دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هفدهم، شماره ۵، صفحه ۸۴۶– ۸۳۴ (آذر و دی ۱۳۹۳)

ISMJ 2014; 17(5): 834-846

تأثیر نوروفیدبک توان باند بالای آلفای شخصی ناحیه o_z سر(تک‌قطبی)، بر زمان عکس‌العمل به‌عنوان شاخص حافظه کوتاه مدت در بانوان کارمند

مرسده جهان‌سیر [۱]، سید محمّد فیروزآبادی [۲*]، مجید قشونی [۳]، علی مطیع نصرآبادی [۴]

[۱] گروه مهندسی پزشکی، دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
[۲] گروه فیزیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
[۳] گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
[۴] گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شاهد تهران

(دریافت مقاله: ۹۱/۲/۱۶– پذیرش مقاله: ۹۱/۱۲/۱۶)

چکیده

زمینه: در سیستم‌های مبتنی بر نوروفیدبک افراد قادرند بنابر اصل شرطی‌سازی کنش‌گر، ریتم خاصی از سیگنال مغزی الکتروانسفالوگرام خود را به‌طور معنی‌داری تقویت یا مهار کنند. در بررسی‌های اخیر اثربهبود حافظه کاری طی آموزش‌های نوروفیدبک روی افراد سالم بررسی شده است. از معایب نوروفیدبک تعداد بالای جلسات آموزش و هزینه بالای آن است. در تحقیقات گذشته توان کل باند آلفا، برای تمام افراد در محدوده ۸ تا ۱۲ هرتز در نظر گرفته شده است. از بررسی‌های پیشین این نتیجه گرفته می‌شود که با استخراج باند بالای آلفای شخصی و استفاده از آن در نوروفیدبک، می‌توان سرعت یادگیری را افزایش داد، در نتیجه تعداد جلسات آموزش کاهش یافته و هزینه کمتری صرف خواهد شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی از بین ۱۰ نفر شرکت کننده که همگی زن و با میانگین سنی ۳۵ سال بودند، به‌طور تصادفی ۵ نفر در گروه آزمون و ۵ نفر در گروه کنترل تقسیم شدند. از هر دو گروه قبل از شروع آموزش نوروفیدبک و نیز بعد از اتمام جلسات آموزش نوروفیدبک آزمون حافظه کوتاه مدت تصویری گرفته شدسپس گروه آزمون به‌مدت ۸ جلسه، هر جلسه شامل سه قسمت (**trial**) ۵ دقیقه‌ای، به‌صورت ۲ بار در هفته، تحت آموزش نوروفیدبک جهت تقویت توان باند بالای آلفای خود قرار گرفتند.

یافته‌ها: در تفکیک رنگ تصاویر و نیز زمان عکس‌العمل، گروه آزمون بهبود معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشت. برای گروه آزمون شاخص زمان عکس‌العمل تشخیص تصاویر جدید و قدیم و تفکیک رنگ‌ها، قبل و بعد از آموزش ۸ جلسه‌ای با فیدبک توان باند بالای آلفای شخصی، کاهش یافت در گروه کنترل این شاخص تفاوت معناداری نداشت (**P<۰/۰۵**).

نتیجه‌گیری: افزایش توان نسبی باند بالای آلفای شخصی، در اثر آموزش نوروفیدبکی توان باند بالای آلفای شخصی ثبت شده در ناحیه O_z (تک قطبی) در طی ۸ جلسه، نشان می‌دهد که این روش نوروفیدبکی باعث افزایش حافظه بانوان کارمند شده است و باعث بهبود درصد تفکیک رنگ تصاویر و نیز کاهش زمان عکس‌العمل شده است.

واژگان کلیدی: باند آلفا، تقویت حافظه، زمان عکس‌العمل، نوروفیدبک

---

[*] تهران، تقاطع بزرگراه جلال آل احمد و شهید چمران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه فیزیک پزشکی

E-mail: pourmir@modares.ac.ir

مقدمه

اختلال حافظه به کاهش توانایی فرد در فراگیری موضوعات جدید و کاهش توانایی در به یاد آوردن دانسته‌های قدیم گفته می‌شود. در جهت بهبود حافظه از درمان‌های دارویی استفاده می‌شود که عوارض دارویی وجود دارد. راه دیگر بهبود حافظه استفاده از نظریه شرطی‌سازی کنش‌گر است. سیستمی که بر اساس نظریه شرطی‌سازی کنش‌گر کار می‌کند نوروفیدبک است (۱).

استفاده از نوروفیدبک به‌صورت شرطی‌سازی کنش‌گر، به فرد امکان کنترل پارامترهای کمی سیگنال الکتروانسفالوگرام را می‌دهد و فرد از این راه می‌تواند به تنظیم ریتم‌های سیگنال مغزی خود بپردازد (۱). طی یک فرآیند نوروفیدبک شخص یاد می‌گیرد که چگونه سیگنال‌های مغزی خود را کنترل کند و این کار را ابا کنترل حالات فکری متناظر با الگوهای سیگنال مغزی انجام می‌دهد. البته فرآیند نوروفیدبک فرآیند جدیدی در مغز نیست، بلکه فرآیند زیستی طبیعی است که از این طریق کنترل می‌شود (۱).

در مورد نوروفیدبک و کاربردهای آن تاکنون بررسی‌های گوناگونی انجام شده و گزارش‌های زیادی به چاپ رسیده است. ناتوانی در یادگیری، اختلالات خواب، صرع، ضربه سر و سکته مغزی نمونه‌هایی هستند که در آن‌ها موفقیت در درمان، با این روش به دست آمده است (۱). همچنین آموزش نوروفیدبک در بیماران دارای اختلال عصبی باعث کاهش علائم بیماری در آن‌ها شده است (۲ و ۳).

از سویی در بررسی‌های گوناگون فعالیت ریتم آلفا و ارتباط آن با درمان بیماری و نیز افزایش کارایی شناختی در افراد سالم مورد بررسی قرار گرفته است (۴).

به‌عنوان مثال در سال ۱۹۷۶ میلادی توِاملو (Twemlow) و همکاران تاثیر نوروفیدبک را بر افزایش دامنه آلفا (۱۳–۸ Hz) و تتا (۷–۴ Hz) به‌عنوان درمانی برای بیماران الکلی گزارش کرده‌اند (۴). همچنین طی ارزیابی صورت گرفته نشان داده شد که فعالیت آلفای پس- سری با شرایط آرامش در ارتباط است و نیز ریتم آلفای مهار شده با فرآیندهای فعال و هوشیارانه همراه است (۵).

