

اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه کاری

دکتر زلیخا قلی‌زاده - استادیار دانشگاه سنندج
دکتر جلیل باباپور خیرالدین - دانشیار گروه روانشناسی دانشگاه تبریز
دکتر رضا رستمی - استادیار گروه روانشناسی دانشگاه تهران
دکتر منصور بیرامی - دانشیار گروه روانشناسی دانشگاه تبریز
دکتر حمید پورشریفی - استادیار گروه روانشناسی دانشگاه تبریز

چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر حافظه کاری بود، که به صورت نیمه‌آزمایشی انجام شد، در این پژوهش دو گروه آزمایش و پلاسیبو وجود داشت. بدین منظور از بین دانشجویان یک‌زبانه (فارسی زبان) دانشگاه تبریز که داوطلب شرکت در پژوهش بودند ۳۰ نفر که معیارهای لازم را جهت انتخاب نهایی داشتند، انتخاب شد، و در نهایت به طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش و پلاسیبو (هرکدام ۱۵ نفر) قرار گرفتند. گروه آزمایشی به مدت ۲ ماه تحت ۲۰ جلسه آموزش با نوروفیدبک قرار گرفت و گروه پلاسیبو نیز طی ۲۰ جلسه جلوی مانیتور می‌نشستند بدون اینکه آموزش نوروفیدبک دریافت کنند. دانشجویان هر دو گروه (آزمایشی و پلاسیبو) در دو مرحله‌ی پیش و پس از آموزش با پرسشنامه آزمون فراخنای حروف-ارقام مورد ارزیابی و مقایسه

قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از تحلیل کوواریانس تجزیه و تحلیل شدند. نتایج بیانگر این بود که آموزش نوروفیدبک تأثیر معنی داری بر حافظه کاری دارد.
واژگان کلیدی: نوروفیدبک، بیوفیدبک الکتروانسفالوگرافی، حافظه کاری.

حافظه کاری^۱ یکی از ابعاد حافظه می‌باشد. حافظه کاری مرکز تفکر است. ساختن راهبردهای جدید، محاسبه‌ی راه‌حل مسائل ریاضی، درک خواندن و غیره همه در حافظه کاری اتفاق می‌افتد. اطلاعات وارده از حافظه‌ی حسی با اطلاعات ذخیره شده در حافظه‌ی درازمدت ترکیب و شکل جدیدی پیدا می‌کند (زیگلر^۲ و آلیبالی^۳، ۱۳۸۶).

حافظه کاری، نظامی با ظرفیت محدود است که اطلاعات در آنجا برای مدت کوتاهی اندوخته می‌شوند. این حافظه با حافظه بلندمدت تعامل دارد و از اطلاعات حافظه بلندمدت استفاده می‌کند و اطلاعات را برای اندوزش طولانی‌تر به حافظه بلندمدت، منتقل می‌کند. حافظه کاری یک نظام سه‌بخشی است و وقتی انسان مشغول انجام تکلیف شناختی است، اطلاعات را موقتاً نگه می‌دارد. حافظه کاری حکم یک "میز کار" ذهنی را دارد که دستکاری شدن اطلاعات و جمع شدن اطلاعات روی آن امکان فهم زبان مکتوب و شفاهی، تصمیم‌گیری و حل مسائل را به ما می‌دهد. حافظه کاری مثل یک انبار اطلاعات قفسه‌بندی شده نیست که منتظر بماند تا اطلاعاتش به حافظه بلندمدت بروند (نایبرگ^۴ و همکاران، ۲۰۰۲). در مدل حافظه کاری بادلی^۵، حافظه کاری سه مؤلفه اصلی دارد که عبارتند از: حلقه‌ی واج‌شناختی، حافظه‌ی کاری بصری-فضایی و مجری مرکزی. حلقه‌ی واج‌شناختی و حافظه‌ی کاری بصری-فضایی مثل دو دستیار عمل کرده و به مجری مرکزی در انجام کارش کمک می‌کنند. دروندادهای حافظه

