خودتنظیمی فعالیت باند گامای مغز از طریق نوروفیدبک و اثرات آن بر اتصال ویژگی دیداری در بانوان دانشجو سالم

زینب خداکرمی[۱] (M.Sc)، سید محمد فیروزآبادی[*۲] (Ph.D)

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، دانشکده مهندسی پزشکی

۲- دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، گروه فیزیک پزشکی

چکیده

سابقه و هدف: نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت‌گرفته در سال‌های اخیر، کارآیی روش نوروفیدبک در ایجاد مهارت خودتنظیمی فعالیت نورون‌های مغز در برخی باندهای فرکانسی میانی (تتا، آلفا، بتا)، و اثرات رفتاری و عمل‌کردی ناشی از آن را در افراد نشان داده است. در این مطالعه، اثر نوروفیدبک بر ایجاد توانایی کنترل ارادی توان باند گاما و اثرات متعاقب آن بر سنجه‌های رفتاری اتصال ویژگی دیداری در افراد بررسی شد.

مواد و روش‌ها: برای این منظور از دو گروه آزمایش و کنترل، هر کدام متشکل از ۸ نفر خانم دانشجو سالم (انتخاب‌شده به صورت تصادفی) استفاده شد. ۸ جلسه آموزش نوروفیدبک بهسازی گاما با هدف تقویت توان باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) و مهار هم‌زمان توان باند بتا (۲۰-۱۲ هرتز) در کانال Oz، برای گروه آزمایش اجرا شد. تغییرات توان باند گاما سیگنال الکترومغزنگاره و عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری دو گروه در جلسات نوروفیدبک و پیش و پس از آن، با استفاده از آزمون‌های آماری مورد مقایسه و ارزیابی اطلاعاتی قرار گرفت.

یافته‌ها: بر طبق نتایج، آموزش نوروفیدبک منجر به افزایش توان باند گاما در طی جلسات و حین فعالیت پایه‌ی شناخت در مغز شد. هم‌چنین افزایش توان باند گاما، از طریق کاهش زمان واکنش در افراد، موجب بهبود عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری شد.

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها کارآیی روش نوروفیدبک را در ایجاد مهارت تنظیم فعالیت نورون‌های مغزی و بهبود فرآیندهای ادراک و شناخت در افراد نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نوروفیدبک، فعالیت باند گاما، الکترومغزنگاره، اتصال ویژگی دیداری

مقدمه

نوروفیدبک، روشی است که با استفاده از آن، انسان‌ها قادر خواهند بود به کنترل ارادی عمل‌کرد مغز خود تا حدودی دست یابند. در هر جلسه‌ی نوروفیدبک، با استفاده از الکترودهای قرار داده‌شده بر روی پوست سر افراد، سیگنال الکتریکی مغزی آن‌ها گردآوری می‌شود. سپس تحلیل طیف بی‌درنگ روی سیگنال صورت گرفته و اطلاعات فرکانس‌های خاصی از سیگنال مغزی (مانند توان) که باید طی فرآیند نوروفیدبک اصلاح شوند، استخراج می‌شود. این ویژگی‌های استخراج‌شده، در طی جلسه نوروفیدبک به صورت صوتی، تصویری یا لامسه‌ای با استفاده از رایانه به فرد فیدبک می‌شود. افراد از طریق دریافت این فیدبک، از وضعیت عمل‌کرد مغز خود آگاهی می‌یابند. فرد تحت فرآیند نوروفیدبک، در اثر تمرین و تکرار طی تعدادی جلسه‌ی پی‌درپی، آموزش می‌بیند از طریق کنترل حالات فکری و ذهنی خود به کنترل فیدبک بپردازد. در واقع در طی جلسات

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۳۸۲۱ نمابر: ۰۲۱-۸۸۰۱۳۰۳۰

Email: pourmir@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۰

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

نوروفیدبک، بر اساس پاداش‌دهی در هنگام تغییر مطلوب سیگنال مغزی، نوعی شرطی‌سازی کنش‌گر (Operant Conditioning) اتفاق می‌افتد. فرد با استفاده از این نوع آموزش، امکان کنترل پارامترهای کمّی سیگنال الکترومغزنگاره‌ی خود را می‌یابد.

مطالعات در زمینه‌ی نوروفیدبک، تقریباً با پژوهش فردی به نام کامیا در اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰ آغاز شد [۱]. نتایج مطالعات وی و دیگر مطالعات صورت‌گرفته تاکنون، نشان داده افراد قادر خواهند بود با استفاده از نوروفیدبک، به کنترل (افزایش یا کاهش) توان باندهای مختلف فرکانسی الکترومغزنگاره‌ی خود بپردازند [۴-۱]. به عنوان مثال بیتی و همکاران در سال ۱۹۷۴ بر روی توانایی افراد در تغییر توان باند تتا (۷-۳ هرتز) با استفاده از نوروفیدبک، باور در سال ۱۹۷۶ بر روی باند آلفا (۱۲-۸ هرتز)، ورنون و همکاران در سال ۲۰۰۳ بر روی باند SMR (۱۵-۱۲ هرتز)، راسی و همکاران در سال ۱۹۹۶ بر روی باند بتا (۲۲-۱۶ هرتز) و برِد و همکاران در سال ۱۹۷۸ بر روی باند گاما (۴۰ هرتز) تحقیق کرده‌اند [۹-۵]. در پژوهش‌های پیشین نشان داده شده تغییرات مطلوب امواج مغزی بیماران مبتلا به اختلالات ذهنی-روانی با استفاده از نوروفیدبک، منجر به رفع برخی اختلالات مانند اختلالات خواب (بِل، ۱۹۷۹)، سندرم خستگی مزمن (جیمز و همکاران، ۱۹۹۶)، صرع (کاچوبی و همکاران، ۱۹۹۹؛ استرمن و اِگنر، ۲۰۰۶)، اختلالات اضطراب (مور، ۲۰۰۰)، اسکیزوفرنی (گروزلیر، ۲۰۰۰)، افسردگی (هَموند، ۲۰۰۱)، میگرن (کراپ و همکاران، ۲۰۰۲)، اختلال وسواس (هَموند، ۲۰۰۳)، اختلال کمبود توجه/بیش‌فعالی (ژونسلبن، ۲۰۰۹) و اختلالات طیف اوتیسم (کوزر و همکاران، ۲۰۰۹) در آن‌ها می‌شود [۲۰-۱۰]. هم‌چنین در برخی مطالعات، ارتقای عمل‌کرد مغزی در افراد سالم در اثر نوروفیدبک گزارش شده است [۲۱،۷،۲].

تاکنون بیش‌تر پژوهش‌های صورت‌گرفته در زمینه‌ی نوروفیدبک، بر روی بررسی توانایی افراد در تغییر توان فرکانسی باندهای میانی الکترومغزنگاره (تتا، آلفا، بتا) تمرکز داشته است. از میان مطالعاتی که بر روی نوروفیدبک صورت گرفته، تعداد کمی به بررسی نوروفیدبک باند گاما اختصاص دارد. برای مثال باور (۱۹۷۶)، طی تحقیقات خود نشان داد گربه‌ها از طریق آموزش نوروفیدبک، قادر هستند فعالیت باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) امواج مغزی کورتکس بینایی خود را افزایش دهند [۲۲]. در پژوهش‌هایی که برِد و همکاران (۱۹۷۸) و کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند افراد تحت آزمایش توانستند پس از آموزش نوروفیدبک، ریتم ۴۰ هرتز الکترومغزنگاره‌ی خود را افزایش دهند [۲۳،۹]. ممکن است تعداد اندک مطالعات صورت‌گرفته بر روی نوروفیدبک گاما به این دلیل باشد که محدوده‌ی فرکانسی باند گاما، با محدوده‌ی فرکانسی فعالیت سیگنال الکترومایوگرافی هم‌پوشانی داشته و تشخیص صحیح این دو سیگنال از هم، نیازمند ملاحظات خاصی حین ثبت سیگنال است. در مطالعات پیشین نشان داده شده فعالیت باند گاما (۱۰۰-۳۰ هرتز و به عنوان نمونه ۴۰ هرتز) در مغز، در پردازش‌ها و فعالیت‌های حسی و شناختی مانند درک محرک‌ها و هوشیاری اهمیت کارکردی دارد [۲۷-۲۴]. به دلیل اهمیت فعالیت ۴۰ هرتز مغز در فرآیندهای مربوط به ادراک و شناخت، به نظر می‌رسد آموزش کنترل ریتم ۴۰ هرتز الکترومغزنگاره با استفاده از نوروفیدبک بتواند منجر به ارتقای این دو عمل‌کرد در انسان شود. با توجه به نبود مطالعات کافی و گسترده در این زمینه، به عنوان هدف اول این مطالعه به بررسی این موضوع پرداختیم که آیا افراد با استفاده از نوروفیدبک قادر به تنظیم ارادی توان باند گامای سیگنال الکترومغزنگاره‌ی خود خواهند بود یا خیر؟ برای این منظور، از آزمایشات تجربی بر روی گروهی از افراد سالم استفاده شد.

