Archive of SID
Published Online: 2016.August.30

Research Article

Effectiveness of Neurofeedback Training on Reading Performance and Working Memory in Students with Dyslexia

Amir Sabaghi[1], Mahdi Rezaee[2*], Navid Mirzakhani[3], Ashkan Irani[4], Seyyed Mahdi Tabatabaee[5]

1. Student Research Committee, MSc Student in Occupational Therapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran
2. PhD in Occupational Therapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran
3. MSc in Occupational Therapy, School of Rehabilitation, Shahid BeheshtiUniversity of Medical Science, Tehran, Iran
4. Phd Student in Neuroscience, Department of Occupational Therapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5. MSc in Biostatistics, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

Received: 2016.March.18 Revised: 2016. August.14 Accepted: 2016.August.14

ABSTRACT

Background and Aim: Reading disorder is one of the neurocognitive problems that causes academic, psycho-cognitive problems for students suffering from this problem. Neurofeedback is one of the therapeutic techniques in the field of reading disorder for normalizing brain waves. The aim of the present study was to investigate the effectiveness of neurofeedback training on reading performance and working memory of the students with dyslexia.

Materials and Methods: The design used in the current study was quasi-experimental design including pretest-posttest and a control group. Using available sampling method, 36 students with reading disorders were selected from among all students with dyslexia in Torbat Heydarieh city in 1394-95 academic year, divided into two parallel (age, gender, intelligence) groups of control and experimental with 18 students in each group. In the pretest and posttest, the Wechsler memory and Nema tests were used. Also, in addition to the academic teaching, as a part of routine practice of in the disability centers, the experimental group received 20 sessions of therapeutic; training neurofeedback for four sessions (each session lasted for 40 minutes). In addition to receiving the academic training of dyslexia, the control group received 20 sessions of sham therapeutic training neurofeedback, four sessions a week, each session lasting for 40 minutes. To analyze the results, a variable analysis of covariance (working memory) and multivariable analysis of covariance (reading performance) were used.

Results: The findings showed that neurofeedback training improved the working memory ($p<0.0001$) and all the components of reading performance ($p<0.0001$) except for testing issue marks ($p>0.05$) and naming images components ($p>0.05$) in students.

Conclusion: Based on the findings of the current study, it is suggested that this therapeutic method be used along with other therapeutic methods.

Keywords: Dyslexia; Working memory; Neurofeedback

Cite this article as: Amir Sabaghi, Mahdi Rezaee, Navid Mirzakhani, Ashkan Irani, Seyyed Mahdi Tabatabai. Effectiveness of Neurofeedback Training on Reading Performanceand Working Memory in Students with Dyslexia. J Rehab Med. 2017; 6(3): 11-20.

*** Corresponding author**: Mahdi Rezaee. PhD in Occupational Therapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran
E-mail: arezaee2003@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد خواندن و حافظه فعال دانش‌آموزان مبتلا به اختلال خواندن

امیرصباغی[1]، مهدی رضائی*[2]، نوید میرزاخانی[3]، اشکان ایرانی[4]، سید مهدی طباطبایی[5]

۱. کمیته پژوهشی دانشجویان. دانشجوی کارشناسی ارشد کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. کارشناس ارشد کاردرمانی، عضو هیئت علمی گروه کاردرمانی. دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. دانشجوی دکترای نوروساینس، عضو کادر اموزشی گروه آموزشی کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۵. کارشناس ارشد آمار زیستی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۱/۳۰ بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۲٤ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۲۵ *

چکیده

مقدمه و اهداف

اختلالات خواندن یکی از مشکلات عصب-شناختی است که سبب بروز مشکلات تحصیلی، روان‌شناختی برای دانش‌آموزان مبتلا می‌شود. یکی از تکنیک‌های درمانی در حوزه اختلال یادگیری ویژه خواندن جهت نرمال‌سازی امواج مغزی این کودکان، روش نوروفیدبک است. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد خواندن و حافظه فعال دانش آموزان مبتلا به اختلال خواندن است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به روش نیمه‌آزمایشی به‌صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل انجام شد. با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس از کلیه دانش‌آموزان مبتلا به اختلال خواندن شهرستان تربت‌حیدریه در سال تحصیلی ۹۵-۱۳۹۴ تعداد ۳۶ دانش‌آموز مبتلا به اختلال یادگیری نوع خواندن انتخاب که به دو گروه همتای ۱۸ نفره- ی (سن، جنس، هوش بهر) آزمایش و کنترل تقسیم شدند. در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون‌های نما و حافظه فعال وکسلر استفاده شد. دانش‌آموزان گروه مداخله در کنار آموزش تحصیلی که جزء کارهای روتین مراکز اختلالات بود، ۲۰ جلسه آموزش نوروفیدبک در بازه‌ی زمانی ۴۰ دقیقه‌ای به‌صورت ۴ جلسه در هفته دریافت کردند. گروه کنترل نیز علاوه بر روش آموزش تحصیلی کودکان نارساخوان، ۲۰ جلسه ۴۰ دقیقه‌ای که به‌صورت چهار روز در هفته انجام شد، آموزش نوروفیدبک غیرواقعی را دریافت کردند. برای تجزیه و تحلیل نتایج از آزمون آماری تحلیل کوواریانس یک متغیره (حافظه فعال) و تحلیل کوواریانس چندمتغیره (عملکرد خواندن) استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد برنامه آموزش نوروفیدبک سبب ارتقاء حافظه فعال ($p<۰/۰۰۰۱$) و تمامی مؤلفه‌های عملکرد خواندن ($p<۰/۰۰۰۱$) به‌جز مؤلفه آزمون نشانه‌های مقوله ($p>۰/۰۵$) و نامیدن تصاویر ($p>۰/۰۵$) درس دانش آموزان در گروه آزمایش شده است.

نتیجه‌گیری

بنابراین استفاده از این روش در درمان افراد مبتلا به اختلال خواندن در کنار سایر روش‌های درمانی پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی

اختلال خواندن؛ حافظه فعال؛ نوروفیدبک

نویسنده مسئول: دکتر مهدی رضائی. استادیار گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
آدرس الکترونیکی: arezaee2003@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID
Published Online: 2016.August.30

مقدمه و اهداف

امروزه مهارت یافتن در خواندن، از اصلی‌ترین عوامل رشد انسان به شمار می‌رود[۱]. خواندن یکی از مهارت‌های اساسی است که ما را در دریافت و درک اطلاعات و مفاهیم جدید یاری می‌دهد و به‌عنوان اساسی‌ترین ابزار یادگیری دانش‌آموزان شناخته می شود[۲]. با این‌حال، یکی از شایع‌ترین انواع اختلال یادگیری، اختلال در خواندن یا نارساخوانی است [۳] .