1- Working memory
3- Alibali
5- Baddeley

2- Zigler
4- Nyberg

حسی وارد حلقه واج شناختی می‌گردند که در آن اندوزش و مرور اطلاعات گفتاری انجام می‌شود. حافظه کاری بصری-فضایی محل اندوزش اطلاعات بصری و فضایی از جمله تصویرهای ذهنی است. مجری مرکزی نقش مهمی در توجه، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی دارد. مجری مرکزی همچون ناظری عمل می‌کند که اطلاعات و مسائل شایان توجه و اطلاعات و مسائل بی‌اهمیت را مشخص می‌کند. همچنین تعیین می‌کند که در پردازش اطلاعات و حل مسائل از چه راهبردهایی استفاده شود (بادلی، ۲۰۰۱).

حافظه کاری با جنبه‌های مختلف زندگی ارتباط دارد. حافظه برای تمامی جنبه‌های پردازش اطلاعات اهمیت حیاتی دارد و به همین دلیل است که ما برای حافظه خوب در میان‌سال و اواخر بزرگسالی، ارزش زیادی قائل هستیم. با توجه به اهمیت حافظه، تکنیک‌های زیادی جهت بهبود حافظه افراد به کار گرفته شده که یکی از این تکنیک‌ها نوروفیدبک^۱ است. نوروفیدبک ابزار مناسبی برای بهبود فرایندهای شناختی می‌باشد.

نوروفیدبک، روشی ایمن و بدون درد است که کارکرد و خودکنترلی مغز را به طرق مختلف بهبود می‌بخشد. مکانیسم زیربنایی آن شامل تقویت مکانیسم خودتنظیمی^۲ مورد نیاز برای کارکرد مؤثر می‌باشد (اشتاین برگ^۳ و سیگفرد^۴، ۱۳۸۷).

این تکنیک در اوایل شکل‌گیری به «بیوفیدبک الکتروانسفالوگرافی»^۵ یا ای ای جی بیوفیدبک^۶ معروف بود. نوروفیدبک تکنیکی است که در آن اشخاص یاد می‌گیرند به وسیله‌ی شرطی‌سازی کنشگر، الگوی امواج مغزی خود را تغییر دهند (ماسترپسکو^۷ و هیلی^۸، ۲۰۰۳ و برنز^۹ و همکاران، ۲۰۰۶).

1- Neurofeedback
3- Steinberg
5- Electroensfalography Biofeedback
7- Masterpasqua
9- Berner

2- Self-regulation
4- Siegfried
6- EEG Biofeedback
8- Healey

نوروفیدبک به دنبال آن است که به افراد آموزش دهد واکنش امواج مغزی خود را نسبت به محرک‌ها، بهنجار سازند (مان^۱ و همکاران، ۱۹۹۲). از نوروفیدبک می‌توان برای تحریک یا تنظیم فعالیت مغزی استفاده کرد. از نوروفیدبک در درمان صرع (راکرو^۲، ۱۹۹۳) و ADHD (ورنون^۳، فریک^۴ و گرازیلیر^۵، ۲۰۰۴) نیز استفاده می‌شود و اخیراً روی افراد سالم به کار گرفته شده است (برنر و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج نشان داده که نوروفیدبک پردازش توجه (اگنر^۶ و گرازیلیر، ۲۰۰۴)، دقت در آزمون حافظه کاری (ورنون و دیگران، ۲۰۰۳) و عملکرد در آزمون چرخش ذهنی (هانس مایر^۷ و همکاران، ۲۰۰۵) را بهبود می‌بخشد. در تحقیقی از نوروفیدبک برای بهبود عملکرد موسیقی در دانشجویان هنرهای زیبا استفاده شد (گرازیلیر و دیگران، ۲۰۰۲)، نتایج بیانگر آن بود که نوروفیدبک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد موسیقی داشته است. وقتی مغز کارکرد خوبی ندارد به وسیله‌ی EEG مشخص می‌شود، پس ما می‌توانیم با تغییر امواج مغزی به مغز کمک کنیم تا کارکرد بهتری داشته باشد. یکی از وسایل اندازه‌گیری سطح فعالیت نوروفیزیولوژیک^۸، ثبت امواج مغزی به وسیله‌ی الکتروانسفالوگرام است، امواج مغزی برحسب فرکانس به چهار دسته متفاوت تقسیم‌بندی می‌شود. این چهار دسته از بلندترین و آهسته‌ترین تا کوتاه‌ترین و سریع‌ترین به ترتیب عبارتند از دلتا^۹ (۱ تا ۳ هرتز)، تتا^{۱۰} (۴ تا ۷ هرتز)، آلفا^{۱۱} (۸ تا ۱۳ هرتز) و بتا^{۱۲} (۱۴ تا ۳۰ هرتز). امواج دلتا زمانی دیده می‌شود که فرد در خواب عمیق است تتا زمانی دیده می‌شود که فرد در حالت خواب نسبتاً سبکتری است. فعالیت آلفا معمولاً زمانی به حداکثر می‌رسد که فرد بیدار و نسبتاً در حال آرامش است. امواج بتا با تمرکز و پردازش شناختی ارتباط دارد (دموس^{۱۳}، ۲۰۰۳). در یک بررسی به ۳۲ دانشجوی پزشکی آموزش داده شد که