در سال ۱۹۷۸ میلادی، هارت (Hardt) و همکاران تأثیر آلفای نوروفیدبکی بر افزایش یا کاهش اضطراب، وابسته به جهت آموزش را مورد بررسی قرار دادند (۶).

از سویی دیگر در پژوهش‌های انجام شده توسط کلیمیش (Klimesch) نشان داده شد که استفاده از حافظه و فعالیت‌های درکی باعث افزایش دامنه سیگنال آلفا می‌شود (۷). همچنین وابستگی فرکانس و دامنه آلفا به تغییرات سن مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه کار نشان داد که، فرکانس مرکزی باند آلفا تا ۲۵ سالگی نسبت مستقیم با سن فرد دارد. اما پس از آن روند تغییرات فرکانس مرکزی باند آلفا روند نزولی خواهد داشت. این مورد درباره دامنه سیگنال نیز بدین‌گونه است (۷).

در حالت‌های مختلف رابطه‌ای بین پارامترهای سیگنال آلفا و جنبه‌های مختلف فعالیت‌های درکی وجود دارد (۲). یک افتراق دوتایی بین فعالیت‌های درکی، فرکانس EEG (در باند تتا و محدوده بالای فرکانس آلفا) و نوع پاسخ EEG وجود دارد. هَنسمایر (Hanslmayr) نشان داد افزایش توان باند بالای آلفا باعث بهبود فعالیت درکی افراد می‌شود (۸).

دکتر وِرنون (Vernon) در دانشگاه امپریال کالج لندن، به بررسی ارتباط نوروفیدبک و حافظه‌کاری در افراد سالم پرداخت (۹ و ۱۰). افراد در دو آزمایش (قبل و

بعد از آموزش نوروفیدبک) شرکت کردند. این آزمایش‌ها با هدف بررسی اثر نوروفیدبک در عملکرد حافظه‌کاری، طراحی شدند. در هر دو آزمایش به افراد یک سری کلمات از دسته‌های مختلف داده شد و به‌دنبال آن از افراد خواسته شد همه کلمات مربوط به یک دسته خاص را بازیابی کنند.بنابر یافته های به‌دست آمده، صحت بازیابی اطلاعات در گروه آزمایش که تحت آموزش نوروفیدبک قرار گرفته بودند، از ۷۰/۶ درصد (در آزمایش اول) به ۸۱/۶ درصد (در آزمایش دوم) افزایش یافت در حالی‌که در گروه کنترل که تحت آموزش نوروفیدبک قرار نگرفته بودند، صحت بازیابی اطلاعات از ۷۲/۵ درصد به ۷۵/۱ درصد افزایش یافت. که این نتایج نشان دهنده اثر آموزش نوروفیدبک در بهبود حافظه می‌باشد (۱۰).

در این مقاله به بررسی اثر تقویت توان باند بالای آلفای شخصی، به‌وسیله نوروفیدبک بر روی تقویت حافظه تصویری کوتاه مدت و نیز زمان عکس‌العمل پرداخته می‌شود. با توجه به قابلیت تطبیق‌پذیری سیستم نوروفیدبک با ویژگی‌های شخصی افراد و نیز توانایی آن در درمان طیف وسیعی از بیماری‌های شناختی، بهبود عملکرد شناختی افراد سالم و نیز نداشتن هیچ‌گونه عوارض جانبی برای بیمار و غیرتهاجمی بودن آن، استفاده از چنین سیستمی راهکاری مناسب به‌نظر می‌رسد (۱).

تعداد بالای جلسات آموزش نوروفیدبک و هزینه بالای آن از معایب نوروفیدبک شمرده شده است (۲ و ۱۱). یافتن یک ویژگی فرکانسی مناسب یا ترکیب چند ویژگی فرکانسی جهت استفاده در برنامه و یافتن محل دقیق برای الکترودگذاری نکات مورد توجه در جهت افزایش روند یادگیری است. در این تحقیق الکترودگذاری به‌صورت تک قطبی و در محل O_z بود. علت انتخاب این کانال قرار داشتن هیپوکامپ در منطقه پس- سری است. همچنین چون هدف این بررسی اثر یک ویژگی بر حافظه بود، از یک ویژگی یعنی توان باند بالای آلفای شخصی، استفاده گردید. در بیشتر تحقیقات گذشته توان کل باند آلفا در محدوده ۸ تا ۱۲ هرتز در نظر گرفته می‌شد (۱۰-۸).

هَنسمایر نشان داد نوروفیدبک باند بالای آلفای شخصی، منجر به افزایش کارایی ادراکی فرد می‌شود (۸)، بر این اساس اینگونه برآورد شد که با استخراج باند بالای آلفای هر فرد و استفاده از آن در نوروفیدبک و شخصی کردن پروسه، می‌توان سرعت یادگیری را افزایش داد. در نتیجه تعداد جلسات آموزش کاهش یافته و هزینه کمتری صرف می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق فرآیند کار از سه مرحله شامل انتخاب شرکت کنندگان، اجرای آزمون حافظه و آموزش نوروفیدبک تشکیل شده است. شرکت‌کنندگان از ۱۰ نفر زن که همگی از کارمندان دانشکده مهندسی پزشکی واحد علوم تحقیقات تهران با میانگین ۳۵ سال و انحراف استاندارد ۳/۵۶± سال، بودند تشکیل شده است. پرسشنامه‌هایی در رابطه با سن، چپ دست یا راست دست بودن، میزان آشنایی با کامپیوتر و بازی‌های کامپیوتری و مقدار زمان انجام آن‌ها، توسط افراد شرکت کننده کامل شد. از بین تمام شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی ۵ نفر برای گروه آزمون و ۵ نفر برای گروه کنترل در نظر گرفته شد. برای بررسی دقیق‌تر یافته‌های ناشی از اجرای نوروفیدبک روی هر فرد، شرکت کنندگان در گروه آزمون و گروه کنترل به‌ترتیب به‌صورت E۵، E۴، E۳، E۲، E۱ و C۵، C۴، C۳، C۲، C۱ نام‌گذاری

شدند به نحوی که حرف E نشان‌دهنده گروه آزمون و حرف C نشان دهنده گروه کنترل و اعداد نشان‌دهنده شماره هر فرد است.