انجمن بین‌المللی نارساخوانی این اختلال را به‌صورت ناتوانی خاص یادگیری که مبنای عصب‌شناختی و نورولوژیک دارد، دانسته است به‌گونه‌ای که این نقص در دقت و سرعت بازشناسی کلمه، هجی کردن و برقراری رابطه سریع واج‌نویسه، تاثیر منفی می‌گذارد.[۴] بررسی‌ها نشان داده است که حدود ۵ تا ۱۰ درصد دانش آموزان، به‌ویژه پسران، دارای اختلال خواندن هستند[۵، ۶]. همچنین صداقتی، فروغی، شفیعی و مرآتی (۱۳۸۹) بیان کردند که در اصفهان میزان شیوع اختلال خواندن برابر با ۱۰ درصد است[۷]. خواندن محصول توانایی‌های شناختی، زبانی، دانش قبلی و کسب مهارت در توانایی‌های خاص خواندن می‌باشد[۸]. اکثر دانش آموزان، مقدمات مهارت‌های اساسی را در دبستان می‌آموزند، اما برخی از آنها به رغم بهره هوشی طبیعی، قادر به خواندن صحیح نیستند[۹].

خصوصیت عمده‌ی اختلال خواندن، عملکرد آشکارا و ضعیف در مهارت‌های خواندن است که پایین‌تر از هوش فرد است.[۱۰] این اختلال اغلب به شکل حذف یا اضافه کردن کلمات، مخلوط کردن، اشتباه در تلفظ حروف بدون صدا (مانند ف-ک-گ) و تحریف واژه‌ها مشخص می شود[۱۱].

یکی از الگوها در تبیین خواندن ضعیف، حافظه فعال است[۱۲]. فرآیند مربوط به حافظه فعال در کودکان دارای ناتوانی خواندن یکی از مهم‌ترین عرصه‌های تحقیقات شناختی در ۳۰ سال گذشته است. حافظه فعال یک منبع پردازشی با ظرفیت محدود است که شامل نگهداری اطلاعات در حین پردازش اطلاعات زودگذر است[۱۳]. حافظه فعال تنها می‌تواند مقدار محدودی اطلاعات را نگهداری کند، اما افراد نارساخوان در به خاطر سپردن همین تعداد محدود نیز مشکل دارند[۱۴]. در حقیقت حافظه فعال نقش مهمی در هماهنگ کردن همه فرآیندهای نوشتن از قبیل هدف‌گذاری، تولید ایده‌ها، برنامه‌ریزی برای کلمات، جملات و ساختار متن ایفا می‌کند[۱۵]. به همین جهت، نقایص حافظه فعال به عنوان یکی از عوامل سبب‌شناسی در ناتوانی‌های یادگیری مطرح شده است[۱۶]. نتایج مطالعات حکایت از آن دارند که کودکان با ناتوانی‌های یادگیری ریاضی، خواندن و نوشتن در تمامی مؤلفه‌های حافظه فعال نقایصی را از خود نشان می‌دهند.[۱۷، ۱۸] اما خوشبختانه پژوهش‌های متعددی نیز تاثیر مثبت آموزش بر بهبود حافظه فعال و در نتیجه بهبود خواندن را گزارش کرده‌اند[۱۹-۲۳] که یکی از این تکنیک ها نوروفیدبک است که به‌عنوان ابزار مناسبی برای بهبود فرآیندهای شناختی مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۲۴] نوروفیدبک به شکلی از شرطی‌سازی فعال فعالیت الکتریکی مغز اشاره دارد که در آن به فعالیت مطلوب مغز پاداش داده می شود واز فعالیت نامطلوب مغز بازداری می شود.[۴۳] امواج مغزی بر حسب بسامد به چهار دسته متفاوت تقسیم بندی می‌شوند. این چهار دسته از بلندترین و سریعترین عبارتند از؛ دلتا (۱ تا ۳ هرتز)، تتا (۴ تا ۷ هرتز)، آلفا (۸ تا ۱۳ هرتز) و بتا (۱۴ تا ۳۰ هرتز). امواج دلتا زمانی دیده می شود که فرد در خواب عمیق است و تتا در زمانی که فرد در حالت خواب نسبتاً سبک-تری است، دیده می شود. 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.[۴۴] آموزش نوروفیدبک، اثرات درمانی خود را برای درمان انواع اختلالات عصب‌شناختی و روان‌شناختی نشان داده است.[۲۵] رابطه بین عملکرد حافظه و فعالیت آلفا الکتروآنسفالوگرام طی دو دهه اخیر در چندین مطالعه و تحقیق گزارش‌شده است.[۲۶-۲۸] نوروفیدبک با نرمال‌سازی طیف فرکانس (EEG) ممکن است تنظیم درازمدت سطوح تحریک و برانگیختگی در شبکه‌های مغزی و تالاموسی مغز را تسهیل نماید.[۲۹] تحقیقات اخیر نشان داده است که جلسات نوروفیدبک نه‌تنها باعث کنترل امواج (EEG) می‌شوند؛ بلکه بهبود پردازش توجه و حافظه را از لحاظ رفتاری به همراه دارد.[۳۰] بر طبق مشاهدات، عملکرد حافظه دارای رابطه مثبت با باند استراحت (باند آلفا) می‌باشد.[۲۷] قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود که با هدف بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه فعال انجام شده است، نشان دادند که آموزش نوروفیدبک تاثیر معناداری بر حافظه فعال دارد.[۲۴] خانجانی و مهدویان (۱۳۹۱) نیز در پژوهشی به بررسی اثربخشی روش درمانی نوروفیدبک بر درمان اختلال نارساخوانی پرداختند و نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک سبب بهبود مهارت‌های خواندن می شود.[۳۱]