- | | |
|--------------|---------------------|
| 1- Mann | 2- Reker |
| 3- Vernon | 4- Frick |
| 5- Grazilier | 6- Egner |
| 7- Hansmayr | 8- Neurophysiologic |
| 9- Delta | 10- Theta |
| 11- Alpha | 12- Beta |
| 13- Demos | |

فعالیت ریتم حسی-حرکتی^۱ (SMR) (۱۲-۱۵هرتز) یا فعالیت تتا (۷-۴هرتز) را افزایش دهند. فقط گروه SMR تغییر در EEG و بهبود چشمگیری در تمرکز توجه و حافظه کاری معنایی نشان دادند. در حالی که در گروه تتا تغییر در EEG و بهبود در تمرکز توجه و حافظه کاری معنایی دیده نشد. بعد از ۸ جلسه نورفیدبک، گروه SMR در مقایسه با گروه کنترل، قادر بود به طور انتخابی فعالیت SMR خود را افزایش دهد (این افزایش از طریق افزایش نسبت SMR به تتا و افزایش نسبت SMR به بتا مشخص می‌گردید). نتایج بیانگر آن بود که گروه SMR بهبود معنی‌داری در منحنی عملکرد یادآوری، تکالیف حافظه کاری معنایی و تمرکز توجه نشان دادند (ورنون و همکاران، ۲۰۰۳). اگنر و گرازلیر (۲۰۰۱) دریافتند آموزش SMR روی افراد سالم تأثیرگذار است به طوری که افزایش آمپلی تود SMR، موجب بهبود حساسیت ادراکی و کاهش زمان واکنش و خطا می‌شود. افزایش ریتم حسی - حرکتی از طریق نوروفیدبک، باعث بهبود حساسیت ادراکی و کاهش خطای ارتکاب یا اعلام نادرست (پاسخ به محرک‌های غیرهدف) در تکلیف عملکردی پیوسته آزمون TOVA^۲ (آزمون تغییرپذیری توجه) می‌شود. با این وجود ارتباط مستقیم بین فعالیت SMR و تأثیر آن بر روی فعالیت شناختی کاملاً مشخص نشده است (ورنون و همکاران، ۲۰۰۳).