برای آموزش نوروفیدبک بازه ای چهار هفته‌ای در نظر گرفته شد. در ابتدا و انتهای بازه از هر دو گروه آزمون حافظه گرفته شد و در ابتدا و انتهای آن سیگنال مغزی پایه (base line EEG) در حالت چشم باز و چشم بسته ثبت شد. همه ثبت‌ها بنابر استاندارد ۱۰/۲۰ و از کانال O_z نسبت به مرجع گوش‌ها انجام شد. علت انتخاب این کانال قرار داشتن هیپوکامپ در منطقه پس_ سری است.

هیپوکامپ یکی از مهم‌ترین مسیرهای خروجی برای نواحی پاداش و تنبیه سیستم لمبیک است (۱۲). همچنین امپدانس الکترود- پوست کمتر از ۵ کیلو اهم در نظر گرفته شد. نام دستگاه نوروفیدبک ProComp Infiniti، ساخت شرکت Thought Technology، کشور کانادا می‌باشد. مشخصات CPU سیستم مورد استفاده به‌صورت زیر است:

۱ گیگا بایت، ۳۲-bit operating sys، ۳ گیگا هرتز، Celeron قبل و بعد از هر جلسه آموزش نوروفیدبک در گروه آزمون، پرسشنامه‌ای به فرد داده شد و از وی سئوالاتی در مورد تغییرات احتمالی در الگوی خواب، میزان میل به غذا و نیز وضعیت روحی و آمادگی شخص برای شرکت در ۸ جلسه آموزش نوروفیدبک پرسیده شد.

آزمون حافظه

در آزمون حافظه اجرا شده در این بررسی، از کار انجام شده توسط کِیزِر (Keizer) و همکاران، برای ارزیابی افراد قبل و بعد از آموزش نوروفیدبک استفاده شد (۱۳) (شکل ۱).

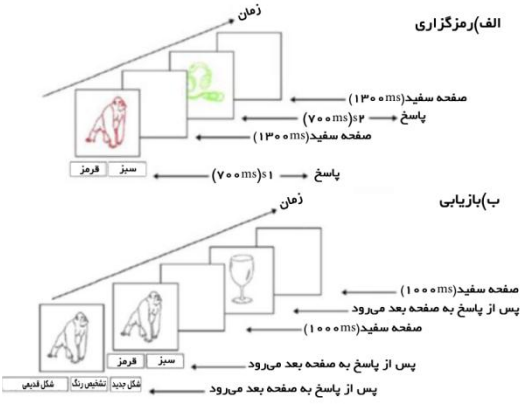
آزمون حافظه شامل دو مرحله بود. در مرحله اول یا مرحله رمزگذاری[1] تصاویر قرمز و سبز هر یک به‌مدت ۷۰۰ میلی‌ثانیه به فرد نشان داده شد. از شرکت کننده خواسته شد به محض دیدن تصویر قرمز رنگ، کلید سمت راست صفحه کلید کامپیوتر (کلید اسلش/) و در صورت دیدن تصویر سبز رنگ کلید سمت چپ صفحه کلید کامپیوتر (کلید z) را فشار دهد. سپس به‌مدت ۱۳۰۰ میلی‌ثانیه صفحه نمایش کامپیوتر خالی بود و سپس تصویر بعدی نشان داده می‌شد. در مجموع ۳۸ تصویر که ۱۹ تصویر قرمز رنگ و ۱۹ تصویر سبز رنگ هستند به نمونه‌ها نشان داده شد. البته تصویر ابتدایی و انتهایی به‌منظور حذف اثر ترتیب تصویر در حافظه شخص، از مجموعه تصاویر فاز بازیابی[2] حذف شد. ضمناً زمان عکس‌العمل افراد هنگام پاسخ‌گویی به رنگ تصاویر ثبت شد. آزمون حافظه توسط نرم‌افزار visual c نوشته شده بود.

سپس در مرحله دوم آزمون حافظه یا مرحله بازیابی، ۱۲ تصویر از تصاویر فاز رمزگذاری (۶ تصویر قرمز رنگ و ۶ تصویر سبز رنگ) که به‌صورت سیاه رنگ نقاشی شده با ۱۴ تصویر جدید که با رنگ سیاه نقاشی شده بود، ترکیب شد و به‌ترتیب به فرد نشان داده شد و از وی خواسته شد در صورتی که تصویر جزو تصاویر فاز رمزگذاری بود (تصویر قدیمی) کلید سمت راست (کلید/) و در صورت جدید بودن تصویر کلید سمت چپ صفحه کلید (کلید z) را فشار دهد. همچنین در صورتی‌که فرد تصویر را قدیمی اعلام می‌کرد، از وی خواسته می‌شد، در صورتی‌که تصویر جزو تصاویر قرمز رنگ در فاز رمزگذاری بوده، کلید سمت راست (کلید/) و در صورتی‌که تصویر جزو تصاویر سبز رنگ در فاز رمزگذاری بوده، کلید سمت

[1] Encoding
[2] Retrieval

چپ صفحه کلید (کلید z) را فشار دهد.

لازم به‌ذکر است در فاز بازیابی، تصویر تا زمانی که کلیدی وارد نشده است، روی صفحه نمایش کامپیوتر باقی می‌ماند. در شکل زیر ترتیب زمانی نمایش تصاویر در یک نمونه از اجرای آزمون حافظه در دو فاز رمزگذاری و بازیابی نشان داده شده است.



شکل ۱) ترتیب زمانی در یک نمونه از اجرای آزمون حافظه در دو فاز رمزگذاری (A) و بازیابی (B)(۸)

شایان یادآوری است آزمون حافظه در دو جلسه جداگانه یکبار قبل از شروع جلسات آموزش نوروفیدبک و یکبار بعد از اتمام جلسات آموزش نوروفیدبک انجام شد. با سه مجموعه تصویر مجزا از هم که یک مجموعه برای تمرین سوژه و دو مجموعه برای ارزیابی حافظه شخص در نظر گرفته شده بود. این آزمون برای تمام افراد گروه آزمون و کنترل اجرا شد.