نوری‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) هم در پژوهش خود به مطالعه اثربخشی نوروفیدبک بر اختلال یادگیری همراه با اختلال نقص توجه/بیش‌فعالی پرداختند که نتایج مطالعه آنها نشان داد نوروفیدبک بر اختلال یادگیری این گروه از دانش آموزان موثر نبوده، اما بر بیش فعالی آنها موثر بوده

www.SID.ir

Archive of SID

است.[۳۲] پژوهش اورکی و همکاران (۱۳۹۳) نیز که با هدف بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر بهبود حافظه فعال کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه انجام شده است، نشان داد که آموزش نوروفیدبک موجب بهبود عملکرد حافظه فعال در کودکان مبتلا به اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه می شود و افزایش دامنه نسبی در باند آلفا باعث بهبود حافظه فعال می‌گردد.[۳۳] با توجه به نکات فوق و اهمیت موضوع، مطالعه و آگاهی در مورد عوامل مؤثر بر خواندن و راه‌های بهبود عملکرد خواندن دانش آموزان نارساخوان ضروری به نظرمی-رسد تا برای درمان وافزایش سطح بهداشت روانی مدارس و دانش آموزان و نیز افزایش بهبود عملکرد تحصیلی این گروه از دانش آموزان اقدامات لازم انجام شود. با مرور ادبیات پژوهشی در زمینه تاثیر اثر نوروفیدبک بر عملکرد خواندن و حافظه فعال بیشتر مطالعات از روش تحقیق تک آزمودنی که جزء روش های تحقیقی ضعیف محسوب می شود و قابلیت تعمیم پایینی دارد، استفاده کرده‌اند. همچنین مطالعه‌ای که مستقیماً به بررسی اثربخشی روش نوروفیدبک بر حافظه فعال کودکان مبتلا به اختلال یادگیری ویژه خواندن پرداخته باشد، یافت نشد. از آنجایی که درمان اختلالات یادگیری از اهمیت خاصی برخوردار است و نوروفیدبک یکی از روش هایی است که تاثیر درمانی آن به طور کامل به اثبات نرسیده است و در مقالات بیان شده که بر توجه و تمرکز تاثیرگذار است. لذا بر آن شدیم جهت رفع مشکلات مرتبط با روش مطالعات پیشین و بررسی اثر نوروفیدبک بر حافظه فعال دانش آموزان مبتلا به اختلال یادگیری ویژه خواندن، پژوهش حاضر را با هدف بررسی اثر نوروفیدبک بر عملکرد خواندن و حافظه فعال در این دانش آموزان انجام دهیم.

مواد و روش‌ها

معیارهای ورود در مطالعه حاضر عبارت بودند از تشخیص اختلال نارساخوان توسط مراکز اختلالات یادگیری، سن ۷ تا ۱۲ سال، بهره‌ی هوشی بالای ۸۰ بر اساس پرونده‌های دانش آموزان و عدم مصرف ریتالین بود. معیارهای خروج عبارت بودند از وجود اختلالات نورولوژیکال، تشخیص اختلال بیش‌فعالی یا نقص توجه یا سایر اختلالات روان‌پزشکی، اختلالات بینایی و شنوایی بارز، حضور و مشارکت در تحقیقات مشابه در سه ماه گذشته، عدم همکاری کودک حین ارزیابی و درمان.روش پژوهش نیمه‌تجربی به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل و مداخله می‌باشد. در مطالعه حاضر با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس از کلیه دانش‌آموزان مبتلا به اختلال خواندن شهرستان تربت‌حیدریه که در سال تحصیلی ۱۳۹۵-۹۴ به مراکز اختلال یادگیری مراجعه کرده بودند، تعداد ۳۶ دانش‌آموز مبتلا به اختلال یادگیری نوع خواندن انتخاب که به دو گروه همتای ۱۸ نفره‌ی (سن، جنس، هوش بهر) آزمایش و کنترل تقسیم شدند. در مرحله اول هر دو گروه بر اساس آزمون نما و حافظه فعال وکسلر به عنوان مورد پیش‌آزمون اندازه‌گیری و مقایسه شدند. سپس دانش آموزان گروه مداخله در کنار آموزش تحصیلی که جزء کارهای روتین مراکز اختلالات می‌باشد، ۲۰ جلسه آموزش نوروفیدبک در بازه‌ی زمانی ۴۰ دقیقه را به‌صورت ۴ جلسه در هفته دریافت کردند و بر روی گروه کنترل علاوه بر روش آموزش تحصیلی کودکان نارساخوان به مدت ۴۰ دقیقه طی ۲۰ جلسه که چهار روز در هفته انجام شد، آموزش نوروفیدبک غیر واقعی را دریافت کردند. سپس بعد از پایان مطالعه مجدداً از افراد، آزمون نما و خرده آزمون حافظه فعال وکسلر به عنوان پس‌آزمون استفاده شد و نتایج حاصل در هر گروه و نیز بین دو گروه مقایسه شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از آزمون آماری تحلیل کوواریانس یک متغیره (حافظه فعال) و تحلیل کوواریانس چندمتغیره (عملکرد خواندن) استفاده شد.

از کلیه والدین کودکان شرکت‌کننده در پروژه رضایت‌نامه کتبی اخذ گردیده و والدین کودکان شرکت‌کننده در پژوهش از اهداف و شرایط پژوهش آگاه شدند. اطلاعات شخصی افراد در پژوهش حاضر به صورت محرمانه حفظ گردید.