ویژگی‌ها و اطلاعات مشخص‌کننده‌ی یک شیء، در نواحی متمایز و مجزای مغز پردازش و ذخیره می‌شود. بر طبق نگره‌ی یک‌پارچه‌سازی ویژگی تریزمن (۱۹۸۰)، این ویژگی‌ها در طی فرآیند اجتماع ویژگی به گونه‌ای بازیابی و با هم ترکیب شده که منجر به ادراک یک‌پارچه از شیء می‌شود [۲۸]. ویژگی‌های پایه‌ای دیداری، مشتمل بر رنگ، شکل و موقعیت بوده که در ناحیه‌ی کورتکس بینایی پردازش می‌یابد [۲۹]. مطالعات پیشین نشان داده فعالیت ۴۰ هرتز، مکانیسم‌های بینایی را در مغز کنترل کرده و حین درک دیداری اشیاء، کارآیی ادراک را در انسان افزایش می‌دهد [۳۰،۲۴]. هم‌چنین نتایج پژوهش تالون-بادری (۱۹۹۹) و برخی دیگر پژوهش‌ها نشان می‌دهد در هنگام اتصال و یک‌پارچه‌سازی ویژگی‌های محلی (مانند ویژگی‌های دیداری) در مغز، هم‌زمانی عصبی نورون‌های مغز در محدوده‌ی فرکانسی گاما اتفاق می‌افتد [۳۲،۳۱،۲۹،۲۴]. این موضوع نشان می‌دهد میان فعالیت مغز در باند گاما و فرآیندهای درگیر در اتصال ویژگی‌های دیداری رابطه وجود دارد. در ادامه‌ی بررسی‌های صورت‌گرفته در این مطالعه، به بررسی اثرات افزایش توان باند گاما با استفاده از نوروفیدبک، بر روی عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری در افراد تحت آزمایش پرداختیم. چنان‌چه نوروفیدبک منجر به افزایش توان باند گاما در افراد شده و چنان‌چه هم‌زمانی عصبی بالاتر در باند گاما در مغز، منجر به هدایت و کنترل صحیح‌تر فرآیند

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

اتصال ویژگی دیداری در مغز شود، انتظار می‌رود نوروفیدبک افزایش توان باند گاما موجب بهبود عملکرد اتصال ویژگی دیداری در افراد شود.

مواد و روش‌ها

شرکت‌کنندگان: ۱۶ نفر خانم دانشجوی مشغول به تحصیل در مقطع کارشناسی یا کارشناسی ارشد (میانگین سن: ۱,۹۴±۲۴,۲۴ سال) به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. پس از توضیح روند آزمایش و نتایج طبیعی و ممکن آزمایشات، از تمامی شرکت‌کنندگان برای انجام آزمایشات رضایت آگاهانه گرفته شد. تمامی شرکت‌کنندگان دارای هیچ‌گونه پیشینه‌ی ابتلا به بیماری‌ها یا اختلالات اعصاب و روان نبودند. هم‌چنین در طول مدت آزمایش، هیچ‌گونه داروی تأثیرگذار بر فعالیت مغزی مصرف نمی‌کردند. انتخاب حجم نمونه، با استناد به مطالعات پیشین صورت گرفته است.

روال کار. تمامی شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به یکی از دو گروه آزمایش و کنترل اختصاص یافتند (هر گروه متشکل از ۸ نفر). بر اساس آزمون آماری t، تفاوت معناداری میان سن سوژه‌های دو گروه موجود نبود (میانگین سن گروه آزمایش ۲,۳۵±۲۴,۴۶ سال، میانگین سن گروه کنترل ۱,۶۴±۲۴,۰۷ سال). سوژه‌های گروه آزمایش، تحت آموزش نوروفیدبک با هدف افزایش فعالیت باند گامای الکترومغزنگاره قرار گرفتند. برای بررسی میزان یادگیری و کسب مهارت افزایش توان در این افراد، روند افزایش توان باند گاما در جلسات نوروفیدبک مورد ارزیابی قرار گرفت. در آغاز هر جلسه‌ی نوروفیدبک، به منظور بررسی اثرات جانبی احتمالی، از افراد خواسته شد پرسش‌نامه‌ای را تکمیل کنند که در آن، در مورد میزان تغییرات قابل توجه در اشتها، الگوی خواب، وضعیت حافظه و وضعیت ادراکی و روانی آن‌ها در روزهای اخیر پرسش شده بود.

جهت بررسی ماندگاری مهارت کسب‌شده در اثر نوروفیدبک در افراد، میزان توان باند گاما حین دو وضعیت پایه‌ی متفاوت ذهنی استراحت (چشم‌بسته) و فعالیتی شناختی، پیش از آغاز اولین جلسه‌ی آموزش نوروفیدبک (پیش‌آزمون) و ۲ روز پس از اتمام آخرین جلسه‌ی آن (پس‌آزمون)، برای سوژه‌های گروه آزمایش مورد سنجش و مقایسه قرار گرفت. سیگنال مغزی پایه‌ی افراد حین دو وضعیت متفاوت ذهنی، از کانال Oz بر طبق استاندارد الکترودگذاری ۱۰-۲۰ به صورت تک‌قطبی ثبت شد. فرکانس نمونه‌برداری ۲۵۶ نمونه بر ثانیه و مدت ثبت ۲ دقیقه بود. برای ثبت سیگنال الکترومغزنگاره، از دستگاه BioGraph Infiniti (Thought Technology Ltd, Montreal, QC) و الکترودهای طلا استفاده شد. الکترود مرجع روی لاله‌ی گوش چپ، و الکترود زمین روی لاله‌ی گوش راست قرار داشت. امپدانس الکترود-پوست کم‌تر از ۵ kΩ نگاه داشته شد.

به منظور بررسی اثرات نوروفیدبک باند گاما بر روی عملکرد اتصال ویژگی دیداری، از آزمونی جهت سنجش اثرات رفتاری اتصال ویژگی دیداری در مغز (زمان واکنش و درصد خطا) استفاده شد. عملکرد افراد گروه آزمایش در آزمون اتصال ویژگی دیداری، در انتهای جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون (هر دو آزمون کاملاً مشابه) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. تمامی آزمون‌ها در ساعت ۱۱-۹ در محل آزمایشگاه نوروفیدبک دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران در شرایط یکسان محیطی برای تمامی افراد اجرا شد.

