نوروفیدبک و عملکرد مغز

دکتر رضا رستمی*، فاطمه نیمروزی**

خلاصه

حافظهٔ خوب و بد- نشاط و افسردگی- عملکرد خوب و ضعیف همگی یک نقطهٔ اشتراک دارند؛ محصول عملکرد مغز هستند. عملکرد بهینه زمانی اتّفاق می‌افتد که مغز کار خود را در بهترین و کارآمدترین وضعیّت انجام دهد. نکتهٔ مهم آن است که مغز می‌تواند خود را تنظیم کند و از وضعیّت خودِ آگاهی پیدا کند. در واقع با پسخوردی که از بدن و محیط می‌گیرد به کنترل و تنظیم کارکردهای مختلف جسمی و روانی و تعامل با محیط می‌پردازد. نوروفیدبک با پسخوردی که از امواج مغزی ارایه می‌دهد مغز را در تنظیم فعالیّت خود کمک می‌کند.

در این پژوهش از نوروفیدبک- دارای سنسورهایی به نام الکترود که روی پوست قرارمی‌گیرد و فعالیّت الکتریکی مغز را ثبت و در قالب امواج مغزی نشان می‌دهد-، به عنوان ابزار استفاده شده است. نمونهٔ پژوهش ۴۰ نفر از دختران و پسران مراجعه کننده به کلینیک آتیه بوده‌اند.

یافته‌ها نشان می‌دهند پیام‌های عصبی که طی فرایند الکتروشیمیایی صورت می‌گیرد سبب فعالیّت الکتریکی مغز و تولید امواج مغزی مختلف می‌شود. شکل و وضعیّت این امواج نشان دهندهٔ نحوهٔ عملکرد مغز است. در افرادی که خواب عمیق بدون رؤیا داشته‌اند آهسته‌ترین طول موج مغزی یعنی دلتا (۳-۰/۰۵ هرتز) بود. در افرادی که دارای فراخوانی خاطرات ناراحت کننده و بدون خود سانسوری بوده‌اند موج تتا (۷-۴ هرتز) غالب بوده است. در درمان جویانی که آرام بوده و از محیط آزمایش لذّت می‌برده‌اند موج الفا (۱۲-۸ هرتز) غالب بود. موج SMR در افراد دارای پردازش و تمرکز و آرامش و استفاده کنندهٔ از نوروفیدبک در تنظیم واکنش‌های مغزی خود (۱۲-۱۵ هرتز) بوده است. به طور کلّی باید گفت: در بین فعالیّت‌های عصب شناختی، فرد در ازای دریافت پاداش، تولید امواج SMR را در مغز خود افزایش می‌دهد و تقویت این امواج سبب کاهش تنش عضلانی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نوروفیدبک، اصلاح عملکرد مغز، امواج مغزی.

---

* استادیار دانشگاه تهران

** کارشناس ارشد روان‌شناسی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدّمه

عملکرد بهینهٔ مغز زمانی است که بتواند خود را تنظیم کند و از وضعیّت خود آگاهی پیدا کند. در واقع مغز با پسخوردی که از بدن و محیط دریافت می کند به کنترل و تنظیم کارکرد های مختلف جسمی و روانی و تعامل با محیط می پردازد. در این جا به کمک ابزار نوروفیدبک و پسخوردی که از امواج مغزی ارایه می شود مغز فعالیّت هایش را تنظیم می کند. باید گفت: غلبهٔ هر موج با توجّه به کار مغز است.