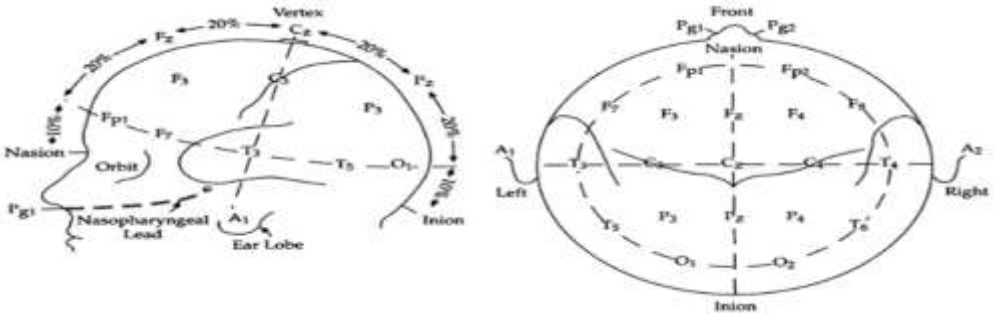
در مطالعه حاضر از پرسش نامه اطلاعات دموگرافیک به منظور جمع‌آوری اطلاعات اولیه مطالعه شامل سن، جنس، سطح سوادآموزی و ویژگی چندزبانه یا تک‌زبانه بودن استفاده شد. در مورد دستگاه نوروفیدبک مورد استفاده در مطالعه حاضر این مدل به کار گرفته‌شده در پژوهش حاضر ProcompInfinitiTM می باشد که ۸ کاناله بوده و بعد از نصب نرم‌افزار BioGraph به کمک سیستم رایانه‌ای قابل اجرا می‌باشد. این دستگاه از الکترودهایی که به بدن وصل می‌شود، استفاده می‌کند تا به افراد اطلاعاتی درباره‌ی برخی از کارکردهای زیست‌شناختی بدنشان ارائه کند.[۳۴] طرز کار دستگاه به این ترتیب است که الکترود یا الکترودهایی بر اساس پروتکل درمانی منطبق با مشکل فرد و بر اساس نظام بین-المللی ۱۰-۲۰[1] (شکل ۱) روی پوست سر و لاله(های) گوش توسط چسب مخصوص چسبانده می شود. سپس با کمک تجهیزات رایانه‌ای و بر اساس دامنه[2] امواج مغزی فرد (که به میکروولت سنجیده می شود)، یک فیدبک دیداری یا شنیداری (معمولاً در قالب یک بازی و یا صوت

[1] International 10-20 System
[2] Amplitude

www.SID.ir

Archive of SID

رایانه‌ای) به فرد ارائه می شود. فرد طی مراحل بالاتر درمی‌یابد که می‌تواند با استفاده از امواج مغزی‌اش، این فیدبک‌ها را کنترل و تنظیم کند. تدوام این فرآیند باعث بروز تغییراتی در وضعیت امواج مغزی و بهبود ناهنجاری‌های آنها می شود. این دستگاه در پژوهش حاضر جهت سنجش امواج مغزی و اجرای پروتکل درمانی به کار برده شد.[۴۳]



تصویر ۱: نظام بین‌المللی ۱۰-۲۰ (اقتباس از دمس، ۲۰۰۵)

فرآیند آموزش نوروفیدبک در پژوهش حاضر برای درمان با استفاده از روش درمانی نوروفیدبک در کودکان نارساخوان از دو پروتکل درمانی استفاده شد. پروتکل اول آموزش باند آلفا (۱۲-۸ هرتز) در ناحیه FCZ و پروتکل دوم در نواحی C3 و C4 پروتکل SMR اجرا شد و در این پروتکل بتای SMR ۱۲ تا ۱۵ هرتز تقویت شد و تتای ۴ تا ۷هرتز و های بتای ۲۲ تا ۳۰ هرتز را سرکوب شد و این دو پروتکل در تمامی بیست جلسه آموزش تکرار شد[۳۱].

آزمودنی در اتاقی ساکت در شهرستان تربت‌حیدریه، مرکز کاردرمانی (ولی عصر) در روی یک صندلی راحت جلوی مانیتور نشست و آزمونگر لاله دو گوش و نقاط C4، C3 و CZ را با استفاده از الکل تمیز کرده و ژل نیوپرپ را جهت اتصال بهتر الکترود به سطح پوست برای گرفتن امواج دقیق‌تر استفاده کرد.از مونتاژ یک قطبی برای اجرای پروتکل باند آلفا استفاده شد؛ برای این منظور الکترود رفرنس (الکترود زرد رنگ) به گوش چپ و الکترود گراند (الکترود سیاه) به گوش راست و الکترود اکتیو به نقطه FCZ متصل شد. این پروتکل در هر جلسه به مدت ۲۰ دقیقه اجرا شد.

۲۰ دقیقه بعدی به آموزش پروتکل SMR پرداخته شد. در این پروتکل از مونتاژ دو قطبی استفاده شد که الکترود اکتیو زرد رنگ را روی C3 و آبی را روی C4 و الکترود رفرنس بر روی گوش چپ نصب شد. در این پروتکل امواج تتای ۴ تا ۷ هرتز و امواج بتای ۲۲ تا ۳۰ هرتز سرکوب شد و امواج SMR ۱۲ تا ۱۵ هرتز تقویت شد.[۳۱] دامنه فیلتر در حالت چشم باز روی ۳۰ و در حالت چشم بسته روی ۳۵ هرتز تنظیم شد.

همچنین جهت بررسی عملکرد خواندن از آزمون خواندن (نما) و حافظه فعال از آزمون حافظه فعال وکسلر استفاده شد.

آزمون خواندن و نارساخوانی (نما): به منظور اندازه‌گیری سطح توانایی خواندن و تشخیص دانش آموزان نارساخوان، آزمون خواندن و نارساخوانی که توسط کرمی نوری و مرادی (۱۳۸۱) ساخته و هنجاریابی شده است، مورد استفاده قرار گرفت. هدف این آزمون بررسی میزان توانایی خواندن دانش آموزان عادی دختر و پسر در دوره دبستان با ویژگی‌های دو زبانی و یک زبانی و تشخیص کودکان دارای مشکلات خواندن و نارساخوانی می‌باشد. خرده آزمون‌های این آزمون شامل ۱۰ خرده آزمون می‌باشد. پس از اجرای خرده آزمون‌ها با مراجعه به پاسخ‌نامه پاسخ‌های درست آزمودنی در هر خرده آزمون مشخص و نمره خام وی محاسبه شد. نمرات خام را در پاسخ‌نامه وهمچنین در برگه خلاصه وضعیت خواندن آزمودنی در مقابل خرده آزمون یادداشت شد. با مراجعه به جداول مربوط به هر خرده آزمون در هر پایه، نمرات تراز شده محاسبه شد. نیمرخ (پروفایل)آزمودنی در آزمون ترسیم شد. در پایان نتایج تفسیر شده و گزارش در برگه مخصوص ثبت گردید. پایایی آزمون حاضر با استفاده از روش آلفای کرونباخ محاسبه شد که مقادیر آن برای خرده آزمون‌های مختلف بین ۴۳٪ تا ۹۸٪ به دست آمد.[۳۴]