برای ارزیابی و تحلیل تغییرات ایجادشده در توان باند گاما و عملکرد اتصال ویژگی دیداری افراد تحت آموزش نوروفیدبک، از گروه کنترل استفاده شد. افراد گروه کنترل، تنها در ثبت سیگنال پایه و آزمون اتصال ویژگی دیداری پیش‌آزمون و پس‌آزمون (تقریباً به طور هم‌زمان با گروه آزمایش) شرکت داشته و در طی جلسات نوروفیدبک گروه آزمایش، تحت هیچ مداخله‌ی خاصی قرار نگرفتند. دلیل عدم استفاده از گروه تجربی کاذب با جلسات نوروفیدبک دروغین به عنوان گروه کنترل، این بود که ممکن بود سوژه‌ها متوجه شوند در فرآیند نوروفیدبک درگیر نیستند و این امر منجر به ایجاد تفاوت‌های کنترل‌نشده‌ای میان نتایج دو گروه آزمایش و کنترل شود. هم‌چنین به دلیل ملاحظات اخلاق پزشکی، از گروه کنترل با نوروفیدبک کاهش توان باند گاما استفاده نشد.

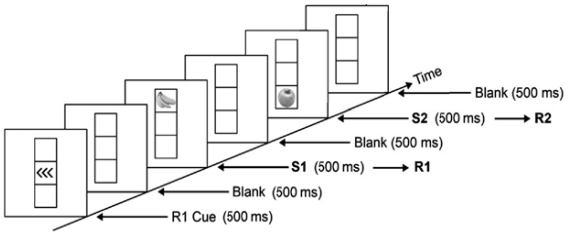
آموزش نوروفیدبک: تمامی سوژه‌های گروه آزمایش در ۸ جلسه نوروفیدبک به صورت ۳ جلسه در هفته با فاصله‌ی ۱ روز در میان هر دو جلسه شرکت کردند. مدت زمان آموزش نوروفیدبک در هر جلسه، ۳۰ دقیقه به صورت سه بازه آموزش ۷ دقیقه‌ای با فاصله‌ی ۳ دقیقه در میان هر دو بازه برای استراحت بود (در کل ۲۴ بازه‌ی آموزش در ۸ جلسه). شرایط ثبت سیگنال الکترومغزنگاره در جلسات نوروفیدبک، دقیقاً مشابه شرایط ثبت سیگنال پایه در جلسات پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. هدف از آموزش نوروفیدبک، تقویت توان فرکانسی باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) و مهار هم‌زمان فعالیت باند بتا (۲۰-۱۲ هرتز) در کانال Oz بود. بر طبق نتایج پژوهش برد (۱۹۷۸)، تغییرات توان امواج مغزی گاما، بر توان امواج بتا اثر می‌گذارد [۹]. به همین دلیل مانند پروتکل استفاده‌شده

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

توسط کِیزر (۲۰۱۰)، محدوده‌ی فرکانسی بتا را در پروتکل نوروفیدبک گاما وارد کردیم [۲۳].

برای اجرای پروتکل نوروفیدبک، از نرم‌افزار BioGraph Infiniti Multimedia Biofeedback Software استفاده کردیم. برای استخراج فرکانس‌های باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) و باند بتا (۲۰-۱۲ هرتز) از سیگنال الکترومغزنگاره، دو فیلتر اِلیپتیک بر روی آن اِعمال شد. بر طبق نظر پذیرفته‌شده‌ی بیش‌تر پژوهشگران، محدوده‌ی فرکانسی باند گاما را حول ۴۰ هرتز در نظر گرفتیم [۳۳،۳۱]. به منظور جلوگیری از اثرات ممکن تفاوت پهنای باند گاما و بتا، پهنای این دو باند یکسان در نظر گرفته شد. برای آموزش نوروفیدبک، از دو آستانه استفاده شد، یکی برای باند گاما و دیگری برای باند بتا. این آستانه‌ها بر روی سیگنال قله‌به‌قله‌ی (Peak-to-Peak) باند گاما و بتا اِعمال شد. آستانه‌ی گاما در طول جلسه‌ی نوروفیدبک به صورت خودکار در محلی تنظیم می‌شد که در ۶۰٪ زمان‌ها، دامنه‌ی سیگنال قله به قله‌ی باند گاما مقداری بیش‌تر از آن داشته باشد (برای باند بتا مقداری کم‌تر از آن). چنان‌چه به صورت هم‌زمان به مدت ۰،۲۵ ثانیه دامنه‌ی قله‌به‌قله‌ی باند گاما بالاتر از مقدار آستانه و دامنه‌ی قله‌به‌قله‌ی باند بتا پایین‌تر از مقدار آستانه قرار می‌گرفت، سوژه فیدبکی تشویقی به صورت صوتی و تصویری از طریق مانیتوری ۱۷ اینچ در فاصله‌ی ۱ متری در مقابلش دریافت می‌کرد. به سوژه‌ها آموزش داده شده بود در طول جلسه توجه خود را بر پیشرفت بیش‌تر معطوف داشته و در صورت توان برای این منظور تلاش ذهنی انجام دهند. برای جلوگیری از اثرگذاری حرکات صورت و بدن بر روی فیدبک، از آستانه‌ی شناسایی آرتیفکت در طول جلسه استفاده شد. برای این منظور در هر جلسه برای هر سوژه توسط آزمونگر، آستانه‌ای بر روی دامنه‌ی سیگنال فیلترشده‌ی ۶۴-۵۰ هرتز الکترومغزنگاره در محلی تنظیم می‌شد که در صورت حرکت یا انقباض عضلات صورت سوژه، دامنه‌ی این سیگنال فراتر از آستانه رود. در صورت شناسایی آرتیفکت توسط این آستانه، به‌رغم افزایش مطلوب دامنه‌ی باند گاما و کاهش مطلوب دامنه‌ی باند بتا، سوژه فیدبکی تشویقی دریافت نمی‌کرد.

ارزیابی عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری: برای مطالعه‌ی اثرات رفتاری (زمان واکنش و درصد خطا) اتصال ویژگی دیداری در مغز، از آزمونی بر اساس آزمون استفاده‌شده توسط کِیزر (۲۰۱۰) استفاده شد [۲۳]. مراحل یک بخش نمونه‌ی این آزمون در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر بخش، دو تصویر سیاه و سفید S1 و S2 (هر کدام سیب یا موز به صورت تصادفی) نمایش داده می‌شد. به سوژه‌ها آموزش داده شد هنگام مشاهده‌ی S1 (بدون توجه به شکل و موقعیت قرارگیری آن)، بر اساس جهت فلش پیشین با فشار یکی از دو کلید جهتی چپ یا راست پاسخ دهند (پاسخ R1). هم‌چنین به آن‌ها آموزش داده شد هنگام مشاهده‌ی S2، بر اساس ویژگی دیداری مورد تحقیق (در این‌جا شکل) و با توجه به آموزشی که در S1 دیده‌اند با فشار کلید جهتی چپ یا راست پاسخ دهند (پاسخ R2). تمامی تصاویر از سه مربع هم‌اندازه (۴،۵ cm) تشکیل شده بود که روی یک‌دیگر قرار داشتند. فلش‌ها (با جهت تصادفی) در مربع وسط و تصاویر S1 و S2 هر یک به صورت تصادفی در دو مربع بالا یا پایینی نمایش داده می‌شد. آزمون، متشکل از ۱۶۰ بخش پشت سر هم بود. پیش از آغاز آزمون، ۳۰ بخش پشت سر هم برای تمرین و یادگیری برای سوژه اجرا شد. در پایان آزمون، درصد خطای پاسخ‌های داده‌شده به S2 و زمان پاسخ‌دهی به آن (زمان واکنش) محاسبه و ذخیره می‌شد. در این مطالعه میانگین زمان پاسخ‌های درست داده‌شده، به عنوان زمان واکنش فرد در نظر گرفته شده است. برای یکسان بودن شرایط آزمایش برای تمامی سوژه‌ها، دقت شد هیچ‌یک از آن‌ها با هدف آزمایش آشنا نبوده و همگی بینایی سالم یا اصلاح‌شده داشته باشند.