تحقیقات نوروفیزیولوژیست‌ها روی حیوانات نشان داده است که در طول دوره غیرفعال بودن اما متمرکز بودن و هشیاری، کاهش ورودی‌های سوماتوسنسوری^۳ باعث افزایش شلیک در هسته و نتروبازال^۴ شده و SMR در این زمان دیده می‌شود (هاو^۵ و استرمن^۶، ۱۹۷۲). نتایج تحقیق ورنون و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که ۸ جلسه نوروفیدبک برای ایجاد تغییرات معنی‌دار در EEG افراد سالم کافی می‌باشد، همچنین افزایش فعالیت SMR با بهبود اندکی در دقت پردازش توجه و بهبود چشمگیر عملکرد

1- Sensory – motor rhythm(SMR)

3- Somatosensory

5- Howe

2- test of variables of attention(TOVA)

4- Venterbazal

6- Sterman

یادآوری در تست حافظه کاری معنایی همراه است. اگتر و گرازلیر (۲۰۰۱) چنین فرض می‌کنند که کنترل ارادی فعالیت SMR، پردازش اطلاعات را تسهیل می‌کند زیرا تداخل سیستم حرکتی روی پردازش اطلاعات شناختی را کاهش می‌دهد. در مطالعه ورنون و همکاران (۲۰۰۳) که بر روی افراد سالم انجام شد در طی آموزش ۴ هفته‌ای، هر آزمودنی ۲ جلسه در هفته تحت آموزش افزایش SMR قرار گرفت. این آزمودنی‌ها در مقایسه با گروه پلاسیبو عملکرد بهتری در آزمون فراخنای مفهومی «یکی را انتخاب کن» داشتند. به نظر ورنون و همکاران (۲۰۰۳) SMR مستقیماً بر روی عملکرد بازیابی و رمزگردانی حافظه معنایی تأثیر می‌گذارد.

روش

طرح پژوهشی

پژوهش حاضر از نوع نیمه آزمایشی است و به روش پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام شد. در این طرح دو گروه آزمایش و پلاسیبو وجود دارد.

جامعه و نمونه‌ی آماری

جامعه‌ی آماری این تحقیق دانشجویان فارسی زبان دانشگاه تبریز بودند. آزمودنی‌ها عبارتند از دانشجویان یک زبانه (فارسی زبان) دانشگاه تبریز که داوطلب شرکت در پژوهش بودند. از بین این داوطلبین، افراد راست دست، سالم از لحاظ بدنی و روانی، در گروه سنی ۱۹-۲۵ سال، از هر دو جنس که دارای معدل ۱۶ تا ۲۰ بودند، انتخاب شدند. ۳۰ نفر که معیارهای مذکور را داشتند، به طور تصادفی در ۲ گروه آزمایش و پلاسیبو (هرکدام ۱۵ نفر) قرار گرفتند. دانشجویان هر دو گروه (آزمایشی و پلاسیبو) در دو مرحله پیش و پس از آموزش با پرسشنامه‌ها و ابزارهای مربوطه مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند. برای ارزیابی سلامت روان آزمودنی‌ها از مصاحبه ساختاریافته و آزمون GHQ استفاده شد.

ابزارهای تحقیق

۱- آزمون فراخنای حروف-ارقام: این آزمون از تعدادی حروف و ارقام تشکیل شده است که آزمودنی باید به ترتیب اعداد را از کوچک به بزرگ و سپس حروف را به ترتیب حروف الفبا کنار یکدیگر قرار دهد. این آزمون حافظه کاری را می‌سنجد. در یک مطالعه به منظور هنجاریابی آزمون، این آزمون بر روی ۱۲۵۰ نفر در سیزده گروه سنی اجرا شد. میانگین آلفای کرونباخ این آزمون در همه‌ی گروه‌های سنی $0/۸۲$ و میزان پایایی آزمون مجدد $0/۷۶$ بود. در ایران در پژوهشی که توسط صائب (۱۳۸۶) انجام گرفت میزان پایایی این آزمون با روش آلفای کرونباخ $0/۷۴$ و با روش نیمه کردن $0/۷۵$ به دست آمد.