آزمون حافظه فعال وکسلر (فراخنای ارقام): این آزمون جهت سنجش حافظه کوتاه مدت با اندازه‌گیری حافظه طوطی‌وار، دقت و جابجایی الگوهای تفکر است. ارقام مستقیم برای حافظه طوطی وار و ارقام معکوس توانایی تمرکز، صبر و انعطاف‌پذیری را می‌سنجد (مارنات، ۱۳۹۰). این خرده آزمون در ۲ مرحله استفاده شد، در این مرحله آزمودنی می‌بایست اعدادی را که می‌شنید به خاطر سپرده و با اتمام هر ردیف، اعداد مورد نظر را به همان ترتیب بازگو کند. در مرحله دوم، اعداد باز به هم به صورت شنیداری، اما معکوس ارائه شد. پایایی خرده آزمون‌های

www.SID.ir

Archive of SID

حافظه وکسلر هم با روش دو نیمه کردن و هم با بازآزمایی برای آزمون های فرعی محاسبه شده است که حاکی از پایایی مناسب داشت.[۳۷] تحلیل‌ها و استخراج نتایج به کمک نرم‌افزارSPSS 18 و تحلیل کوواریانس و مانکوا استفاده شد.(بهتر است این قسمت آخر این بخش آورده شود.)

یافته‌ها

نمونه مطالعه حاضر شامل ۳۶ دانش‌آموز مبتلا به اختلال خواندن که به دو گروه همتای (سن، جنس، هوش بهر) ۱۸ نفره آزمایش (۱۰ پسر و ۸ دختر) و کنرل (۱۱ پسر و ۷ دختر) تقسیم شدند.

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف استاندارد دوبار اندازه‌گیری (پیش‌آزمون-پس‌آزمون) حافظه فعال در گروه‌های آزمایش و کنترل قابل ملاحظه است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد دوبار اندازه‌گیری (پیش‌آزمون-پس‌آزمون) حافظه فعال در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
حافظه فعال	آزمایش	۷/۹۲	۱/۲۵	۱۰/۷۶	۱/۴۸
	کنترل	۷/۴۶	۱/۵۰	۸/۳۸	۱/۹۳

جدول شماره ۲ میانگین و انحراف استاندارد دوبار اندازه‌گیری (پیش‌آزمون-پس‌آزمون) مؤلفه‌های خواندن در گروه‌های آزمایش و کنترل قابل مشاهده است.

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد دوبار اندازه‌گیری (پیش‌آزمون-پس‌آزمون) مؤلفه‌های خواندن در گروه‌های آزمایش و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
خواندن کلمات	آزمایش	۲۱/۰۰	۲/۲۳	۳۳/۰۰	۲/۵۴
	کنترل	۱۹/۰۰	۱/۵۲	۱۹/۴۶	۲/۳۶
زنجیره کلمات	آزمایش	۱۰/۸۴	۱/۵۱	۱۷/۶۱	۱/۸۰
	کنترل	۱۱/۰۷	۱/۲۵	۱۰/۵۳	۱/۶۱
آزمون قافیه	آزمایش	۸/۴۶	۱/۶۶	۱۳/۰۷	۲/۲۵
	کنترل	۹/۰۰	۱/۵۲	۶/۸۴	۱/۲۱
نامیدن تصاویر	آزمایش	۳۷/۳۸	۱/۸۵	۳۸/۲۳	۲/۵۵
	کنترل	۳۸/۰۰	۰/۰۱۱	۳۷/۳۸	۱/۸۵
درک متن	آزمایش	۱۰/۱۵	۱/۶۷	۱۷/۶۱	۱/۱۹
	کنترل	۱۰/۳۸	۱/۶۶	۱۱/۵۳	۱/۷۶
درک کلمات	آزمایش	۱۱/۶۱	۱/۱۹	۱۶/۶۱	۱/۹۲
	کنترل	۱۱/۲۳	۱/۱۶	۹/۸۴	۱/۷۷
حذف آواها	آزمایش	۸/۵۳	۱/۱۲	۱۸/۵۳	۱/۱۲
	کنترل	۸/۲۳	۱/۰۹	۸/۶۱	۱/۷۵
خواندن ناکلمات و شبه کلمات	آزمایش	۸/۸۴	۱/۹۵	۱۸/۳۸	۱/۰۴
	کنترل	۸/۶۱	۱/۴۴	۱۰/۴۶	۲/۰۶
آزمون نشانه‌های حرف	آزمایش	۲۰/۴۶	۱/۱۲	۲۱/۸۴	۱/۶۷
	کنترل	۱۸/۸۴	۱/۱۴	۱۶/۶۱	۱/۶۶
آزمون نشانه‌های مقوله‌ای	آزمایش	۴۱/۱۵	۲/۵۷	۴۱/۶۱	۲/۲۵
	کنترل	۳۹/۶۹	۲/۲۱	۳۸/۷۶	۱/۵۸

www.SID.ir

برای بررسی اثربخشی نوروفیدبک بر حافظه فعال نیز از روش تحلیل کوواریانس یک متغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ مشاهده می شود.

در جدول شماره ۳ نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس یک متغیره جهت نمرات پس‌آزمون حافظه فعال در دو گروه آزمایش و کنترل قابل مشاهده است.

جدول ۳: نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس یک متغیره جهت نمرات پس‌آزمون حافظه فعال در دو گروه آزمایش و کنترل

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	Df	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
پیش‌آزمون	۴۰/۹۲	۱	۴۰/۹۲	۳۰/۹۰	۰/۰۰۰	۰/۵۷
گروه	۲۳/۹۹	۱	۲۳/۹۹	۱۸/۱۲	۰/۰۰۰	۰/۴۴۱
خطا	۳۰/۴۵	۳۴	۱/۳۲			

تحلیل داده‌های مربوط به حافظه فعال با استفاده از تحلیل کوواریانس تک‌متغیری نشان داد که در کل مداخله مورد نظر بر گروه آزمایش ($p<۰/۰۰۰۱$ و $F=۱۸/۱۲$) معنادار است.