نوروفیدبک، روشی ایمن و بدون درد است که در طی آن حس‌گرهایی که الکترود نامیده می‌شوند، به سر بیمار متّصل می‌گردد (کیزر[۱] و اوتمر[۲]، ۲۰۰۰). اطّلاعات دریافتی به وسیلهٔ دو مانیتور جداگانه در اختیار بیمار و درمان‌گر قرار می‌گیرند. در این حالت هم بیمار و هم درمان‌گر قادر خواهند بود امواج مغزی بیمار را مشاهده کنند. در نتیجه فرایندهای ناهشیار و غیر ارادی (فعالیّت امواج مغزی)، برای بیمار کاملاً محسوس می‌گردد (از طریق مشاهده آنها در کامپیوتر) و بیمار با کمک درمان‌گر و ارایه مُحرّک‌های دیداری- شنیداری قادر خواهد بود امواج نابنهجار را دستکاری کرده و در طی جلسه‌های درمان، آنها را به حالت بهنجار تبدیل کند. می‌توان از طریق آموزش نوروفیدبک، ریتم‌ها و فرکانس‌های نابهنجار را به ریتم‌ها و فرکانس‌های بهنجار (یا نسبتاً بهنجار) تبدیل کرد. نوروفیدبک،شامل یک دوره درمانی است که در طول ۲ ماه و به صورت ۳ بار در هفته، مجموعاً ۲۴ جلسه روی آزمودنی‌های گروه آزمایش انجام می‌شود. مدّت زمان هر جلسه درمانی یک ساعت است. در ابتدای هر جلسه ارزیابی اوّلیه صورت گرفته (به مدّت ۲ دقیقه) و سپس درمان با پروتکل سرکوب تتا و افزایش بتا در Cz و افزایش SMR در C۳ یا C۴ انجام می‌شود. کارکرد ویژه نوروفیدبک بر کم‌کاری یا «فزون‌انگیختگی» قشری مغز تمرکز داشته است. عموماً فرد می‌باید تغییر مطلوب عملکرد مغزی را تا یک دوره ۰/۵ ثانیه‌ای حفظ کند تا «پاداش» دریافت دارد. فرض بر این است که اگر فرد بتواند در «بهنجار کردن» سطح فعالیّت در نواحی مسؤول توجّه و کنترل رفتاری موفق گردد، شروع به کسب توانایی‌های مناسبی برای توجّه و حفظ کنترل رفتاری خواهد کرد (لوبار و لوبار، ۱۹۸۴).

---

[۱] Kaiser, A.

[۲] Othmer, S.

Archive of SID

www.SID.ir

ارایه نتایج اوّلیه مبنی بر این که نوروفیدبک می‌تواند به تغییراتی در فعالیّت قشری منجر شود و این تعدیل‌ها به بهبودهای ملموسی در رفتار و کارکرد مغز منجر می‌گردند، به وسیلهٔ استرمان و همکارانش ارایه شد (استرمن، ویوریکا[1] و رث[2]، ۱۹۶۹؛ ویوریکا و استرمن، ۱۹۶۸). قسمت عمده پژوهش پیشگامانه استرمان به بررسی ویژگی‌های الکتروفیزیولوژیکی بازداری رفتاری می‌پرداخت (رات، استرمان، و کلمنت، ۱۹۶۷؛ استرمان و یوریکا، ۱۹۶۷؛ و یوریکا و استرمان، ۱۹۶۸ به نقل از لوبار، ۱۹۹۷). لوبار و همکارانش (۱۹۸۴) در واکنش به فهم علمی نقش لب‌های پیشانی در حفظ توجّه، و شواهد مبنی بر آهستگی قشری بیش از حد در نواحی مرکزی، خط میانی و پیشانی در افراد، درمان‌های نوروفیدبک را برای در بر گرفتن تلاش‌های مختلف جهت افزایش تولید فعالیّت EEG در دامنه فرکانس تندتر (بتا۱ ۲۰-۱۶ هرتز) گسترش دادند، در حالی که فعالیّت سرعت‌های پایین‌تر (تتا: ۸-۴ هرتز) را سرکوب کردند. در حال حاضر، سه پروتکل درمانی نوروفیدبک در درجه اوّل در مطالعات گروهی کنترل شده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این پروتکل‌ها که بازتابی از یافته‌های نوروآناتومیکی هستند، به نواحی قشری مسؤول توجّه و بازداری رفتاری می‌پردازند. در ادامه توضیح مختصری از این سه پروتکل ارایه می‌شود.

- **پروتکل‌های نوروفیدبک:**

الف) پروتکل ۱: تقویت SMR / سرکوب تتا

در این نوع نوروفیدبک، افراد با یادگیری افزایش تولید SMR (۱۵ تا ۱۲ هرتز) در یکی از نواحی C_3 یا C_4 تشویق به اِعمال کنترل بر رفتارهای بیش‌فعّالی و تکانشی می‌شوند، در حالی که در همان حال، به سرکوب تولید فعالیّت تتا (۷-۴ یا ۸-۴ هرتز) می‌پردازند. این ثبت‌ها عمدتاً از یک محلّ فعّال که نقطه مرجع آن نرمه گوش است، به دست آمده‌اند. پسخورد شنیداری (صدای بوق) و دیداری (نمایش شمارنده، حرکت قطعه‌های پازل، طرح‌های گرافیکی یا نمودارهای انیمیشن) بر اساس موفقیّت بیمار در کنترل میکرو ولت‌های تتا یا SMR یا در حدّ زمانی که تتا پایین‌تر، و یا SMR بالاتر از «آستانه»های پیش از شروع نوروفیدبک است، تعیین می‌شود. این نوع آموزش در اوّلین مطالعه گروهی کنترل شده نوروفیدبک گنجانده شد.