شکل ۱. مثالی از توالی زمانی یک بخش از آزمون اتصال ویژگی دیداری

هزینه‌های اتصال ویژگی‌ها در مغز، شامل هزینه‌های اتصال دیداری مربوط به اتصال ویژگی‌های دیداری تصاویر (شکل، رنگ و موقعیت)، و هزینه‌های اتصال دیداری-حرکتی مربوط به اتصال ویژگی‌های دیداری و پاسخ است [۲۳]. در آزمون استفاده‌شده، در S1 ویژگی‌های شکل، رنگ و موقعیت تصویر و پاسخ داده شده به آن، در فایلی به نام فایل رویداد در مغز اجتماع می‌یابد [۲۸]. در S2 ممکن است شکل یا موقعیت تصویر، تکرار شده یا تغییر یابد. نتایج مطالعات پیشین نشان داده در صورت تکرار یا تغییر تمامی ویژگی‌های تصویر S1 در S2، عمل‌کرد فرد در پاسخ‌دهی بهتر خواهد بود [۳۴،۲۸]. هنگام تکرار یک ویژگی در تصویر جدید، فایل رویدادی که حاوی آن ویژگی است بازیابی می‌شود. از طرفی ویژگی‌های تصویر جدید موجب فعال‌شدن فایل رویداد جدیدی در مغز می‌شود. ناسازگاری میان این دو فایل، منجر به ایجاد خطا و زمان واکنش بیش‌تر می‌شود [۳۴].

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

تحلیل داده‌ها: با توجه به این که سوژه‌ها در هنگام ثبت سیگنال‌های الکترومغزنگاره کاملاً در حالت آرامش عضلات قرار داشته و هیچ‌گونه حرکتی نداشتند، برای حذف آرتیفکت‌های ناشی از پلک‌زدن و انقباض عضلات صورت از سیگنال‌ها، از یک فیلتر باترورث ۴۸-۰٫۲ هرتز و سپس بررسی چشمی و آستانه‌گذاری دامنه استفاده شد. توان باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) سیگنال‌های الکترومغزنگاره، با استفاده از الگوریتم تخمین چگالی طیف توان Welch و نرم‌افزار MATLAB محاسبه شد. برای بررسی معناداربودن تغییرات توان باند گاما و نتایج آزمون اتصال ویژگی دیداری در اثر نوروفیدبک، از روش‌های آماری t نمونه‌های جفتی و مستقل، برای بررسی وجود رابطه‌ی آماری میان متغیرها از آزمون آماری هم‌بستگی پیرسون، و برای بررسی توزیع داده‌های حاصل، از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده نرم‌افزار IBM SPSS Statistics v.19 انجام شد.

نتایج

میانگین سن شرکت‌کنندگان در گروه آزمایش و کنترل به ترتیب ۲/۳۵±۲۴/۴۶ و ۱/۶۴±۲۴/۰۷ سال بود. بر طبق نتایج آزمون K-S و آزمون t، توزیع سن در هر دو گروه آزمایش (z=۰/۴۳۰ ،p>۰/۰۵) و کنترل (z=۰/۴۲۳ ،p>۰/۰۵) نرمال بوده و تفاوت معناداری میان سن این دو گروه وجود نداشت (t(16)=۰/۴۱۵ ،p>۰/۰۵). هم‌چنین توزیع شاخص جرم بدن (BMI) در هر دو گروه آزمایش(z=۰/۵۱۸ ،p>۰/۰۵) و کنترل (z=۰/۵۳۸ ،p>۰/۰۵) نرمال بوده و تفاوت معناداری میان شاخص جرم بدن سوژه‌های دو گروه دیده نشد (t(16)=-۱/۱۳ ،p>۰/۰۵). بر طبق نتایج آزمون K-S، به دلیل نرمال‌بودن توزیع تمامی داده‌های مورد بررسی در این مطالعه، در ادامه برای تمامی بررسی‌های آماری از آزمون‌های پارامتری استفاده شده است.

توان باند گاما. در ابتدا برای بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر روی تغییرات توان در طول جلسات، توان مطلق باند گاما (۴۴-۳۶ هرتز) ۸ سوژه‌ی گروه آزمایش در طول ۲۴ بازه‌ی آموزش در ۸ جلسه، با استفاده از آزمون t با یک‌دیگر مقایسه شد. نتایج، هیچ‌گونه تفاوت معناداری میان توان ۲۴ بازه‌ی آموزش نشان نداد (p>۰/۰۵). برای بررسی اثر نوروفیدبک بر روی تغییرات توان تک‌تک سوژه‌ها، میزان درصد افزایش توان مطلق باند گاما در هر جلسه نسبت به توان پایه‌ی همان جلسه (وضعیت استراحت و چشم‌بسته) برای هر یک بررسی شد. بر طبق نتایج، ۴ نفر از سوژه‌ها نتوانسته بودند به خوبی آموزش دیده و توان خود را در طی جلسات افزایش دهند (جدول ۱). بررسی میزان درصد افزایش توان ۸ جلسه‌ی نوروفیدبک ۴ سوژه‌ی منتخب (افرادی که توانسته بودند مهارت افزایش توان باند گاما را در جلسات نوروفیدبک کسب کنند)، به طور محسوسی افزایش توان بیش‌تری در جلسات ۷ و ۸ نسبت به ۶ جلسه‌ی اول نشان داد (شکل ۲- الف). میزان درصد افزایش توان ۲۴ بازه‌ی آموزش نوروفیدبک نسبت به توان پایه‌ی هر جلسه برای ۴ سوژه‌ی منتخب، در شکل ۲- ب نشان داده شده است. با توجه به این که سوژه‌ها در جلسات ابتدایی در حال یادگیری مهارت افزایش توان بودند، میزان توانایی افراد در افزایش توان در این جلسات روند ثابتی نداشت. در دو جلسه‌ی انتهایی به واسطه‌ی کسب مهارت، توان تقریباً با روند ثابتی افزایش یافت. بر اساس آزمون t، میان میزان افزایش توان در بازه‌ی ۱ و بازه‌ی ۲۴ آموزش نوروفیدبک ۴ سوژه‌ی منتخب، تفاوت معنادار وجود داشت (t(3)=-۳/۶۱ ،p<۰/۰۳) (شکل ۲- ج).

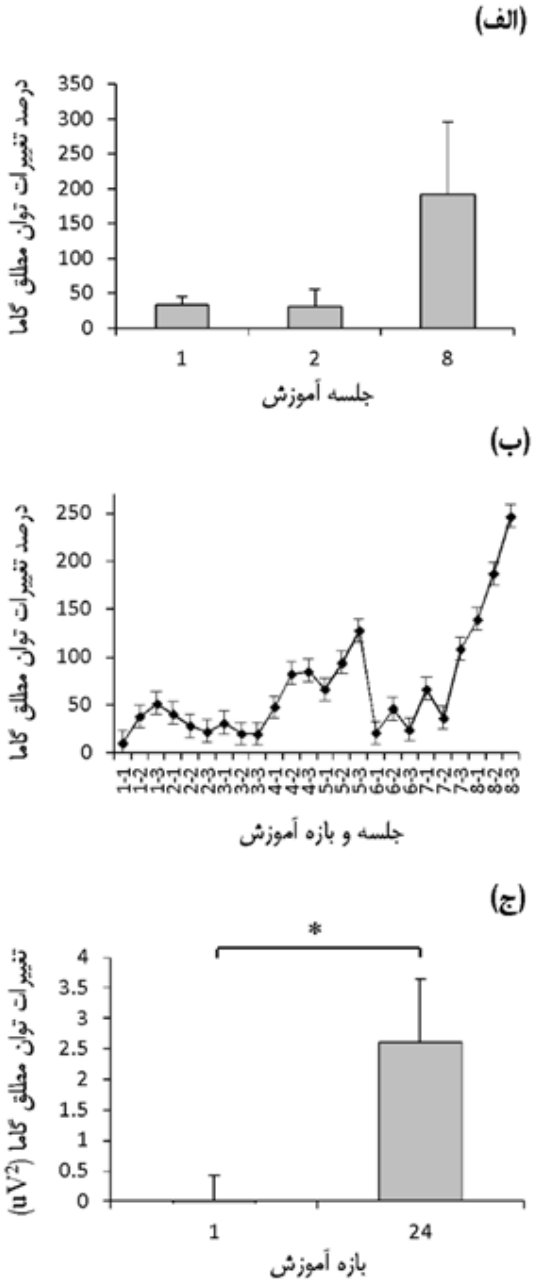
سوژه	۱	۲	۳	۴
درصد تغییرات	-۳۱,۹۲	۵۴,۷۸*	-۵۱,۰۳	۳۵۲,۴۳*
سوژه	۵	۶	۷	۸
درصد تغییرات	-۳۴,۲۱	۶۶۷,۲۹*	۳۱۰,۷۷*	-۱۴۲,۲۲