در ادامه به‌منظور بررسی اثربخشی نورفیدبک بر عملکرد خواندن از روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ٤: یافته‌های مانکووا برای مقایسه میانگین‌های نمره پس‌آزمون در خرده مقیاس‌های عملکرد خواندن پس از کنترل پیش‌آزمون

منبع تغییرات	متغیر	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور اتا
گروه	خواندن کلمات	۷۹/۴۸	۱	۷۹/۴۸	۴۷/۳۰	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۲
	زنجیره کلمات	۴۴/۳۰	۱	۴۴/۳۰	۳۳/۸۹	۰/۰۰۰۱	۰/۷۰۸
	آزمون قافیه	۲۹/۹۳	۱	۲۹/۹۳	۴۷/۸۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷۴
	نامیدن تصاویر	۲/۰۵	۱	۲/۰۵	۰/۵۸۵	۰/۴۵	۰/۰۴
	درک متن	۱۹/۲۵	۱	۱۹/۲۵	۱۱/۷۶	۰/۰۰۴	۰/۴۵۷
	درک کلمات	۳۷/۱۴	۱	۳۷/۱۴	۲۷/۴۸	۰/۰۰۰۱	۰/۶۶۳
	حذف آواها	۳۸/۲۱	۱	۳۸/۲۱	۲۱/۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۶۰۱
	خواندن ناکلمات و شبه کلمات	۴۷/۱۴	۱	۴۷/۱۴	۱۷/۳۹	۰/۰۰۱	۰/۵۵۴
	آزمون نشانه‌های حرف	۸/۷۸	۱	۸/۷۸	۴/۸۰	۰/۰۴۶	۰/۲۵۵
	آزمون نشانه‌های مقوله‌ای	۰/۲۴۴	۱	۰/۲۴۴	۰/۲۶۹	۰/۶۱۲	۰/۰۱۹

همان‌طور که در جدول بالا مشاهده می شود، تحلیل مانکووا (با کنترل نمره‌های پیش‌آزمون) نشان داد برنامه آموزش نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون بر میانگین تمامی مؤلفه‌های عملکرد خواندن به‌جز مؤلفه آزمون نشانه‌های مقوله‌ای و نامیدن تصاویر اثر داشته است. به‌طوری‌که بر مؤلفه خواندن کلمات ۷۲ درصد، زنجیره کلمات ۷۰ درصد، آزمون قافیه ۷۷ درصد، درک متن ۴۵ درصد، درک کلمات ۶۶ درصد، حذف آواها ۶۰ درصد، خواندن ناکلمات و شبه کلمات ۵۵ درصد و آزمون نشانه‌های حرف ۲۵ درصد تأثیر داشته است.

بحث

نتایج پژوهش حاضر در مورد اثربخشی نوروفیدبک بر عملکرد خواندن دانش‌آموزان مبتلا به اختلال یادگیری نشان داد که برنامه آموزش نوروفیدبک در مرحله پس‌آزمون بر میانگین تمامی مؤلفه‌های عملکرد خواندن به‌جز مؤلفه آزمون نشانه‌های مقوله‌ای و نامیدن تصاویر تأثیر مثبت و معنادار داشته است. این یافته با یافته‌های پژوهش پیشین همچون والکر و نورمن (۲۰۰۶)، مارینوس و همکاران (۲۰۱۰) و فرناندز و همکاران (۲۰۰۷) که در این زمینه انجام شده‌اند، همسو می‌باشد.[۳۵-۳۷] روشن‌شده است که نسبت تتا/آلفا یک مقیاس مفید برای مشخص کردن نابهنجاری‌های EEG در کودکان است.[۴۲] پژوهشگران زیادی همچون فرناندز و همکاران نشان داده‌اند که الگوی EEG کودکان LD با بالا

www.SID.ir

Archive of SID

بردن فعالیت امواج آهسته مغزی مشخص می‌شوند. این کودکان با تتای بالا و آلفای پایین‌تر نسبت به کودکان بهنجارهم‌جنس خود مشخص می‌گردند.[۳۵] تعامل بین امواج آلفا و تتا مطالعات انجام شده بر روی امواج آلفا و تتا در گروه‌های دارای آموزش ضعیف، ناتوانی‌های خواندن و نوشتن و دمانس از این نظر حمایت می‌کنند، به این معنا که توانمندی‌های نورولوژیک گوناگون با سطوح بالای توان تتا و دلتا و توان پایین آلفا مرتبط بوده است. در پژوهش حاضر از پروتکل آموزش تتا/آلفا در نقاط CZ برای پیشرفت آزمودنی‌ها استفاده شد. دلیل منطقی برای درمان به کار برده شده بر اساس این موارد است: الف) در مقایسه با EEG کودکان عادی یکسان از لحاظ سنی بیشترین میزان یا فرکانس نابهنجاری EEG مشاهده شده در کودکان LD فزونی فعالیت تتا است.[۳۸] ب) حداقل میزانی از فعالیت آلفا در حال سکوت جهت عملکرد صحیح تکالیف ذهنی در نواحی درگیر در تکالیف هم درمورد کودکان عادی و هم بزرگسالان عادی ضرورت دارد.[۳۷] این حقایق بیانگر این امر هستند که برای کودکان LD دارای نابهنجاری‌های EEG، تقویت کردن کاهش ضریب تتا/آلفا ممکن است روندی را به‌سوی بهنجارسازی EEG و در نتیجه، پیشرفت توانایی‌های رفتاری و شناختی ایجاد کند.[۳۹]