البته چون گروه کنترل در هیچ یک از جلسات آموزش نوروفیدبک شرکت داده نشد، آزمون حافظه برای این گروه کنترل، همزمان با گروه آزمون، یکبار قبل از شروع جلسات آموزش نوروفیدبک و یکبار بعد از اتمام جلسات آموزش نوروفیدبک، انجام شد. بعد از اتمام آزمون حافظه روی هر فرد، نمره وی که بر اساس، تعداد تصاویر جدید و قدیم و نیز رنگ تصاویر که درست تشخیص داده شده‌اند یا خیر، به تفکیک توسط نرم‌افزار (برنامه‌ای که به‌وسیله نرم‌افزار مطلب نوشته شد) محاسبه و در جدول خاصی پر شده است. آزمون حافظه در ابتدا و انتهای دوره سه بار انجام شد. دفعه اول صرفاً برای آشنایی شرکت‌کنندگان با آزمون حافظه بود. نمرات اولین آزمون و دومین آزمون حافظه برای نمونه E۱ در جدول ۱ آمده است. نمرات به‌صورت نسبت جواب‌های درست به تعداد کل سئوالات بیان شد. به‌طور مثال، اگر فرد از ۳۸ تصویر نشان داده شده، جدید یا قدیم بودن ۱۹ تصویر را درست تشخیص داده باشد، نمره او ۰/۲۳ می‌شود. اگر از ۳۸ تصویر قرمز/سبز، رنگ ۱۹ عدد را درست تشخیص دهد، نمره او ۰/۲۷ می‌شود. این آزمون‌ها در قبل و بعد از دوره یک ماهه نوروفیدبکی انجام شد.

جدول ۱) نمرات آزمون حافظه مربوط به سه فاکتور تفکیک تصاویر جدید و قدیم، رنگ‌ها و زمان عکس‌العمل، برای نمونه E۱ در دو مرحله

شرکت کنندگان	نمرات آزمون حافظه						
	اولین آزمون حافظه	زمان عکس العمل(قبل)	زمان عکس العمل(بعد)	قبل r/g	بعد r/g	قبل o/n	بعد o/n
E۱		۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۵۸	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۹۶

پروتکل آموزش نوروفیدبک

کلیه افراد گروه آزمون به‌مدت ۸ جلسه ۳۰ دقیقه‌ای، به‌صورت ۲ جلسه در هفته در جلسات آموزش نوروفیدبک جهت تقویت باند آلفا در کانال O_z شرکت کردند. ولی از افراد گروه کنترل خواسته شد

منتظر بمانند و در هیچ جلسه آموزشی نوروفیدبک شرکت نکنند.

قبل از شروع جلسه آموزش نوروفیدبک یک پرسشنامه در مورد وضعیت خواب، میزان میل به غذا، روحیه فرد، وضعیت حافظه و احتمال مصرف داروهای اعصاب و روان تکمیل شد(این پرسشنامه توسط محقق تهیه شد). اگر شرکت‌کننده‌ای مثلاً اعلام کند داروهای اعصاب مصرف می‌کند یا دچار بی‌خوابی است، از آزمون حذف می‌شود.

سپس الکترودها بر روی سر نصب شد و یک ثبت سیگنال مغزی پایه به‌مدت ۲ دقیقه در حالت چشم باز در کانال O_z از هر فرد گرفته شد.

بعد از ثبت سیگنال مغزی پایه، هر فرد در سه مرحله ۵ دقیقه‌ای در فرآیند آموزش نوروفیدبک شرکت کرد. بدین‌صورت که از فرد خواسته شد تصویری که شبیه به تونل است (شکل ۲) را به‌طور پیوسته به حرکت درآورد و اصطلاحاً داخل تونل به‌طور پیوسته حرکت کند. همزمان با حرکت تصویر یک تون صدای خاص نیز پخش می‌شود که به شخص برای انجام این کار کمک می‌کند. حرکت و شنیدن صدا وابسته به توان باند آلفا است، درصورتی‌که توان باند آلفای فرد بالاتر از حد آستانه تعیین شده برای فرد باشد، تصویر حرکت کرده و صدای شبیه تونل پخش می‌شود. مقدار آستانه به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که در ۶۰ درصد زمان‌ها توان باند آلفا بالاتر از حد آستانه قرار بگیرد. شخص باید تلاش کند توان باند آلفا در کانال O_z را بالاتر از حد آستانه نگه دارد تا از این راه تصویر را پیوسته به حرکت درآورد.

علاوه‌بر اندازه توان باند آلفا پارامتر دیگری به نام نقطه هدف[3] در نرم‌افزار نوروفیدبک وجود دارد که این پارامتر نشان دهنده مدت زمانی است که سوژه توان باند آلفا را بالاتر از حد آستانه حفظ کرده است. به‌طور متوسط مقدار نقطه هدف، برابر ۰/۷۵ ثانیه در نظر گرفته شده است و در طول آزمایش سعی شده است ثابت بماند. در شرایطی که امتیازگیری برای شرکت‌کننده دشوار بود و این موضوع باعث کاهش انگیزه او می‌شد، کاهش مقدار نقطه هدف از ۰/۷۵ ثانیه به ۰/۵ ثانیه صورت می‌گرفت.



شکل ۲) پنجره نمایش نوروفیدبک- این پنجره دارای دو قسمت است که هر قسمت بر روی مانیتور مجزا پخش می‌شود. قسمت سمت راست بر روی مانیتور جلوی سوژه و قسمت سمت چپ بر روی مانیتور جلوی آزمون‌گر به‌طور همزمان پخش می‌شود.

در شکل ۲ پنجره نمایش نوروفیدبک نشان داده شده است. این پنجره دارای دو قسمت است که هر قسمت توسط یک مانیتور مجزا پخش می‌شود. قسمت سمت راست بر روی مانیتور روبروی سوژه پخش می‌شود تا شخص بتواند تصویر تونل متحرک و نیز تعداد امتیازات خود را مشاهده کند. همچنین در قسمت سمت چپ تصویر، سیگنال مغزی شخص، تغییرات طیف توان باند آلفا در کانال O_z به‌صورت بارگراف و نیز تخمین طیف توان سیگنال مغزی به‌صورت نمودار ستونی در پایین پنجره مشاهده می‌شود که این پنجره بر روی مانیتور جلوی آزمون‌گر پخش می‌شود و آزمون‌گر می‌تواند از راه این پنجره در هر لحظه از آخرین وضعیت سوژه آگاه شود و در صورت لزوم حد آستانه ریتم آلفای شخص را حین آموزش تغییر دهد. شکل ۳ روند آموزش نوروفیدبکی در محیط آزمایشگاه را نشان می‌دهد.

[3] Target point

همچنین در انتهای هر جلسه آموزش نوروفیدبک نیز، یک ثبت سیگنال مغزی پایه به‌مدت ۲ دقیقه در حالت چشم باز در کانال O_z از هر فرد گرفته شده است.