جدول ۱. درصد تغییرات میانگین درصد افزایش توان باند گاما در جلسات نوروفیدبک نسبت به توان پایه‌ی هر جلسه، از دو جلسه‌ی ابتدایی نوروفیدبک به دو جلسه‌ی انتهایی، برای هر سوژه‌ی گروه آزمایش. علامت ستاره مشخص‌کننده‌ی ۴ سوژه‌ی منتخبی است که توانسته‌اند در طی ۸ جلسه نوروفیدبک، آموزش بهتری دیده و توان باند گامای خود را در جلسات انتهایی نسبت به جلسات ابتدایی، افزایش بیشتری دهند.

در مرحله‌ی دوم، اثر ۸ جلسه نوروفیدبک را بر روی توان مطلق باند گامای افراد حین دو وضعیت ذهنی استراحت (چشم‌بسته) و فعالیت شناختی بررسی کردیم. بر اساس آزمون t، توان باند گامای هر دو وضعیت ذهنی استراحت و فعالیت شناختی پیش‌آزمون، و وضعیت ذهنی استراحت پس‌آزمون، میان دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معناداری نداشت (p>۰/۰۵). توان باند گامای وضعیت ذهنی فعالیت شناختی پس‌آزمون، برای گروه آزمایش در سطح معنادار بالاتری نسبت به گروه کنترل قرار داشت(t(12)=۲/۴ ،p<۰/۰۵) (شکل ۳- الف، جدول ۲). هم‌چنین میزان افزایش توان وضعیت ذهنی فعالیت شناختی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل با اختلاف معناداری بیش‌تر بود (t(12)=۲/۱۷ ،p<۰/۰۵). رابطه‌ی آماری میان

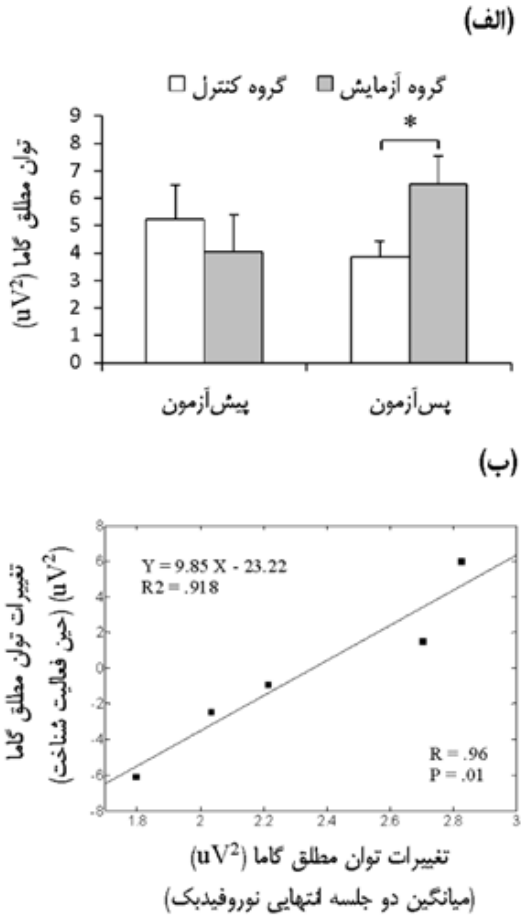
[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

تغییرات توان باند گاما در طی جلسات نوروفیدبک و تغییرات توان باند گاما حین وضعیت ذهنی فعالیت شناختی (از پیش‌آزمون به پس‌آزمون) در گروه آزمایش، با استفاده از آزمون آماری هم‌بستگی پیرسون بررسی شد. بر طبق نتیجه، میان میانگین افزایش توان در ۸ جلسه نوروفیدبک و افزایش توان وضعیت تلاش شناختی گروه آزمایش، هم‌بستگی معناداری دیده نشد ($p>۰/۰۵$).



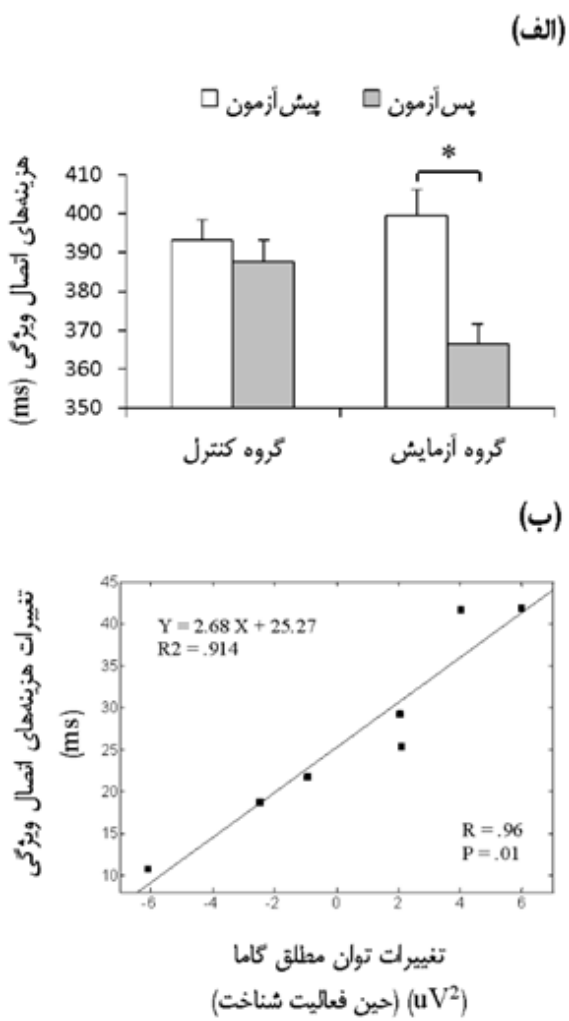
شکل ۲. اثرات نوروفیدبک بر توان گاما طی جلسات. (الف) درصد تغییرات توان باند گاما جلسات انتهایی نسبت به جلسات ابتدایی ۴ سوژه‌ی گروه آزمایش. (ب) روند میانگین درصد افزایش توان باند گاما ۲۴ بازه‌ی آموزش نوروفیدبک ۴ سوژه‌ی گروه آزمایش. (ج) افزایش توان باند گاما بازه‌ی ۲۴ (جلسه آخر) و بازه‌ی ۱ (جلسه اول) آموزش نوروفیدبک ۴ سوژه‌ی گروه آزمایش. باریکه‌های خطا در نمودارها نشانگر خطای استاندارد میانگین، و علامت ستاره نشانگر تفاوت معنادار ($p<.05$) است.