نتایج به دست آمده در مورد اثربخشی نورفیدبک بر حافظه فعال نشان داد که آموزش نوروفیدبک باعث بهبود حافظه فعال می شود. این یافته‌ها با نتایج به دست آمده از تحقیقات پیشین همچون گسر و همکاران (۲۰۰۰) همسو می‌باشد.[۴۱] در تبیین این یافته می‌توان گفت که آموزش نوروفیدبک در CZ به‌طور همزمان بر سه قشر حسی–حرکتی، حرکتی و سینگولیت اثر می‌گذارد. قشر حسی–حرکتی مرز بین لوب‌های پاریتال و فرونتال است. با توجه به آثار گسترده قشر حسی–حرکتی، این‌که پیشگامان اولیه در حوزه‌ی درمان عصبی فرآیند آموزش را در طول قشر حسی–حرکتی آغاز کرده‌اند، قابل‌فهم است.[۴۲] علاوه بر این، ریتی (۲۰۰۱) بیان داشت 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 اینکه قشر حسی–حرکتی در رهبری فرآیندهای فیزیکی و روانی هر دو به اشتراک عمل می‌کنند؛ بنابراین، درمان‌جویانی که در درک توالی منطقی تکالیف شناختی مشکل دارند، می‌توانند از آموزش نوروفیدبک در قشر حسی–حرکتی نیمکره چپ (C3) بهره‌مند شوند.[۳۹] آموزش در قشر حسی–حرکتی نیمکره راست (C4) می‌تواند احساسات، هیجانات یا آرام بودن را فرا خواند. آموزش در نقطه میانی یا (CZ) پاسخی آمیخته را تسهیل می‌کند. آموزش نورفیدبک در CZ به‌طور همزمان بر سه قشر حسی–حرکتی، حرکتی و سینگولیت اثر می‌گذارد. در سینگولیت، سیستم‌هایی که با هیجان/احساس، توجه و حافظه کاری سر و کار دارند، با یکدیگر به‌گونه‌ای تعامل نزدیک دارند که منبع انرژی اعمال بیرونی (حرکت) و اعمال درونی (استدلال، تفکر) را تشکیل می‌دهند.[۴۰] نتایج این قسمت از پژوهش با یافته‌های مطالعه کارلو ساسکولانو و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با آموزش نوروفیدبک با باند آلفای بالا بر حافظه فعال، همسو می‌باشد. در تبیینی دیگر برای یافته این پژوهش می‌توان گفت که افزایش SMR در ناحیه CZ باعث فعال شدن مدارنورونی دخیل در حافظه فعال می شود. تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که حافظه فعال مبتنی بر مداری نورونی است که حاصل تعامل بین سیستم کنترل توجه واقع در کورتکس پری فرونتال و ذخیره‌ی اطلاعات حسی در کورتکس ارتباط خلف می‌باشد.[۴۱] مکانیسم زیربنایی این تغییر را شاید بتوان بر اساس نظریه شرطی‌سازی عامل تبیین کرد، به‌طوری‌که اگر تغییر محرک (دامنه امواج مغزی) بر مبنای قرارداد از پیش تعیین‌شده با پیامد مطلوب (حرکت تصاویر ویدیوئی و یا تولید صدا) همراه گردد و تقویت شود منجر به یادگیری خواهد شد و این یادگیری زمانی مؤثرتر خواهد بود که از محرک‌های ساده‌تر (مانند آموزش نوروفیدبک) که منجر به دریافت تقویت می شود، استفاده کرد؛ بنابراین نوروفیدبک به‌عنوان یک شیوه، ناظر است بر ارائه اطلاعات به فرد پس از ابراز رفتار مورد نظر تا اینکه در آینده این اطلاعات به رخداد مجدد آن رفتار منجر شود. در نتیجه این اطلاعات، دانش‌آموز می‌آموزد تا رفتار مزبور را در جهت مطلوب‌تر تغییر دهد. در نهایت در تبیین نتایج کسب شده می‌توان مطرح کرد که تغییرات در سطح رفتار در حقیقت بازتابی از تغییرات در سطح مغز است. نوروفیدبک به‌عنوان یک روش درمانی مبنای کار خود را به‌طور مستقیم بر امواج مغزی متمرکز کرده است و تغییرات صورت گرفته در سطح رفتار را می‌توان پیامد تغییر در امواج مغزی در نظر گرفت. بااین‌حال این اتفاق همواره رخ نمی‌دهد؛ یعنی گاهی می‌توان شاهد تغییرات رفتاری بدون وقوع تغییر در سطح امواج مغزی اندازه‌گیری شده، شد. در تبیین این مسئله می‌توان گفت که تلاش برای تغییر امواج مغزی از طریق روش هایی مانند نوروفیدبک منجر به تغییراتی در سطح مغز می شود. هر نوع تغییری که به دنبال درمان در فعالیت الکتریکی مغز ایجاد می شود باعث سازماندهی مجدد در کل سیستم زیست الکتریکی شده و این امر به نوبه خود یک واکنش بهنجارسازی فراگیر، طبیعی و انعکاسی را در مغز پدید می‌آورد که منجر به بهبودی می شود؛ بنابراین رابطه بین تغییر امواج مغزی و تغییرات رفتاری یک رابطه خطی و دوطرفه نیست که تغییر در یکی منجر به تغییر

www.SID.ir

Archive of SID

آشکار در دیگری شود، هرچند مکانیسم تغییرات صورت گرفته در مغز بر ما معلوم نیست، اما این تغییرات در سطح رفتار نمود پیدا می‌کند که برای ما قابل مشاهده و اندازه‌گیری است. برخلاف مطالعات پیشین که به‌صورت تک موردی انجام شده است و تعمیم‌دهی را با محدودیت مواجه می‌کند، پژوهش حاضر به‌صورت آزمایشی و بر روی نمونه‌های زیاد انجام گرفته است و در نتیجه نتایج آن قابل تعمیم‌تر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، برنامه آموزش نوروفیدبک سبب ارتقاء حافظه فعال و تمامی مؤلفه‌های عملکرد خواندن به جزء مؤلفه آزمون نشانه-های مقوله‌ای و نامیدن تصاویر در دانش آموزان شده است. بنابراین استفاده از این روش نوروفیدبک در درمان افراد مبتلا به اختلال خواندن در کنار سایر روش های درمانی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