شکل۳) تقویت حافظه کوتاه مدت تصویری با فیدبک فرکانسی

نحوه پردازش داده‌ها

پیش از شروع جلسات آموزش نوروفیدبک لازم است برای هر فرد محدوده باند آلفا محاسبه و استخراج شود و آموزش نوروفیدبک بر اساس محدوده باند آلفای استخراج شده فردی انجام شود. بنابر یافته‌های بررسی‌های کلیمیش معلوم شده است محدوده ریتم آلفای سیگنال مغزی هر شخص منحصر به فرد بوده و از هر شخصی به شخص دیگر فرق می‌کند (۱۴).

در بیشتر افراد بعد از بسته شدن چشم‌ها و در حالت گوش بزنگی، ریتم باند آلفا نسبت به ریتم بقیه باندهای فرکانسی غالب می‌شود و زمانی‌که شخص چشمان خود را باز کرده و فعالیت ذهنی خاصی انجام نمی‌دهد، ریتم آلفا بلوکه شده و طیف غالبی در سیگنال مغزی مشاهده نمی‌شود (۱۴). بر همین اساس برای استخراج ریتم آلفای فردی لازم است از شخص دو سیگنال مغزی پایه در حالت چشم بسته و چشم باز گرفته شود، سپس طیف توان سیگنال مغزی پایه در این دو حالت محاسبه شده و در حوزه فرکانسی بر روی هم رسم شود. سپس از جایی‌که طیف توان حالت چشم بسته، دامنه‌اش شروع به افزایش کرده و از طیف توان چشم باز فاصله گرفته را به‌عنوان فرکانس پایین باند آلفای فرد و در جایی‌که طیف توان سیگنال مغزی چشم بسته دامنه‌اش کاهش یافته و به طیف توان چشم باز نزدیک می‌شود، را به‌عنوان فرکانس بالای باند آلفای فرد انتخاب می‌کنیم (۱۴).

پس از استخراج محدوده باند آلفا برای هر شخص، با استفاده از رابطه ۱ قله آلفا برای هر شخص محاسبه می‌شود:

رابطه ۱:

$$IAP = \frac{\sum_{f=f1}^{f2} P(f) \times f}{\sum_{f=f1}^{f2} P(f)}$$

P(f) در رابطه (۱) بیان‌گر طیف توان سیگنال، f فرکانس بر حسب هرتز و f۱ و f۲ فرکانس پایین و بالای محدوده آلفای استخراج شده هر شخص بنابر روش توضیح داده شده در قبل است (۱۴).

در این تحقیق برای تقویت ریتم آلفای فردی بازه (IAP ،IAP+۲Hz) انتخاب شده است که طبق تعریف Klimesh باند بالای آلفای (Individual Upper Alpha Band) شناخته شده است (۱۴).

لازم به یادآوری است در این بررسی برای برآورد طیف توان سیگنال مغزی پایه، از روش تخمین Welch با پنجره لغزان Hanning به‌طول ۴ ثانیه و با هم‌پوشانی ۵۰ درصد استفاده شده است (۱۵). همچنین به‌منظور مقایسه طیف توان افراد مختلف با یکدیگر از طیف توان نسبی طبق رابطه (۲) استفاده شده است.

رابطه ۲:

$$Pr(f) = \frac{P(f)}{\sum P(f)}$$

در رابطه (۲)، P(f) طیف توان مطلق و Σ P(f)

مجموع طیف توان مطلق در تمام فرکانس‌ها است. محاسبات طیف توان در نرم‌افزار مطلب ۲۰۱۰ انجام شد.

آنالیز آماری داده‌ها

در این تحقیق برای بررسی معنی‌دار بودن تغییرات طیف توان باند آلفا و نیز میزان درصد تفکیک پاسخ‌ها از روش‌های مبتنی بر آنالیز آماری و نرم‌افزار SPSS (USA، Il،Chicago،SPSS Inc) ویرایش ۱۹ استفاده شده است. روش‌های آنالیز آماری به دو بخش روش‌های پارامتریک و غیرپارامتریک تقسیم می‌شوند.

یکی از فرض‌های اصلی برای استفاده از روش‌های پارامتریک در آنالیز آماری فرض نرمال بودن داده‌ها است. که این فرض از طریق رسم هیستوگرام یا بررسی پارامترهای توزیع نرمال مانند برابری مقدار میانگین و میانه، کجی[4] و تیزی[5] منحنی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین آزمون Kolmogorov-Smirnov برای آزمون نرمالیتی بر روی داده استفاده می‌شود که در نرم‌افزار SPSS (USA،Il،Chicago،SPSS Inc) ویرایش ۱۹ نیز موجود است. در صورتی‌که داده ها دارای توزیع نرمال نباشند می‌توان از عملیات بهنجارسازی استفاده کرد.

در این مقاله نخست بر روی داده‌های به‌دست آمده پارامترهای توزیع نرمال ارزیابی شد و در صورت دارا بودن شرایط توزیع نرمال از روش‌های پارامتریک استفاده شده است. چون در این تحقیق به مقایسه تغییرات ایجاد شده در داده‌های هر فرد قبل و بعد از آموزش نوروفیدبک پرداخته می‌شود، بنابراین از روش آزمون t جفت شده[6] استفاده شده است.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد سن شرکت‌کنندگان در گروه آزمون و کنترل، به‌ترتیب برابر ۳/۵۶±۳۳/۸۰ سال و ۴/۴۷±۳۵/۰۰ سال بود. براساس آنالیز t-test، هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر سن بین دو گروه وجود نداشت (P<۰/۰۵). همچنین متوسط و انحراف استاندارد فرکانس IAP افراد گروه آزمون ۱/۵۲±۱۰/۸۸ و برای گروه کنترل ۰/۲±۱۰/۱ بود.