به دلیل روند نامشخص و غیریکنواخت تغییرات توان افراد در کل جلسات نوروفیدبک و کسب مهارت نسبی افزایش توان در دو جلسه‌ی انتهایی، میانگین تغییرات توان جلسه‌ی ۷ و ۸ نوروفیدبک مورد بررسی مجدد قرار گرفت. بر اساس آزمون پیرسون، هم‌بستگی قوی معنادار مثبتی میان افزایش توان در دو جلسه‌ی انتهایی نوروفیدبک و افزایش توان در سیگنال پایه‌ی فعالیت شناختی، در ۵ نفر از سوژه‌ها به دست آمد ($p<۰/۰۱$، $n=۵$، $r=۰/۹۶$) (Slope=9.85 ; Constant=-23.22) (شکل ۳- ب). با استناد به این رابطه نتیجه می‌گیریم افزایش توان باند گاما حین فعالیت شناخت در مغز در گروه آزمایش، در اثر افزایش توان باند گاما در جلسات نوروفیدبک ایجاد شده است.



شکل ۳. اثرات نوروفیدبک بر توان گاما فعالیت شناختی. (الف) توان باند گاما فعالیت شناختی پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش و کنترل. باریکه‌های خطا نشانگر خطای استاندارد میانگین، و علامت ستاره نشانگر تفاوت معنادار ($p<.05$) است. (ب) رابطه میان میانگین میزان افزایش توان باند گاما دو جلسه‌ی انتهایی نوروفیدبک و میزان افزایش توان باند گاما فعالیت شناختی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]



شکل ۴. اثرات نوروفیدبک بر اتصال ویژگی دیداری. (الف) هزینه‌های اتصال ویژگی دیداری (زمان واکنش) پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایش و کنترل. باریکه‌های خطا نشانگر خطای استاندارد میانگین، و علامت ستاره نشانگر تفاوت معنادار ($p<.05$) است. (ب) رابطه میان میزان افزایش توان باند گاما فعالیت شناختی و میزان بهبود زمان واکنش اتصال ویژگی دیداری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون در گروه آزمایش.

اتصال ویژگی دیداری. اثر ۸ جلسه نوروفیدبک بر روی عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری افراد بررسی شد. بر اساس آزمون t، زمان واکنش آزمون اتصال ویژگی دیداری در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، در گروه آزمایش به صورت معناداری کاهش یافته بود ($p<۰/۰۰۱$، $t(6)=۶/۲۰$) (شکل ۴- الف، جدول ۲). میان زمان واکنش پس‌آزمون و پیش‌آزمون گروه کنترل تفاوت معناداری دیده نشد ($p>۰/۰۵$) (شکل ۴-الف، جدول ۲). هم‌چنین میزان کاهش زمان واکنش از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل با اختلاف معناداری بیش‌تر بود ($p<۰/۰۱$، $t(12)=۲/۹۶$). بررسی رابطه‌ی آماری میان تغییرات زمان واکنش اتصال ویژگی دیداری و تغییرات توان مطلق باند گاما حین فعالیت شناخت در مغز از پیش‌آزمون به پس‌آزمون برای گروه آزمایش، هم‌بستگی قوی معنادار مثبت نشان داد ($p<۰/۰۱$، $n=۷$، $r=۰/۹۶$) (Slope=2.68 ; Constant=25.27) (شکل ۴-ب). این رابطه نشان می‌دهد کاهش زمان واکنش عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری در گروه آزمایش، در اثر افزایش توان باند گاما بوده است.

مقایسه میان درصد خطای اتصال ویژگی دیداری پس‌آزمون و پیش‌آزمون، برای هر دو گروه آزمایش ($p<۰/۰۱$، $t(6)=۳/۲۲$) و کنترل ($p<۰/۰۱$، $t(6)=۴/۳۶$) کاهش معنادار نشان داد (جدول ۲). میان درصد خطای پیش‌آزمون و نیز پس‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنادار دیده نشد ($p>۰/۰۵$). میزان کاهش درصد خطا از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، میان گروه آزمایش (۱۱٫۹۲٪) و گروه کنترل (۶٫۱۷٪) تفاوت معنادار نداشت ($p>۰/۰۵$). میان تغییرات درصد خطا و تغییرات توان مطلق باند گاما حین فعالیت شناخت در مغز از پیش‌آزمون به پس‌آزمون برای گروه آزمایش، هم‌بستگی معنادار دیده نشد. این موضوع نشان می‌دهد تغییرات ایجادشده در درصد خطای اتصال ویژگی دیداری هر دو گروه، به فرآیند نوروفیدبک ربطی نداشته و احتمالاً در اثر تمرین و یادگیری در پیش‌آزمون است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار توان باند گاما حین فعالیت شناختی و هزینه‌های اتصال ویژگی دیداری (زمان واکنش و درصد خطا) پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه آزمایش و کنترل

متغییر	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
	گروه آزمایش	گروه کنترل	گروه آزمایش	گروه کنترل
توان مطلق باند گاما	۴٫۰۷ (۳٫۲۷)	۵٫۲۲ (۳٫۵۷)	۶٫۵۰ (۲٫۵۲)	۳٫۸۳ (۱٫۷۲)
زمان واکنش (ms)	۳۹۹٫۵ (۱۷٫۸۵)	۳۹۵٫۱۷ (۱۳٫۸۰)	۳۷۲٫۴۴ (۲۰٫۲۷)	۳۸۸٫۲۲ (۱۳٫۴۲)
درصد خطا	۳۴٫۶۶ (۷٫۱۲)	۲۵٫۸۲ (۱۱٫۴۴)	۲۲٫۷۳ (۷٫۹۱)	۱۹٫۶۵ (۸٫۶۶)

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

بحث و نتیجه‌گیری

نوروفیدبک روشی است که بدون استفاده از داروهای شیمیایی و تحریکات مستقیم خارجی، از طریق شرطی‌سازی کنش‌گر موجب خودتنظیمی و بهبود عمل‌کرد مغز می‌شود. با توجه به مزایای این روش نسبت به سایر روش‌ها در اثرگذاری بر روی عمل‌کرد مغز، مطالعه‌ی توانایی بالقوه‌ی آن در ایجاد قابلیت کنترل و تنظیم پارامترهای متفاوت فعالیت مغز در افراد و بررسی نقش کارکردی آن، حایز اهمیت و ارزشمند خواهد بود. در همین راستا هدف از انجام این پژوهش، بررسی این موضوع بود که آیا افراد قادر خواهند بود با استفاده از آموزش نوروفیدبک، به تنظیم فعالیت باند گاما مغز خود بپردازند یا خیر. یافته‌های مطالعات پیشین نشان داده میان هم‌زمانی عصبی نورون‌های مغز در باند گاما و اجتماع ویژگی‌های محلی رابطه وجود دارد [۳۲،۳۱،۲۹،۲۴]. در این پژوهش به مطالعه‌ی تأثیر دست‌کاری فعالیت باند گاما با استفاده از نوروفیدبک بر روی عمل‌کرد مرتبط با اتصال ویژگی دیداری نیز پرداختیم.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد آموزش نوروفیدبک، در ایجاد مهارت کنترل فعالیت باند گاما در افراد مؤثر است. این یافته با نتایج پژوهش‌های بِرد و همکاران (۱۹۷۸) و کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) که نشان‌دهنده‌ی توانایی افراد در افزایش توان باند گاما با استفاده از آموزش نوروفیدبک بود، هم‌خوانی دارد [۳۵،۲۳،۹]. البته بر طبق نتایج این مطالعه، تمامی افراد قابلیت یادگیری افزایش توان باند گاما را در طی جلسات نوروفیدبک ندارند. از میان ۸ نفر گروه آزمایش، تقریباً ۴ نفر توانستند توان باند گاما خود را در طی ۸ جلسه نوروفیدبک افزایش دهند. میزان افزایش توان مطلق باند گامای ۴ فرد ذکرشده، با اختلاف معناداری از ۱،۰۱±۰،۰۷۳- در جلسه‌ی اول به ۲،۰۶±۲،۶۱ در جلسه‌ی هشتم رسید که نشان‌دهنده‌ی کسب مهارت افزایش توان باند گاما با استفاده از نوروفیدبک است. با مقایسه‌ی نتایج تجربی این پژوهش با دیگر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه‌ی نوروفیدبک، چنین بر می‌آید که یادگیری افزایش فعالیت باند گاما با استفاده از فیدبک توان، به نسبت سایر باندها برای افراد دشوارتر است. افزایش توان باندهای غیر از باند گاما معمولاً پس از ۳ یا ۴ جلسه نوروفیدبک در سایر پژوهش‌ها حاصل شده، در حالی که در این پژوهش تقریباً از جلسه‌ی ۷ به بعد شاهد روند نسبتاً یک‌نواخت افزایش توان و کسب مهارت در افراد بودیم. کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش محسوس توان باند گاما را پس از جلسه‌ی ششم نوروفیدبک در افراد مشاهده کردند [۲۳]. به نظر می‌رسد با توجه به رابطه‌ی فعالیت باند گاما در مغز با فعالیت‌های مرتبط با ادراک و شناخت، یادگیری مهارت کنترل توان باند گاما با استفاده از نوروفیدبک، نسبت به سایر باندها برای افراد دشوارتر بوده و دیرتر حاصل می‌شود. هم‌چنین پروتکل نوروفیدبک استفاده‌شده در این پژوهش مشتمل بر دو پارامتر توان باند گاما و بتا بود. ممکن است تنظیم هم‌زمان توان باند گاما و بتا، برای افراد مشکل بوده باشد.

