نوع مداخلات توانسته است به بهبود زمان واکنش در این افراد منجر شود.

دستورالعمل‌های نوروفیدبک با فرکانس و آرایش متغیر می‌تواند تأثیر بیشتری بر زمان واکنش ساده سالمندان بگذارد. به شکلی که هرچه میزان این تغییرات بیشتر بود، تأثیرگذارتر بودند. همچنین به‌نظر می‌رسد تغییر آرایش تمرین نسبت به تغییر فرکانس تأثیر بیشتری داشته است.

افت عملکرد شناختی در سالمندان از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران این حوزه به می‌آید. بهبود در عملکرد شناختی سالمندان می‌تواند به‌عنوان عامل چشمگیری در تسهیل روند فعالیت‌های روزانه آنها به‌شمار آید. از طرفی عملکرد شناختی دربرگیرنده دامنه وسیعی از موارد از جمله سرعت پردازش اطلاعات، حافظه و زمان واکنش است. از آنجا که هریک از این موارد از برنامه ویژه‌ای در سیستم عصبی مرکزی برخوردارند، پژوهش‌ها و مطالعات تخصصی بر این موارد نیز نتایج مشابهی در بهبود عملکرد شناختی مختص به حافظه بینایی، کلامی، کاری، سرعت پردازش اطلاعات و زمان واکنش نشان دادند (۱۰، ۲۲). با توجه به یافته‌های چند پژوهش ذکرشده می‌توان به این جمع‌بندی دست یافت که نوع ارائه این شکل از تمرینات یعنی تمرینات نوروفیدبک می‌تواند در افزایش کارآمدی جلسات تمرین و بهبود عملکرد شناختی سالمندان اثرگذار باشد (۹-۱۱، ۲۲).

وجه تمایز و برتری تحقیق حاضر نسبت به مطالعات قبل در ارائه پروتکل کارآمدتر است. همان‌طور که مشاهده شد، رعایت اصل اختصاصی بودن تمرین که توسط گرویزیلر و همکاران (۱۳) ارائه شده است، می‌تواند تأثیر بسزایی بر بهبود عملکرد شناختی سالمندان داشته باشد. گرویزیلر اصل اختصاصی بودن تمرین، ماهیت تمرینات نوروفیدبک و پروتکل‌های فردی را به‌عنوان سه عامل مهم و اثرگذار در کیفیت این تمرینات معرفی کرده است (۱۳).

به‌نظر می‌رسد با توجه به ماهیت تمرینات نوروفیدبک با آرایش و فرکانس‌های متغیر که در این تحقیق استفاده شد و یادگیری حاصل از آن، این دسته از تمرینات که نیاز خاصی به فعالیت جسمانی ندارند، می‌توانند از اصول تعریف‌شده در آرایش تمرینات شناختی و حرکتی سود ببرند و بسته به نوع پروتکل تمرین موجب بهبود بیشتر زمان واکنش در سالمندان شوند و این ویژگی می‌تواند در شرایط مختلف به‌عنوان تمرینات پایه و مکمل در بهبود اجرای مهارت‌های حرکتی در افراد با شرایط بدنی و سنی مختلف به‌کار رود.

### تقدیر و تشکر

قدردان حمایت‌ها و حضور صبورانه شرکت‌کنندگان در این پژوهش هستیم؛ به‌ویژه دکتر صابر ستوده مهر متخصص.

## منابع و مأخذ

1. Marsillas S, De Donder L, Kardol T, van Regenmortel S, Dury S, Brosens D, et al. Does active ageing contribute to life satisfaction for older people? Testing a new model of active ageing. 2017;14(3):295-310.
2. Chatters R, Roberts J, Mountain G, Cook S, Windle G, Craig C, et al. The long-term (24-month) effect on health and well-being of the Lifestyle Matters community-based intervention in people aged 65 years and over: a qualitative study. 2017;7(9):e016711.
3. Woodford H, George JJQ. Cognitive assessment in the elderly: a review of clinical methods. 2007;100(8):469-84.
4. Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, van Donkelaar P, Chou L-S, Mayr U, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. 2009;90(3):381-7.
5. Chang Y-K, Nien Y-H, Chen A-G, Yan J. Tai Ji Quan, the brain, and cognition in older adults. *Journal of Sport and Health Science*. 2014;3(1):36-42.
6. Hosseinpour S, Behpour N, Tadibi V, Ramezankhani A. Effect of cognitive-motor exercises on physical health and cognitive status in elderly. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*. 2017;5(4):336-44 (in Persian).
7. Gutmann B, Mierau A, Hülsdünker T, Hildebrand C, Przyklenk A, Hollmann W, et al. Effects of physical exercise on individual resting state EEG alpha peak frequency. *Neural plasticity*. 2015;2015.
8. Yadav RK, Magan D, Mehta N, Sharma R, Mahapatra SC. Efficacy of a short-term yoga-based lifestyle intervention in reducing stress and inflammation: preliminary results. *The journal of alternative and complementary medicine*. 2012;18(7):662-7.
9. Pascoe MC, Thompson DR, Ski CF. Yoga, mindfulness-based stress reduction and stress-related physiological measures: A meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*. 2017;86:152-68.
10. Angelakis E, Stathopoulou S, Frymiare JL, Green DL, Lubar JF, Kounios J. EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly. *The clinical neuropsychologist*. 2007;21(1):110-29.
11. Enriquez-Geppert S, Huster RJ, Herrmann CS. EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial. *Frontiers in human neuroscience*. 2017;11:51.
12. Hedden T, Gabrieli JD. Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature reviews neuroscience*. 2004;5(2):87-96.
13. Gruzelier JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. I: a review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014;44:124-41.
14. Hammond DC. Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*. 2007;1(1):1-9.
15. Juhel J. The effects of neurofeedback training on memory performance in elderly subjects. *Psychology*. 2011;2(08):846.