روش اجرا: عبارت بود از یک دوره آموزش که در طول ۲ ماه و به صورت ۴ بار در هفته، مجموعاً ۲۰ جلسه بر روی آزمودنی‌های گروه آزمایش و پلاسیبو انجام گرفت. گروه آزمایشی به مدت ۲ ماه تحت ۲۰ جلسه آموزش با نوروفیدبک قرار گرفت و فیدبکی که دریافت می‌کردند وابسته به عملکرد آنها بود. به منظور حذف اثر تلقین گروه پلاسیبو نیز طی ۲۰ جلسه جلوی مانیتور نشستند و فیدبکی که دریافت کردند وابسته به عملکرد آنها نبود در واقع هیچ آموزش نوروفیدبک دریافت نکردند. مدت زمان هر جلسه آموزش یک ساعت بود. در ابتدای هر جلسه ارزیابی اولیه صورت گرفت (به مدت ۲ دقیقه) و سپس در گروه آزمایش، آموزش با پروتکل افزایش SMR (۱۵-۱۲)، سرکوب تتا (۷-۴) و بتا (۲۲-۱۸) در ناحیه Cz انجام شد.

یافته‌ها

به منظور بررسی این فرضیه که آموزش نوروفیدبک بر افزایش حافظه کاری در دانشجویان تأثیر می‌گذارد، نمرات حافظه کاری آنان در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش و پلاسیبو با هم مقایسه شد. جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد

نمرات حافظه کاری را در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول (۱) میانگین و انحراف استاندارد نمرات حافظه کاری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه آزمایش ویلاسیبو

پیش‌آزمون گروه		پس‌آزمون گروه		پس‌آزمون گروه		پس‌آزمون گروه	
آزمایش		آزمایش		آزمایش		آزمایش	
انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین	انحراف	میانگین
۱/۸۳	۹/۹۳	۱/۴۴	۹	۱/۴۴	۱۱/۳۳	۱/۹۵	۹/۳۳

با توجه به مندرجات جدول ۱ ملاحظه می‌شود که میانگین نمرات حافظه کاری در گروه آزمایش دانشجویان در مرحله‌ی پیش‌آزمون ۹/۹۳ و در مرحله‌ی پس‌آزمون ۱۱ / ۳۳ است. قبل از بررسی تحلیلی نتایج در رابطه با فرضیه‌ی پژوهش از همگنی شیب‌های رگرسیون، به عنوان پیش فرض‌های لازم برای استفاده از تحلیل کوواریانس، اطمینان حاصل شد که نتایج به دست آمده در جدول شماره ۲ درج شده است.

جدول (۲) نتایج گزارش آزمون فرض همگنی شیب‌ها

متغیرها	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	شاخص F	سطح معنی‌داری	مجذورات
گروه	۲/۵۴	۱	۲/۵۴	۱/۰۷	۰/۳۰	۰/۰۴
پیش‌آزمون	۱۷/۹۸	۱	۱۷/۹۸	۷/۵۹	۰/۰۱	۰/۲۲
گروه پیش‌آزمون	۰/۵۲	۱	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۶۴	۰/۰۰۸
خطا	۶۱/۵۳	۲۶	۲/۳۶			

همان‌طور که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد مفروضه همگنی شیب‌ها با مقدار ۰/۲۲ $F(1,26) = P < 0.05$ در سطح $P < 0.05$ برای حافظه کاری معنی‌دار نشده است، لذا مفروضه

همگنی شیب‌های رگرسیون برای متغیر حافظه کاری محقق شده است. با توجه به یافته‌های فوق، برای بررسی فرضیه‌ی مورد نظر، از تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول (۳) نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای میانگین‌های نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های آزمایش و پلاسیبو در متغیر حافظه کاری

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	شاخص F	سطح معنی‌داری	مجذورات اتا
	پیش‌آزمون	۲۰/۶۰	۱	۲۰/۶۰	۸/۹۶	۰/۰۰۶	۰/۲۴
حافظه کاری	گروه	۱۸/۶۴	۱	۱۸/۶۴	۸/۱۱	۰/۰۰۸	۰/۲۳
	خطا	۶۲/۰۵	۲۷	۲/۲۹			