دیگر یافته‌ی این مطالعه نشان داد افراد قادر خواهند بود مهارت فراگرفته در خصوص افزایش توان باند گاما در طی جلسات نوروفیدبک را حین فعالیت ذهنی مرتبط با شناخت، بازیابی کنند. با توجه به این یافته و نتایج مطالعات پیشین که نشان داده فعالیت باند گاما، در پردازش‌ها و فعالیت‌های ادراکی و شناختی اهمیت کارکردی دارد [۳۰،۲۷،۲۵،۲۴]، به نظر می‌رسد بتوان از نوروفیدبک افزایش توان باند گاما برای افزایش کارآیی ادراک و شناخت در انسان بهره برد. در دیگر مطالعاتی که بر روی نوروفیدبک باند گاما تاکنون انجام شده، بِرد و همکاران (۱۹۷۸) و کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) تنها توانایی افراد در افزایش توان باند گاما در طی جلسات نوروفیدبک را گزارش کرده‌اند [۳۵،۲۳،۹]، در حالی که در این پژوهش علاوه بر آن، ماندگاری مهارت افزایش توان باند گاما حین فعالیت مرتبط با شناخت در مغز پس از ۲ روز از اتمام نوروفیدبک نیز گزارش شد. توان باند گاما حین فعالیت شناخت، از پیش از آغاز آموزش نوروفیدبک به ۲ روز پس از اتمام آن، در گروه کنترل از ۳،۵۷±۵،۲۲ به ۱،۷۲±۳،۸۳ و در گروه آزمایش از ۳،۲۷±۴،۰۷ به ۲،۵۲±۶،۵۰ تغییر یافته بود.

یافته‌های ما فرضیه‌ی وجود رابطه میان فعالیت مغز در باند گاما و فرآیندهای مرتبط با اجتماع ویژگی‌های محلی را تأیید کرد [۳۲،۳۱،۲۹،۲۴]. در مطالعات پیشین نشان داده شده هم‌زمانی فعالیت گروه‌های نورونی متفاوت، و فرآیندهای درگیر در اتصال ویژگی (تولید، حفظ یا بازیابی اتصالات) به صورت هم‌زمان در مغز اتفاق می‌افتد، ولی رابطه‌ی کارکردی میان این دو مشخص نشده است. در این پژوهش نشان دادیم تغییرات فعالیت باند گاما بر فرآیندهای مرتبط با اتصال ویژگی‌های محلی اثر مستقیم دارد. بر طبق نتایج این مطالعه افزایش توان باند گاما منجر به تسریع فرآیندهای تولید و/یا بازیابی اتصالات ویژگی‌های دیداری در افراد می‌شود. این نتیجه، با نتایج کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد [۳۵،۲۳]. لازم به ذکر است در این مطالعه کاهش زمان واکنش عمل‌کرد مرتبط با اتصال ویژگی دیداری، پس از ۲ روز از اتمام نوروفیدبک در افراد دیده شد که نشان از ماندگاری اثر

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

نوروفیدبک بر این عمل‌کرد دارد. زمان واکنش عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری از پیش از دوره‌ی نوروفیدبک به پس از آن، در گروه آزمایش از ۱۷,۸۵±۳۹۹,۵ میلی‌ثانیه به ۲۰,۲۷±۳۷۲,۴۴ میلی‌ثانیه و در گروه کنترل از ۱۳,۸۰±۳۹۵,۱۷ میلی‌ثانیه به ۱۳,۴۲±۳۸۸,۲۲ میلی‌ثانیه تغییر یافت. یافته‌ی دیگر این مطالعه حاکی از آن بود که میان تغییرات توان باند گاما و تغییرات درصد خطای عمل‌کرد اتصال ویژگی دیداری افراد رابطه‌ای وجود ندارد. به همین دلیل همانند مطالعه‌ی کِیزر و همکاران (۲۰۱۰) [۲۳]، مطالعه‌ی ما نیز نشان داد افزایش توان باند گاما، تأثیری بر روی درصد صحت اتصال ویژگی دیداری افراد نخواهد گذاشت. از محدودیت‌های این مطالعه، تعداد نسبتاً کم حجم نمونه و تعمیم نتایج به دست آمده است. هم‌چنین نمونه کارهای پیشین کمی در زمینه‌ی نوروفیدبک باند گاما برای مقایسه نتایج به‌دست‌آمده موجود است. به این دلایل، با وجود نتایج مشخص حاصل از این مطالعه، تعمیم نتایج باید با احتیاط صورت گرفته و نیازمند مطالعاتی تأییدکننده با حجم نمونه بیش‌تر است.

به طور خلاصه پژوهش ما نشان داد نوروفیدبک، در ایجاد مهارت کنترل و تنظیم فعالیت باندهای فرکانسی نورون‌های مغزی در افراد کارآیی دارد. هم‌چنین روش مناسبی برای مطالعه‌ی نقش کارکردی فعالیت باندهای متفاوت فرکانسی مغزی در فرآیندهای مغزی است. بر طبق نتایج این مطالعه افزایش توان باند گاما، از طریق کاهش زمان واکنش عمل‌کرد مرتبط با اتصال ویژگی دیداری، منجر به بهبود ادراک دیداری در افراد می‌شود. علی‌رغم دشواری یادگیری تنظیم توان باند گاما در تعداد جلسات اندک نوروفیدبک، تغییرات توان و اثرات رفتاری ایجادشده در افراد پس از آموزش کاملاً مشهود بود. این موضوع نشان‌دهنده‌ی کارآیی بالای روش نوروفیدبک است. با توجه به این که افزایش تعداد جلسات نوروفیدبک به منظور ایجاد اثرات مطلوب و ماندگار در افراد هزینه‌هایی در بر دارد، بررسی توانایی افراد در یافتن مهارت تنظیم سایر پارامترهای الکترومغزنگاره با اثرات بیش‌تر و سریع‌تر نسبت به پارامتر توان، موضوعی است که در مطالعات پیشین به طور جدی به آن پرداخته نشده و می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی در این زمینه باشد.

تشکر و قدردانی

ضمن تشکر از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، به جهت در اختیار قرار دادن امکانات مورد نیاز این پژوهش، از همکاری تمامی افرادی که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌شود. این مقاله حاصل پژوهش پایان‌نامه‌ی دانشجویی در مقطع کارشناسی‌ارشد در دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است.