پس از استخراج طیف توان سیگنال‌های مغزی پایه در حالت چشم بسته و چشم باز، در دو نفر از شرکت‌کنندگان با کدهای E۴ و C۲، حالت مهار آلفا[7] مشاهده نشد. بدین‌معنی که بعد از بسته شدن چشم‌ها، توان نسبی باند آلفای آن‌ها، هیچ افزایش محسوسی نداشته است. به‌همین دلیل در سوژه E۴ که جزو شرکت‌کنندگان گروه آزمون بوده است، تغییر محسوسی در طیف توان نسبی باند بالای آلفای شخصی او در طول آموزش دیده نشده است و از مجموعه داده‌ها حذف شده است. (طیف توان نسبی باند بالای آلفا در کانال O_z در حالت چشم بسته برای این شخص از ۰/۱۱۷ قبل از آموزش نوروفیدبک به ۰/۱۰۲ بعد از آموزش نوروفیدبک کاهش داشته است)، اما در سایر افراد گروه آزمون، طیف توان نسبی باند بالای آلفای شخصی تغییر محسوسی کرده است. این تغییرات در سوژه E۲ و E۵ بیشتر از بقیه بوده است. (طیف توان نسبی باند بالای آلفای چشم بسته کانال O_z برای E۲ از ۰/۶۶ قبل از آموزش نوروفیدبک به ۰/۸۰ بعد از آموزش نوروفیدبک افزایش داشته است و برای E۵ از ۰/۳۰ به ۰/۴۲ افزایش داشته است.) همچنین سوژه C۳ از گروه کنترل نیز به‌دلیل عدم شرکت در آزمون حافظه جلسه دوم، از مجموعه داده‌ها حذف شده است.

بر اساس آنالیزهای آماری انجام شده بر روی سیگنال

[4] Skewness
[5] Kurtosis
[6] Paired sample t-test
[7] Alpha blocking

مغزی پایه ثبت شده از کانال O_z در حالت چشم بسته، توزیع داده‌های هر دو گروه کنترل و آزمون به‌صورت توزیع نرمال بوده است. بنابراین از روش آزمون t جفت شده[8] بین طیف توان نسبی باند بالای آلفای شخصی سیگنال ثبت پایه، قبل و بعد از آموزش نوروفیدبک استفاده شده است، که نتایج آن به‌صورت جدول ۲ به دست آمده است:

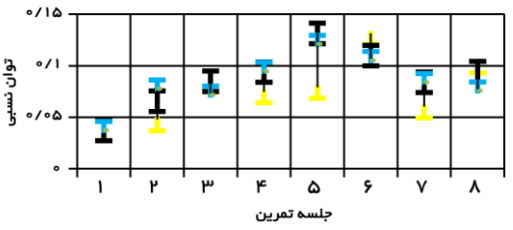
جدول ۲) نتایج حاصل از آنالیز آماری آزمون t جفت شده بر روی طیف توان نسبی باند بالای آلفای شخصی چشم بسته برای گروه آزمون و گروه کنترل

آزمون t جفت شده	گروه* توان نسبی		گروه کنترل توان نسبی	
	قبل	بعد	قبل	بعد
میانگین ± انحراف معیار	۰/۰۷۵±۰/۰۰۲	۰/۱۰۶±۰/۰۰۷	۰/۰۷۶±۰/۰۱۲	۰/۱۸۲±۰/۰۰۴

* علامت ستاره نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف در سطح تعیین شده است (P<۰/۰۵)

همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تغییرات طیف توان نسبی باند بالای آلفای شخصی سیگنال ثبت پایه، در کانال O_z، برای گروه آزمون قبل و بعد از آموزش نوروفیدبک معنی‌دار شده است، که نشان‌دهنده تقویت باند بالای آلفای شخصی، برای گروه آزمون بوده است، در صورتی‌که برای گروه کنترل هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. شکل ۴ روند تغییرات میانگین و انحراف معیار توان نسبی باند بالای آلفای شخص، سیگنال ثبت شده در حین جلسات آموزش با ویژگی فرکانسی، در سه مرحله ثبت را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۴ روندی صعودی در میانگین توان نسبی باند بالای آلفا، با توجه به افزایش دامنه باند آلفا مشاهده می شود. این افزایش هم در طی جلسات و هم در سیگنال ثبت پایه مشاهده می‌شود، که این نشان می‌دهد پروتکل نوروفیدبک موفق به افزایش دامنه باند بالای آلفا شده است.



شکل ۴) میانگین و انحراف معیار توان نسبی سیگنال ثبت شده در حین جلسات آموزش با ویژگی فرکانسی (در هر جلسه نتیجه هر سه ثبت ترسیم شده است)

پس از انجام عملیات بهنجارسازی روی داده‌های جداسازی تصاویر جدید و قدیم و رنگ آنها، برای آنالیز آماری از روش t_test(paired) استفاده شد. که یافته‌های آن در جدول ۳ و ۴ آمده است.

جدول ۳) آنالیز پارامتریک آزمون t جفت شده بر روی درصد تفکیک تصاویر جدید و قدیم، برای گروه آزمون و گروه کنترل

آزمون t جفت شده	قدیم/جدید			
	گروه آزمون		گروه کنترل	
	قبل	بعد	قبل	بعد
میانگین ± انحراف معیار	۰/۹۱±۰/۰۰۲	۰/۹۵±۰/۰۰۲	۰/۸۶±۰/۰۰۶	۰/۹۳±۰/۰۰۸

جدول ۴) آنالیز پارامتریک آزمون t جفت شده بر روی درصد تفکیک رنگ تصاویر، برای گروه آزمون و گروه کنترل

آزمون t جفت شده	قرمز/سبز			
	گروه آزمون		گروه کنترل	
	قبل	بعد	قبل	بعد
میانگین ± انحراف معیار	۰/۶۷±۰/۰۱۴	۰/۸۲±۰/۰۱۷	۰/۶۴±۰/۰۳۱	۰/۷۲±۰/۰۲۲

* علامت ستاره نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف در سطح تعیین شده است (P<۰/۰۵)

همان‌گونه که از داده‌های جدول ۳ و ۴ بر می‌آید، تقویت باند بالای آلفای شخصی در گروه آزمون، سبب تقویت حافظه در جداسازی تصاویر جدید و قدیم (P<۰/۰۵) شده است، در صورتی‌که در گروه

[8] Paired sample t-test

کنترل چنین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. همچنین بر اساس یافته های جدول ۳ می‌توان نتیجه گرفت تقویت باند بالای آلفای شخصی باعث بهبود درصد جداسازی تصاویر جدید و قدیم نشده است.

برای بررسی زمان عکس‌العمل[9] حین پاسخگویی به رنگ تصاویر در فاز رمزگذاری، متوسط زمان عکس‌العمل هر سوژه بر حسب میلی‌ثانیه در هر آزمون حافظه استخراج شده است. در اینجا نیز نخست بر روی اعداد به‌دست آمده گروه کنترل و آزمون وضعیت توزیع نرمال داده‌ها بررسی شده است و توزیع آنها نرمال به‌دست آمده است.