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد تفاوت نمره‌های پیش‌آزمون - پس‌آزمون دو گروه آزمایش و پلاسیبو برای متغیر حافظه کاری ($F(۱,۲۷) = ۸/۹۶$ و $P < ۰/۰۱$) معنی‌دار و میانگین نمره‌های گروه آزمایش در متغیر حافظه کاری با مقدار $F(۱,۲۷) = ۸/۱۱$ و در سطح $P < ۰/۰۱$ بیشتر از گروه پلاسیبو است. بنابراین نتایج به دست آمده حاکی از تأثیر آموزش نوروپیدبک برافزایش حافظه کاری است. به عبارتی آموزش نوروپیدبک توانسته است حافظه کاری را در دانشجویان گروه آزمایش افزایش دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده بیانگر آن است که آموزش نوروپیدبک باعث بهبود حافظه کاری می‌شود. این نتایج با نتایج به دست آمده از تحقیق ورنون و همکاران (۲۰۰۳) همسو می‌باشد. بخشی از پروتکل مورد استفاده در این تحقیق افزایش (SMR) در ناحیه (CZ) بود. در تبیین این یافته می‌توان گفت که آموزش نوروپیدبک در Cz به طور همزمان بر سه قشر حسی حرکتی، حرکتی و سینگولیت^۱ اثر می‌گذارد. قشر حسی حرکتی مرز بین لوب‌های پاریتال^۲ و فرونتال^۳ است. با توجه به آثار گسترده قشر حسی حرکتی، این

1- Cingulate
3- Frontal

2- Parietal

که پیشگامان اولیه در حوزه‌ی درمان عصبی فرایند آموزش را در طول قشر حسی حرکتی آغاز کرده‌اند، قابل فهم است. علاوه بر این، ریتی^۱ (۲۰۰۱) بیان داشته که قشر حسی حرکتی همچنین در رمزگردانی تکالیف فیزیکی و شناختی به قشر مغزی کمک می‌کند. وی اضافه می‌کند "مدارهای مغز که برای نظم دادن، توالی و زمان‌بندی یک عمل ذهنی استفاده می‌شوند همان‌هایی است که برای نظم‌دهی، توالی و زمان‌بندی یک عمل فیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یعنی این که قشر حسی حرکتی در رهبری فرایندهای فیزیکی و روانی هر دو به اشتراک عمل می‌کند. کار این قشر بیشتر از هدایت صرف کارکردهای حسی حرکتی است. بنابراین، درمان‌جوهایی که در درک توالی منطقی تکالیف شناختی مشکل دارند می‌توانند از آموزش نوروفیدبک در قشر حسی حرکتی نیمکره‌ی چپ (C3) بهره‌مند شوند.

آموزش در قشر حسی حرکتی نیمکره‌ی راست (C4) می‌تواند احساسات، هیجانات یا آرام بودن را فرا خواند. آموزش در نقطه میانی یا (Cz) پاسخی آمیخته را تسهیل می‌کند. آموزش نوروفیدبک در Cz به طور همزمان بر سه قشر حسی حرکتی، حرکتی و سینگولیت اثر می‌گذارد. در سینگولیت، سیستم‌هایی که با هیجان/احساس، توجه و حافظه‌کاری سروکار دارند، با یکدیگر به گونه‌ای تعامل نزدیک دارند که منبع انرژی اعمال بیرونی (حرکت) و اعمال درونی (استدلال، تفکر) را تشکیل می‌دهند (داماسیو^۲، ۱۹۹۴).

در تبیینی دیگر برای یافته این پژوهش می‌توان گفت که افزایش SMR در ناحیه‌ی Cz باعث فعال شدن مدار نرونی دخیل در حافظه‌کاری می‌شود. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که حافظه‌کاری مبتنی بر مداری نرونی است که حاصل تعامل بین سیستم کنترل توجه واقع در کورتکس پری فرونتال^۳ و ذخیره‌ی اطلاعات حسی در کورتکس

1- Ratey
3- Prefrontal cortex

2- Damasio

ارتباطی خلفی^۱ می‌باشد (سارسین^۲ و همکاران، ۱۹۹۸، وان استین^۳ و همکاران، ۱۹۹۹ و وان استین و سارسین، ۲۰۰۰). هرمان^۴ و دیگران، زیر چاپ (به نقل از ورنون، ۲۰۰۳) نیز نشان داده‌اند در طول تکلیف حافظه کاری معنایی افزایش در کوهرنس^۵ باند ۱۴-۱۰ بین فرونتال و مناطق خلفی دیده می‌شود. بنابراین به طور کلی می‌توان گفت افزایش موج SMR در ناحیه Cz منجر به بهبود حافظه کاری می‌شود.