ب) پروتکل ۲: تقویت SMR ـ سرکوب بتا ـ ۲

---

[1] Wywricka, W.

[2] Roth, S.

Archive of SID

www.SID.ir

دومین نوع آموزش SMR نیز در یک مطالعه کنترل شده گروهی (فوکز[۱]، بیربامر[۲]، لوتزنبرگر[۳]، گروتزلیر[۴]، و کایسر[۵]، ۲۰۰۳) مورد بررسی قرار گرفته است. در این پروتکل، افراد برای افزایش فعالیّت SMR (۱۵ –۱۲ هرتز) آموزش می‌بینند، در حالی که به طور همزمان فعالیّت بتا ۲ (۳۰–۲۲ هرتز) را کاهش می‌دهند. ثبت‌ها در نقطه C_4 و با وصل کردن نقطه مرجع به گوش‌ها به دست آمده‌اند. در پروتکل فوکز و همکارانش، بیماران مبتلا به نوع ترکیبی AD/HD، در طول نصف هر جلسه، این نوع آموزش را دریافت می‌کنند. در طول نیمه دوم هر جلسه، یک پروتکل تقویت بتا ـ ۱، سرکوب تتا (که در زیر توصیف شده است) به مورد اجرا گذاشته شد که محلّ آموزش، C_3 است). همانند پروتکل SMR پیشین، پسخورد، با کنترل میکروولت‌های تتا، SMR، بتا ـ ۱ و بتا–۲ همزمان است.

ج) پروتکل ۳: سرکوب تتا / تقویت بتا ـ ۱

این پروتکل در مطالعه کنترل شده گروهی افراد مورد بررسی قرار گرفته است. در این روش آموزش، افراد به افزایش فعالیّت بتا ـ ۱ (۲۰–۱۶ هرتز) و در عین حال سرکوب فعالیّت تتا (۸–۴ هرتز) تشویق شدند. فوکز و همکارانش (۲۰۰۳) شکل دیگری از این پروتکل را به کار گرفتند و به افراد آموزش دادند در نقطه C_3 تتا را سرکوب و بتا را تقویت کنند. پسخورد همراه با موفقیّت افراد در کنترل میکروولت‌های بتا یا تتا ارایه می‌شود. دراین مطالعه نشان داده‌ایم که آموزش الکتروفیزیولوژیک به کاهش رفتارهای مقاومتی و افزایش همکاری و تکمیل تکالیف مطرح شده می‌انجامد. در پژوهش حاضر دقّت نوروفیدبک، به عنوان ابزار تشخیصی دقیق مورد بررسی است و اثربخشی درمان نوروفیدبک در عملکرد بهینهٔ مغز وارسی می‌شود.

هدف اصلی پژوهش حاضر، کاربرد نوروفیدبک برای تشخیص دقیق عملکرد مغز و استفاده از نوروفیدبک در بررسی آن است. مفروضهٔ پژوهشی آن است که نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل در بهبود مهارت‌های خودکنترلی و متغیّرهای توجّه مؤثّرتر است.

---

[۱] Fuchs, T.

[۲] Birbaumer, N.

[۳] Lutzenberger, W.

[۴] Gruzelier, J.

[۵] & Kaiser, J.

Archive of SID

www.SID.ir

روش

جامعهٔ پژوهش شامل کلیهٔ زنان و مردان مراجعه کننده به کلینیک آتیه به تعداد ۸۰ نفر است و از جامعهٔ تعریف شده نمونه ای متشکل از ۴۰ نفر زن و مرد به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. نمونه پژوهش در سه گروه زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

گروه درمان با نوروفیدبک (گروه آزمایش۱): ۲۰ نفر این گروه که قبلاً دارو مصرف نمی‌کردند و یا سابقه دریافت دارو را در حدّاقل ۳ ماه قبل نداشتند.