منابع

[1] Vernon D. Human potential: Exploring techniques used to enhance human performance. London: Routledge; 2009. p. 186.
[2] Hammond DC. Comprehensive neurofeedback bibliography: 2007 Update. J Neuther 2008; 11: 45-60.
[3] Evans JR, Othmer SF, Maldonado Rubi MC. Handbook of neurofeedback: Dynamics and clinical applications. New York: The Haworth Medical Press 2007; p: 93,282,283.
[4] Masterpasqua R, Healey KN. Neurofeedback in psychological practice. Prof Psychol Res Pr 2003; 34: 652-656.
[5] Beatty J, Greenberg A, Diebler WP, O'Hanlon JF. Operant control of occipital theta rhythm affects performance in a radar monitoring task. Science 1974; 183: 871-873.
[6] Bauer RH. Short-term memory: EEG alpha correlates and the effect of increased alpha. Behav Biol 1976; 17: 425-433.
[7] Vernon D, Egner T, Cooper N, Compton T, Neilands C, Sheri A, Gruzelier J. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. Int J Psychophysiol 2003; 47: 75-85.
[8] Rasey HW, Lubar JF, McIntyre A, Zoffuto AC, Abbott PL. EEG biofeedback for the enhancement of attentional processing in normal college students. J Neuther 1996; 1: 15-21.
[9] Bird BL, Newton FA, Sheer DE, Ford M. Biofeedback training of 40-Hz EEG in humans. Biofeedback Self Regul 1978; 3: 1-11.
[10] Bell JS. The use of EEG theta biofeedback in the treatment of a patient with sleep-onset insomnia. Biofeedback Self Regul 1979; 4: 229-236.
[11] James LC, Folen RA. EEG biofeedback as a treatment for chronic fatigue syndrome: A controlled case report. Behav Med 1996; 22: 77-81.
[12] Kotchoubey B, Busch S, Strehl U, Birbaumer N. Changes in EEG power spectra during biofeedback of slow cortical potentials in epilepsy. Appl Psychophysiol Biofeedback 1999; 24: 213-233.
[13] Sterman MB, Egner T. Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy. Appl Psychophysiol Biofeedback 2006; 31: 21-35.
[14] Moore NC. A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. Clin Electroencephalogr 2000; 31: 1-6.
[15] Gruzelier J. Self-regulation of electrocortical activity in schizophrenia and schizotypy: A review. Clin Electroencephalogr 2000; 31: 23-29.
[16] Hammond DC. Neurofeedback treatment of depression with the Roshi. J Neuther 2000; 4: 45-56.
[17] Kropp P, Siniatchkin M, Gerber WD. On the pathophysiology of migraine: Links for "empirically based treatment" with neurofeedback. Appl Psychophysiol Biofeedback 2002; 27: 203-213.
[18] Hammond DC. QEEG-guided neurofeedback in the treatment of obsessive compulsive disorder. J Neuther 2003; 7: 25-52.
[19] Gevensleben H, Holl B, Albrecht B, Vogel C, Schlamp D, Kratz O, et al. Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomized controlled clinical trial. J Child Psychol Psychiatry 2009; 50: 780-789.
[20] Kouijzer ME, Moor JM, Gerrits BJ, Congedo M, van Schie HT. Neurofeedback improves executive functioning in children with autism spectrum disorders. Res Autism Spectr Disord 2009; 3: 145-162.
[21] Vernon DJ. Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. Appl Psychophysiol Biofeedback 2005; 30: 347-364.
[22] Bauer RH, Jones CN. Feedback training of 36–44 Hz EEG activity in the visual cortex and hippocampus of cats:

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

Evidence for sensory and motor involvement. Physiol Behav 1976; 17: 885-890.

[23] Keizer AW, Verschoor M, Verment RS, Hommel B. The effect of gamma enhancing neurofeedback on the control of feature bindings and intelligence measures. Int J Psychophysiol 2010; 75: 25-32.

[24] Hammond DC. What do we know about 40 Hz activity and the function it serves?. J Neuther 2000; 4: 95-104.

[25] Basar-Eroglu C, Struber D, Schurmann M, Stadler M, Basar E. Gamma-band responses in the brain: A short review of psychophysiological correlates and functional significance. Int J Psychophysiol 1996; 24: 101-112.

[26] Engel AK, Singer W. Temporal binding and the neural correlates of sensory awareness. Trends Cogn Sci 2001; 5: 16-25.

[27] Tiitinen H, Sinkkonen J, Reinikainen K, Alho K, Lavikainen J, Naatanen R. Selective attention enhances the auditory 40-Hz transient response in humans. Nature 1993; 364: 59-60.

[28] Hommel B. Event files: Evidence for automatic integration of stimulus-response episodes. Vis Cogn 1998; 5: 183-216.

[29] Keizer AW. The neurocognitive basis of feature integration. Leiden Univ Repository 2010; p: 10,12,79.

[30] Sams MW. Mathematically derived frequency correlates in cerebral function: Theoretical and clinical implications for neurofeedback treatment. J Neuther 1995; 1: 1-14.

[31] Tallon-Baudry C, Bertrand O. Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation. Trends Cogn Sci 1999; 3: 151-162.

[32] Varela F, Lachaux JP, Rodriguez E, Martinerie J. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. Nat Rev Neurosci 2001; 2: 229-239.

[33] Haig AR, De Pascalis V, Gordon E. Peak gamma latency correlated with reaction time in a conventional oddball paradigm. Clin Neurophysiol 1999; 110: 158-165.

[34] Colzato LS, van Wouwe NC, Lavender TJ, Hommel B. Intelligence and cognitive flexibility: Fluid intelligence correlates with feature "unbinding" across perception and action. Psychon Bull Rev 2006; 13: 1043-1048.

[35] Keizer AW, Verment RS, Hommel B. Enhancing cognitive control through neurofeedback: A role of gamma-band activity in managing episodic retrieval. Neuroimage 2010; 49: 3404-3413.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

Self-regulation of brain gamma band activity through neurofeedback and its effects on visual feature bindings in healthy female students

Zeynab Khodakarami (M.Sc)[1], S. Mohammad P. Firoozabadi (Ph.D)[*2]
1 – Dept. of Biomedical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2 – Dept. of Medical Physics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: 14 Dec 2013; Accepted: 10 Jun 2014)

Introduction: Previous studies have shown the application of neurofeedback method in the self-regulation of brain neurons activity in some middle frequency bands (such as Theta, Beta and Alpha) and its behavioral and functional effects on tested subjects. In this study, the neurofeedback efficacy upon voluntary control of gamma band power and its results on behavioral measures of visual feature binding of subjects are discussed.

Materials and Methods: Two experimental and control groups, each containing eight healthy female students, were chosen at random. For the experimental group, eight Gamma-enhancing neurofeedback sessions aiming at Gamma band power (36-44 Hz) enhancement and simultaneously beta band power (12-20 Hz) inhibition in Oz channel were taken. EEG gamma band power changes and visual feature binding performance in the neurofeedback, and also the pre and post neurofeedback, sessions were assessed using statistical tests.

***Results*:** Referring to the acquired results, neurofeedback training yielded to increase Gamma band power during both training sessions and the cognitive task. Likewise, gamma band power raise led to the improvement of the visual feature bindings through decreasing subjects' reaction times.

Conclusion: These consequences clarify the employment of neurofeedback method in the foundation of the brain neurons self-regulatory skills and the enhancement of perception and cognition processes in human beings.

Keywords: Neurofeedback, Gamma band activity, Electroencephalography, Visual feature binding

*Corresponding author. Fax: +98 21 88013030; Tel +98 21 82883821
pourmir@modares.ac.ir

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-13]

How to cite this article:
Khodakarami Z, P. Firoozabadi M. Self-regulation of brain gamma band activity through neurofeedback and its effects on visual feature bindings in healthy female students. koomesh. 2014; 16 (1) :36-45
URL http://koomeshjournal.semums.ac.ir/browse.php?a_code=A-10-2245-3&slc_lang=en&sid=1