همان‌گونه که از نتایج جدول ۵ معلوم است، زمان عکس‌العمل در گروه آزمون قبل و بعد از آموزش نوروفیدبک به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است در صورتی که برای گروه کنترل چنین کاهش معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

جدول ۵) آنالیز آماری Paired t test برای بررسی زمان عکس‌العمل

آزمون t جفت شده	زمان عکس العمل			
	گروه کنترل *		گروه کنترل	
	قبل	بعد	قبل	بعد
میانگین ± انحراف معیار	۰/۵۹±۰/۰۷	۰/۵۴±۰/۰۶	۰/۵۹±۰/۰۶	۰/۶۷±۰/۰۵

* علامت ستاره نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف در سطح تعیین شده است (P<۰/۰۵).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مقاله، افزایش توان نسبی باند بالای آلفای شخصی، در اثر آموزش نوروفیدبکی توان باند بالای آلفای شخصی ثبت شده در ناحیه O_z (تک قطبی) طی ۸ جلسه، نشان می‌دهد که این روش نوروفیدبکی باعث افزایش حافظه بانوان کارمند شده است و باعث بهبود درصد تفکیک رنگ تصاویر و نیز کاهش زمان عکس‌العمل شده است.

بحث

در تحقیقات پیشین تأثیر تقویت باند آلفا در بهبود کارایی شناختی گزارش شده است (۲ و ۱۱). ورنون به بررسی ارتباط نوروفیدبک و حافظه‌کاری در افراد سالم پرداخته است (۹ و ۱۰). در گروه آزمایش، صحت بازیابی اطلاعات از ۷۰/۶ درصد به ۸۱/۶ درصد به‌طور معناداری افزایش یافت (P<۰/۰۵)، در حالی‌که در گروه کنترل صحت بازیابی اطلاعات از ۷۲/۵ درصد به ۷۵/۱ درصد افزایش یافته است، اما این افزایش معنادار نبود (P>۰/۰۵) (۹ و ۱۰).

در این مقاله به بررسی اثر تقویت باند آلفا در بهبود حافظه و زمان عکس‌العمل پرداخته شد. همان‌گونه که از یافته‌های این بررسی بر می‌آید، افزایش توان باند آلفا در اثر نوروفیدبک به‌صورت معنادار، باعث بهبود درصد تفکیک رنگ تصاویر و نیز کاهش زمان عکس‌العمل می‌شود. در گروه آزمایش، درصد تفکیک رنگ تصاویر از ۶۷/۱ درصد به ۸۱/۰۲ درصد به‌طور معنادار افزایش داشته (P<۰/۰۵)، در حالی‌که در گروه کنترل درصد تفکیک رنگ تصاویر از ۶۴/۰۳ درصد به ۷۲/۰۲ درصد افزایش یافته است، اما این افزایش معنادار نبوده است (P>۰/۰۵). زمان عکس‌العمل نیز در گروه آزمایش از ۰/۵۹ به ۰/۵۴ ثانیه به‌صورت معناداری کاهش یافت (P<۰/۰۵). در صورتی‌که در گروه کنترل، زمان عکس‌العمل آزمون حافظه، بعد از آموزش ۰/۶۷ ثانیه باقی مانده است و تغییر معناداری نداشت (P>۰/۰۵). اما افزایش توان باند آلفا در اثر نوروفیدبک به‌صورت معنادار، باعث بهبود درصد تفکیک تصاویر جدید و قدیم نشد.

با توجه به توان تطبیق‌پذیری سیستم نوروفیدبک با

[9] ReactionTime

ویژگی‌های شخصی افراد و نیز توانایی آن در درمان طیف وسیعی از بیماری‌های شناختی و نیز بهبود عملکرد شناختی افراد سالم و نیز نداشتن هیچ‌گونه عوارض جانبی برای بیمار و غیرتهاجمی بودن آن، استفاده از چنین سیستمی به‌عنوان یک راهکار مناسب به نظر می‌رسد (۱).

تعداد بالای جلسات آموزش و هزینه بالای آن از معایب نوروفیدبک شمرده شده است (۲ و ۱۱). در پرسشنامه‌ها بالا بودن تعداد جلسات آموزش از نقاط ضعف آموزش شمرده شده است. یافتن یک ویژگی فرکانسی مناسب جهت استفاده در برنامه نوروفیدبک، ترکیب چند ویژگی فرکانسی و یافتن محل دقیق برای الکترودگذاری نکات مورد توجه در جهت افزایش روند یادگیری است. در این تحقیق الکترودگذاری به‌صورت تک قطبی و در محل O_z بود. علت انتخاب این کانال قرار داشتن هیپوکامپ در منطقه پس_سری است. هیپوکامپ یکی از مهم‌ترین مسیرهای خروجی برای نواحی پاداش و تنبیه سیستم لمبیک است (۱۲). همچنین چون هدف این پژوهش بررسی اثر یک ویژگی بر حافظه بود، از یک ویژگی یعنی توان باند بالای آلفای شخصی، استفاده گردید.

نظریه‌ای در مورد باند بالا و پایین آلفا و فعالیت‌های ذهن وجود دارد، این نظریه فعالیت‌های توجه را به باند پایین آلفا و فعالیت‌های شناختی را به باند بالای آلفا مرتبط می‌داند. با توجه به بررسی‌های گذشته، اگر از باند بالای شخصی استفاده شود، سرعت یادگیری افزایش می‌یابد. بدیهی است کاهش جلسات آموزش نیازمند افزایش سرعت یادگیری است.

در بررسی‌ها توان کل باند آلفا در محدوده ۸ تا ۱۲ هرتز در نظر گرفته شده است (۱۴). در این تحقیق باند بالای آلفای شخصی هر فرد استخراج و در آموزش نوروفیدبک استفاده شد. از بین ۵ نفر شرکت کننده توان نسبی باند بالای آلفای ۳ نفر افزایش قابل توجهی داشت. تغییرات توان نسبی باند بالای آلفای شخصی در این سه نفر طی ۸ جلسه آموزش، نسبت به باند پایین شیب بیشتری داشت، در صورتی که برای بقیه افراد روند تغییرات توان باند آلفای فرکانس پایین و بالا یکسان بود.

با توجه به بررسی کنونی، افزایش توان نسبی باند بالای آلفای شخصی، در اثر آموزش نوروفیدبکی توان باند بالای آلفای شخصی ثبت شده در ناحیه O_z (تک قطبی) در طی ۸ جلسه، نشان می‌دهد که این باعث افزایش حافظه بانوان کارمند شده است و باعث بهبود درصد جداسازی رنگ تصاویر و نیز کاهش زمان عکس‌العمل شده است.