16. Seyedian M, Fallah M, Norouzian M, Nejat S, Delavar A, Ghasemzadeh H. Reliability of Persian version of Mini-Mental State Examination. *Journal of Medical Council of Iran*. 2007;25(4):408-14 (in Persian).
17. Nabavi Aleagha F, Naderi F, Heidarei A, Nazari M, Nicksirat A, Avakh F. The effect of neurofeedback (SMR training) on performance and reaction time of individuals who undertake difficult tasks. *EBNESINA*. 2014;15(4):36-41 (in Persian).
18. Oftadehal M, Movahedi Y, Sepahvand R. The Effectiveness of Neurofeedback Training on Improving Reaction time Performance in Football Athletes. *Community Health Journal*. 2017;11(2):1-9 (in Persian).
19. Parsaee S, Alboghbish S, Abdolahi H, Alirajabi R, Anbari A. Effect of a period of selected SMR/Theta neurofeedback training on visual and auditory reaction time in veterans and disabled athletes. *Iranian Journal of War and Public Health*. 2018;10(1):15-20 (in Persian).
20. Parsaei S, Shetab Bushehri N, Alboghebish S, Rezaeimanesh S, Barati P. Effect of Neurofeedback Training on Improvement of Reaction Time in Elderly, Passive Males. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2017;11(4):550-7 (in Persian).
21. Mirifar A, Keil A, Beckmann J, Ehrlenspiel F. No effects of neurofeedback of beta band components on reaction time performance. *Journal of Cognitive Enhancement*. 2019;3(3):251-60.
22. Moore NC. A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. *Clinical electroencephalography*. 2000;31(1):1-6.

## The Impact of Neurofeedback protocol Variation on the reaction time in elderly people

Maryam Keihani<sup>1</sup> - HamidRezaTaheri\*<sup>2</sup> - AliReza Saberi<sup>3</sup> - Majid Ghoshoni<sup>4</sup>

1. Phd student of Motor Learning, Department of Motor behavior, Faculty of SportScience. Ferdwosi Univercity of Mashhad, Mashhad, Iran 2. Professor, Department of Motor behavior, Faculty of sport sciences. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 3. Associate Professor, Department of Motor behavior, Faculty of sport sciences. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran 4. Associate Professor, Department of Biomedical Engineering, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

(Received: 2021/12/19; Accepted: 2022/04/11)

### Abstract

In most people getting old is associated with a decrease in both cognitive and motor functions. One of these functions that get affected is reaction time. The aim of this study was to investigate the effect of neurofeedback training on the reaction time of elderly people, based on the principle of specificity of training. Forty elderly participants between the ages of 65 to 70 years were selected and assigned to one of the experimental groups: 1) neurofeedback at Cz and beta wave, fixed frequency, fixed training arrangement, 2) neurofeedback at Cz and beta wave, fixed frequency, variable training arrangement 3) Neurofeedback at Cz and beta wave, variable frequency, fixed training arrangement, 4) Neurofeedback at Cz and beta wave, variable frequency, variable training arrangement) and 5) control (sham). All groups participated in simple reaction time tests for pre-test and post-test. The analysis of covariance showed that neurofeedback interventions had a significant effect on the reaction time of elderly people ( $p < 0.05$ ) and the frequency and the group with variable training arrangement had the best performance compared to the other groups ( $p < 0.05$ ). According to these results neurofeedback, training affects improving the reaction time of the elderly and these interventions should be designed based on the principle of specificity of training.

### Keywords

Beta, Brain Waves, Cognitive Function, Elderly, Motor.

---

\* Corresponding Author: Email: hamidtaheri@um.ac.ir ; Tel: +989153179331