از طرفی بخشی از پروتکل مورد استفاده سرکوب تتا بود، تحقیقات بیانگر این است که تتا با عملکرد ضعیف ارتباط دارد. بتی، گرینبرگ، دیبلر و اهلان (۱۹۷۴) در مطالعه‌ی خود دو گروه را مورد بررسی قرار دادند، در یک گروه تتا (۳-۷ هرتز) سرکوب شد در گروه دیگر تتا (۳-۷ هرتز) افزایش یافت. آموزش نورفیدبک در نقطه O1 و P3 صورت گرفت. نتایج بیانگر آن بود که گروه سرکوب تتا در تکلیف کشف رادار عملکرد بهتری داشتند و گروه افزایش تتا عملکرد ضعیفی داشتند.

به عبارت دیگر آموزش نوروفیدبک تأثیرات مثبتی بر عملکرد ذهنی و پردازش شناختی افراد دارد، که یافته‌های هانس مایر و همکاران (۲۰۰۵)، واتسون^۶ (۱۹۷۸)، به نقل از نوریس^۷ و کاربر^۸ (۱۹۹۹)، نوریس و کاربر (۱۹۹۹)، استرمن^۹ و همکاران (۱۹۹۴)، کرافورد^{۱۰} و همکاران (۱۹۹۵)، راسی^{۱۱} و همکاران (۱۹۹۶) و لوین^{۱۲} و همکاران (به نقل از نوریس و کاربر، ۱۹۹۹) مؤید یافته‌های این پژوهش می‌باشند.

تاریخ دریافت نسخه‌ی اولیه‌ی مقاله: ۸۸/۹/۱۷

تاریخ دریافت نسخه‌ی نهایی مقاله: ۸۹/۲/۲۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۶/۱۸

1- Posterior association cortex
3- Haarmann
5- Coherence
7- Norris
9- Serman
11- Rasey

2- Sarnthein
4- Von Stein
6- Watson
8- Currieri
10- Crawford
12- Levine

References

منابع

- اشتاین برک، مارک و سیگفرید، اتمر (۱۳۸۷). نوروفیدبک: افقی تازه به درمان کم توجهی/بیش‌فعالی. ترجمه: رضا رستمی و علی نیلوفری، تهران، انتشارات تبلور.
- زیگلر، رابرت و آلیبالی، مارتا واگنر (۱۳۸۶). تفکر کودکان، ترجمه و تلخیص کمال خرازی، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی.
- Baddeley, A.D., Hitch, G., Baddeley, A. (2001). Is Working Memory Still Working? *Paper Presented at the Meeting of the American Psychological Association, San Francisco, 1974, Working Memory, In: Bower,*
- Beatty, J., Greenberg, A., Diebler, W.P., & O'Hanlon, J.F. (1974). Operant Control of Occipital Theta Rhythm Affects Performance in A Radar Monitoring Task, *Science, 183(4127), 871-873.*
- Berner, M. Schabus, T. Wienerroither, and W. Klimesch, The Significance of Sigma Neurofeedback Training on Sleep Spindles and Aspects of Declarative Memory, *Applied Psychophysiology and Biofeedback, Vol. 31, No. 2, June 2006 (C-2006).*
- Crawford, H.J., Kenebel, T.F., Vendemia, J.M., Kaplan, L., & Ratcliff, B. (1995). EEG Activation Patterns During Tracking and Decision-making Tasks, Differences between Low and High Sustained Attention Adults, *Presented at the Eighth International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH.*
- Damasio A.A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain.* New York: Quill.
- Demos, N. John (2005). *Getting Started with Neurofeedback,* W.W. Norton & Company, New York.
- Egner, T., Gruzelier, J.H., (2001). Learned Self-regulation of EEG Frequency Components Affects Attention and Event-Related Brain Potentials in Humans, *Neuroreport 12, 4155-4159*