پیشرفت در آزمون بیشتر وابسته به توانایی فرد در انجام آزمایش است تا سن او (۱) پیشنهاد می‌شود در کارهای آینده به عواملی چون هوش، انگیزه، تمرکز و سن، بر روند آموزش نوروفیدبک توجه شود. بهتر است پروتکل آموزش نوروفیدبک، مورد بررسی دوباره قرار گیرد. در این تحقیق همه افراد با یک پروتکل آموزش دیدند.

پیشنهاد می‌شود در کارهای آینده پروتکل‌های مختلف تقویت حافظه برای افراد بررسی شود. افزایش تعداد شرکت‌کنندگان، همچنین یافتن محل دقیق برای الکترودگذاری و استخراج ویژگی‌های جدید و یا ترکیب ویژگی‌ها در نوروفیدبک پیشنهاد می‌شود.

همچنین با توجه به ماهیت غیرخطی سیگنال مغزی، استفاده از ویژگی‌های غیر خطی نیز در برنامه فیدبک پیشنهاد می‌شود.

در تحقیقات آینده به بررسی ویژگی‌های غیرخطی پرداخته می‌شود و تأثیر آموزش با فیدبک غیرخطی بر بهبود حافظه بررسی خواهد شد.

سپاس و قدردانی

از کارمندان دانشکده مهندسی پزشکی واحد علوم و تحقیقات برای همکاری صمیمانه‌شان سپاسگزاریم.

References:

1.Thompson M, Thompson L, editors. The neurofeedback book: an introduction to basic concepts in applied psychophysiology. Illustrated. Wheat Ridge, CO: AssocApp Psychophysiol Biofeedback; 2003: p. 45-60.
2.Gruzelier J, Hardman E, Wild J, et al. Learned control of slow potential interhemispheric asymmetry in schizophrenia. Int J Psychophysiol 1999; 34: 341-8.
3.Sterman MB, Friar L. Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1972; 33: 89-95.
4.Twemlow SW, Bowen WT. EEG biofeedback induced self actualization in alcoholics. J Biofeedback 1976; 3: 20-5.
5.Berger H. Über das elektrenkephalogramm des menschen. Archiv Psychiat Nervenärzte 1929; 87: 527-70.
6.Hardt JV, Kamiya J. Anxiety change through electroencephalographic alpha feedback seen only in high anxiety subjects. Science 1978; 201: 79-81.
7.Klimesch W, Sauseng P, Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. Brain Res Rev 2007; 53: 63-88.
8.Hanslmayr S, Sauseng P, Doppelmayr M, et al. Increasing individual upper alpha power by neurofeedback improves cognitive performance in human subjects. Appl Psychophysiol Biofeedback 2005; 30: 1-10.
9.Vernon D, Egner T, Cooper N, et al. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspectsof cognitive performance. Int J Psychophysiol 2003; 47: 75-85.
10.Researches find link between improved memory and the use of neurofeedback. Imperial College London. (Accessed in May 10, 2013, at http://www.imperial.ac.uk/P3874.htm).
11.Angelakis E, Stathopoulou S, Frymiare JL, et al. EEG Neurofeedback: A Brief Overview and an Example of Peak Alpha Frequency Training for Cognitive Enhancement in the Elderly. Clin Neuropsychol 2007; 21: 110-29.
12.Guyton AC, Hall JE. Behavioral andmotivational mechanisms of the brain--the limbic system and the hypothalamus. In: Guyton AC, Hall JE, editors. Textbook of Medical Physiology. Philadelphia, Pa: W. B. Saunders; 2001: p. 678-87.
13.Keizer AW, Verment RS, Hommel B. Enhancing cognitive control through neurofeedback: a role of gamma-band activity in managing episodic retrieval. Neuroimage 2010; 49: 3404-13.
14.Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Res Rev 1999; 29: 169-95.
15.Welch PD. The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: A method based on time averaging over short, modified periodograms. IEEE Trans Audio Electroacoustics 1967; 15: 70-7.

ISMJ 2014; 17(5): 834-846

Original Article

The effect of individual upper alpha band enhancing neurofeedback on reaction-time as an indicator of short-term memory in women employee's

M. Jahanseir [1], SM. Firooz Abadi [2], M. Ghoshouni [3], A. Motie Nasrabadi [4]*

[1]Department of Medical Engineering, School of Medical Engineering, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Tehran, IRAN
[2]Department of Medical Physics, School of Medicine, Tarbiat Modarres University of Tehran, Tehran, IRAN
[3]Department of Medical Engineering, School of Engineering, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, IRAN
[4]Department of Medical Engineering, School of Engineering, Shahed University of Tehran, Tehran, IRAN

(Received 5 May, 2012 Accepted 6 Mar, 2013)

Abstract

Background: In neurofeedback systems, people are able to reinforce or hinder their basic EEG rhythms according to operant conditioninin recent studies the effect of neurofeedback training on improvement of working memory has been shown on the healthy subjects. Disadvantage of neurofeedback is the high number of training sessions and high cost. In previous studies, alpha band power within (8-12 Hz) has been considered for all subjects. Previous research reached the conclusion that by using individual upper alpha in neurofeedback, learning rate will increase, so the training sessions and the cost of training will be reduced.

Material and Methods: In this study, all participants were female, 10 adults (10 women, mean age 33.8 years, SD=3.56 years). Randomly assigned to control and test group, five in test group and five in control group. Each subject performed the memory test four times, two times before the start of the first neurofeedback training and two times after the end of the last neurofeedback session. Eight training sessions were held, each session had three trials.

Results: Discriminate response to the color of the drawing, as well as reaction time hadsignificant effects for test group ($p<0.05$), but had no significant effects for control group ($p>0.05$). Before and after eight training sessions by individual upper alpha power neurofeedback, reaction time of discriminate response to the color of the drawing for test group decreased and had significant effects ($p<0.05$). However, There was no significant effects in the control group ($p>0.05$).

Conclusion: Increasing relative individual upper alpha power, caused by neurofeedback training during eight sessions, indicated that this method increases the memory of women employees, and improves the ability of discriminative response to the color (red & green) of the drawing as well as reducing reaction time.

Keywords: alpha band, memory improvement, reaction time, neurofeedack

*****Address for correspondence*: Department of Medical Physics, School of Medicine, Tarbiat Modarres University of Tehran, Tehran, IRAN; E-mail: pourmir@modares.ac.ir