1. Ahmadpanah M. The process of read learning in children with visual impairment and normal. Research on Exceptional Children 2015;10(2)
2 .Şen HŞ. The relationsip between the use of metacognitive strategies and reading comprehension. Procedia-Social andBehavioral Sciences. 2009;1(1):2301-5.
3. Kronenberger WG, Meyer RG. The child clinician's handbook: Prentice Hall; 2001.
4. Kamyabi MT, S. Mashhad, A. The effectiveness of working memory training improved working memory in students with dyslexia and reading problems. Journal of Special Education. 2014;2(124).
5.Stein J. The magnocellular theory of developmental dyslexia. Dyslexia. 2001;7(1):12-36.
6. Brosnan M, Demetre J, Hamill S, Robson K, Shepherd H, Cody G. Executive functioning in adults and children with developmental dyslexia. Neuropsychologia. 2002;40(12):2144-55.
7. Sedaghati LF, R. Shafi'i, B. Marath, MR. Prevalence of dyslexia in first through fifth grade students of natural PayhY. Audiology 2010;19(1).
8. Allah Moradi MM, L. Mohammadi, A. Analysis and comparison of visual perception, auditory and visual memory and sequencing skills and phonological awareness in dyslexic children and normal in Tehran. University of Rehabilitation Sciences and Social Welfare. 2001.
9. Taroyan N, Nicolson R, Fawcett A. Behavioural and neurophysiological correlates of dyslexia in the continuous performance task. Clinical Neurophysiology. 2007;118(4):845-55.
10. Kaplan FF, Kaplan F. Art therapy and social action: Jessica Kingsley Publishers; 2007.
11 .MilanifarB. Psychology of exceptional children and adolescents: Ghomes publication; 2005.
12 .Narimani MS, S. T he effectiveness of cognitive rehabilitation on executive functions (working memory and attention) and academic achievement of students with math learning disability. Journal of Learning Disabilities. 2011;2(3).
13. Swanson HL, Kehler P, Jerman O. Working memory, strategy knowledge, and strategy instruction in children with reading disabilities. Journal of Learning Disabilities. 2009.
14. Shaw R, GraysonA, Lewis V. Inhibition, ADHD, and computer games: The inhibitory performance of children with ADHD on computerized tasks and games. Journal of Attention Disorders. 2005;8(4):160-8.
15. Kehler PL. Strategy training and working memory task performance in students with learning disabilities: University of California, Riverside; 2006.
16. Dehn MJ. Working memory and academic learning: Assessment and intervention: John Wiley & Sons; 2008.
17. Gathercole SE, Alloway TP, Willis C, Adams A-M. Working memory in children with reading disabilities. Journal of experimental child psychology. 2006;93(3):265-81.
18..Arjmandnia AS, M. The effect of rehearsal on working memory performance in dyslexic students. Journal of Behavioral Sciences. 2009;3(3).
19..Fsyhany Fard SMM, F. The effectiveness of corrective training methods based on the phonological processing speed and accuracy of reading a dyslexic student elementary school. Journal of Exceptional Children. 2010;37.
20. Spengler F, Roberts TP, Poeppel D, Byl N, Wang X ,Rowley HA, et al. Learning transfer and neuronal plasticity in humans trained in tactile discrimination. Neuroscience letters. 1997;232(3):151-4.
21. Poldrack RA, Gabrieli JD. Characterizing the neural mechanisms of skill learning and repetition priming .Brain. 2001;124(1):67-82.
22. Westerberg H, Klingberg T. Changes in cortical activity after training of working memory—a single-subject analysis. Physiology & Behavior. 2007;92(1):186-92.
23. Klingberg T. Training and plasticity of working memory. Trends in cognitive sciences. 2010;14(7):317-24.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Qolizadeh Z BKG, Rostami R, Bayrami R, Poorsharifi H. asrbhshy neurofeedback Poor working memory. Journal of Psychology. University of Tabriz. 2010;5(18):87-100.
25. Escolano C, Aguilar M, Minguez J, editors .EEG-based upper alpha neurofeedback training improves working memory performance. Engineering in medicine and biology society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE; 2011: IEEE.
26. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain research reviews. 1999;29(2):169-95.
27. Klimesch W. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. International Journal of Psychophysiology. 1996;24(1):61-100.
28.Klimesch W ,Doppelmayr M, Hanslmayr S. Upper alpha ERD and absolute power: their meaning for memory performance. Progress in brain research. 2006;159:151-65.
29.Sterman M, House M. Quantitative analysis of training, sleep EEG and clinical response to EEG operant conditioning in epileptics. Electroencephalography and clinical neurophysiology. 1980;49(5):558-76.
30.Egner T, Gruzelier JH. Ecological validity of neurofeedback: Modulation of slow wave EEG enhances musical performance. Neuroreport. 2003;14(9):1221-4.
31.Khanjai ZM, H. The effectiveness of neurofeedback in the treatment of dyslexia. Journal of Medical Sciences. 2013;34(2):31-9.
32.Nurizadeh N,Michaeli Manee F, Rostami R, Sadeghi V. The effectiveness of neurofeedback on learning disorder Along with attention deficit disorder. Journal of Learning Disabilities 2013;2(2):123-158.
33.Oraki M, Rahmaniyan M, Tehrani N, Heydari S. effective of neurofeedbak on improving working memory in children with attention defici and hyperactivity disorder. Journal of Clinical Psychology and Experimental 2014 Aug;1(1):36-45
34.Jahangirir Z, Yaghoubi H. Evaluation of Effects of Neurofeedback Intervention Based on Quantitative Electroencephalography on Reading Disorder Symptoms in Children Age 7-12Years Old. international Journal of biology, Pharmacy and aliied seince 2015;4(6):69-82.
35.Walker JE, Norman CA. The neurophysiology of dyslexia: A selective review with implications for neurofeedback remediation and results of treatment in twelve consecutive patients. Journal of Neurotherapy. 2006;10(1):45-55.
36.Breteler MH, Arns M, Peters S, Giepmans I, Verhoeven L. Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: A randomized controlled treatment study. Applied psychophysiology and biofeedback. 2010;35(1):5-11.
37.Fernández T, Harmony T, Fernández-Bouzas A, Díaz-Comas L, Prado-Alcalá RA, Valdés-Sosa P, et al. Changes in EEG current sourcesinduced by neurofeedback in learning disabled children. An exploratory study. Applied psychophysiology and biofeedback. 2007;32(3-4):169-83.
38.Gasser T, Rousson V, Gasser US. EEG power and coherence in children with educational problems. Journal of Clinical Neurophysiology. 2003;20(4):273-82.
39.Ratey JJ. A user's guide to the brain: Perception, attention, and the four theatres of the brain: Vintage; 2001.
40.Lawrence J. Neurofeedback and your brain: A beginner’s manual. New York: Faculty, NYU medicalcenter & brain research lab. 2002.
41.Von Stein A, Sarnthein J. Different frequencies for different scales of cortical integration: from local gamma to long range alpha/theta synchronization. International journal of psychophysiology. 2000;38(3):301-13.
42. Sadjadi SA, Akhondpour M, Hashemian P. Evaluation of neurofeedback therapy in children with mathematic disorder in third grade elementary school.Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences, 2014 ;57(5):719-726.
43. Demos J. Getting Started with Neurofeedback. New York, Norton & Company Inc, 2005: 63-68
44.Hammond DC. what is neurofeedback: an update. Journal of Neurotherapy 2011 Nov;15(4):305–336.

www.SID.ir