- Egner, T., & Gruzelier, J.H. (2004). EEG Biofeedback of Low Beta Components, Frequency-specific Effects on Variables of Attention and Event-related Brain Potentials, *Clinical Neurophysiology*, 115, 131-139.
- Hanslmayr, S., Sauseng, P., Doppelmayr, M., Schabus, M., & Klimesch, W. (2005). Increasing Individual Upperalpha Power by Neurofeedback Improves Cognitive Performance in Human Subjects, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(1), 1-10.
- Howe, R.C., Sterman, M.B., (1972). Cortical-subcortical EEG Correlates of Suppressed Motor Behavior during Sleep and Waking in the Cat, *Electroencephalography, Clin, Neurophysiology*, 32, 681-695.
- Mann, C., Lubar, J., Zimmerman, A., Miller, C., and R. Muenchen. R. (1992). Quantitative analysis of EEG in boys with Attention-deficit/hyperactivity Disorder: A Controlled Study with Clinical Implication, *Pediatric Neurology*, 8,30-36.
- Norris, S.L., & Currier, M. (1999). *Performance Enhancement Training Through Neurofeedback, Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*, Academic press.
- Nyberg, L., Forkstam, C., Petersson, K.M., Cabeza, R., & Ingvar, M. (2002). Brain Imaging of Human Memory System Differences, *Brain Research: Cognitive Brain Research*, 13, 281-292.
- Rasey, H., Lubar, J.F., Mc Intyre, A., Zuffuto, A., & Abbot, P.L. (1996). EEG Biofeedback for the Enhancement of Attentional Processing in Normal College Students, *J. Neurother* 21-15 (31).
- Ratay, J.J. (2001). *A User's Guide to the Brain: Perception, Attention and the Four Theaters of the Brain*, New York: Vintage.
- Rockstroh, B., Elbert, T., Birbaumer, N., Wolf, P., Ducting-Roth, A., Reker, M., et al. (1993). Cortical Selfregulation in Patients with Epilepsies, *Epilepsy*, 14, 63-72.
- Sarnthein, J., Petsche, H., Rappelsberger, P., Shaw, G.L., Von Stein, A., (1998). Synchronization between Prefrontal and Posterior Association Cortex during Human Working Memory, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 7092-7096.

- Sterman, M.B., Mann, C.A., Kaiser, D.A., & Suyenobu, B.Y., & Brandall, Y. (1994). Multiband topographic EEG analysis of Simulated Visuomotor Aviation Task, *Int. J. Psychophysiol*, 16, 49-56.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., et al. (2003). The Effect of Training Distinct Neurofeedback Protocols on Aspects of Cognitive Performance, *International Journal of Psychophysiology*, 47, 75-85.
- Vernon, D., Frick, A., & Gruzelier, J.H. (2004). Neurofeedback as a Treatment for ADHD: a Methodological Review with Implications for Future Research, *Journal of Neurother*, 8, 53-82.
- Von Stein, A., Rappelsberger, P., Sarnthein, J., Petsche, H., (1999). Synchronization between Temporal and Parietal Cortex during Multimodal Object Processing in Man, *Cereb. Cortex* 9, 137-150.
- Von Stein, A., Sarnthein, J., (2000). Different Frequencies for Different Scales of Cortical Integration from Local Gamma to Long Range Alpha/Theta Synchronisation. *Int. J. Psychophysiol*. 38, 301-313.
- Watson, C.G., Herder, J., & Passini, F.T. (1978). Alpha Biofeedback Therapy in Alcoholics: An 18-month Follow-up. *J. Clin. Psychol*. 34, 765-769.