گروه داوردرمانی (گروه آزمایش ۲): همانند گروه نوروفیدبک تمامی افراد گروه ریتالین قبلاً و یا در حال حاضر ریتالین مصرف می‌کردند (به منظور بهبود توجّه)

گروه کنترل: مشکل‌ترین قسمت پژوهش گروه کنترل بود. زیرا برخی در طی جریان پژوهش جلسه‌ها را ترک می کردند و یا در صورت مصرف دارو موفق به ترک دارو نشده بودند.

ابزار پژوهش

دستگاه نوروفیدبک دارای سنسورهایی به نام الکترود است که روی پوست قرار می گیرد و فعالیّت الکتریکی مغز را ثبت و در قالب امواج مغزی نشان می دهد.

شیوهٔ اجرای پژوهش

نوروفیدبک در طی ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه در مجموع به مدّت ۲۴ جلسه اجرا شد. آموزش نوروفیدبک بر اساس نیمرخ QEEG و پارادایم درمانی پیشنهادی لوبار و همکاران (۱۹۹۵) و با استفاده از دستگاه procomp۲ صورت گرفت. آزمودنی‌ها روی یک صندلی راحت و در اتاق ساکت می‌نشستند. صندلی انتخاب شده، عمود و در عین حال راحت بود. ثبت EEG از یک الکترود متّصل به سر در نقاط C_3 یا C_4 (برای آموزش SMR) و F_{cz} یا C_{pz} (برای آموزش بتا) و دو الکترود متّصل به گوش‌ها (یکی مرجع و دیگری زمین) با نرخ نمونه‌گیری ۱۲۸ هرتز انجام شد.

EEG در چهار باند فرکانس مختلف تتا (۴-۸Hz)، SMR (۱۳-۱۵ HZ)، بتا۱ (۱۵-۱۸HZ) و بتا ۲ (۱۹-۲۸ HZ) ثبت گردید. مدّت زمان هر جلسه درمانی ۱ ساعت بود. در درمان از هر دو نوع پروتکل SMR و بتا ۱ استفاده شد. در مورد افرادِ با واکنش های تکانشی، ۳۰ دقیقه آموزش SMR روی C_3 یا C_4 و ۱۵ دقیقه آموزش بتا۱ بر F_{cz} یا C_{pz}، و در دیگران هر پروتکل به مدّت ۲۵ دقیقه اجرا شد.

پسخورد ارایه شده به گروه درمانی از نوع پسخورد شنیداری و دیداری بود. در طول مدّت درمان چنان چه مراجع احساس خستگی می‌کرد، زمان استراحت کوتاهی نیز در نظر

Archive of SID

www.SID.ir

گرفته می‌شد. در ابتدای هر جلسه ۲ دقیقه خط پایه گرفته شده و براساس آن آستانه‌های تقویت مشخّص می‌شد.

آستانه‌ها ۰/۵ تا ۱ میکروولت بالاتر یا پایین‌تر از باندهای سرکوب شده یا تقویت شده قرار گرفتند. آستانه‌ها به نحوی تنظیم شدند که چنان چه در ۸۰ درصد مواقع کودک باند تقویت شده را بالاتر از آستانه (به مدّت حدّاقل ۰/۵ ثانیه) و ۲۰ درصد مواقع باندهای سرکوب شده را پایین‌تر از آستانه حفظ کند، تقویت (پسخورد شنیداری یا دیداری) دریافت کند. در صورتی که کودک می‌توانست ۹۰ درصد مواقع و در دو کوشش پیاپی باند تقویت شده را بالاتر از آستانه قرار دهد، آستانه سخت‌تر می‌شد. پسخورد دیداری در قالب طرح‌های مختلف ارایه شد.

با اجرای مقیاس‌ها و جمع‌آوری داده‌ها و ثبت آنها در رایانه، امکان تحلیل داده‌ها میسر گردید. تحلیل‌های توصیفی، همبستگی و تحلیل کواریانس چندگانه به وسیلهٔ نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۵ انجام پذیرفت. برای بررسی دقّت تشخیصی و تحلیل ROC از نرم‌افزار Medcalc استفاده شد.

نتایج

جدول شمارهٔ ۱: شاخص‌های توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	کمینه	بیشینه
آزمایش ۱(نوروفیدبک)	۱۰	۱۱	۱/۷۰	۹	۱۴
آزمایش ۲ (کنترل)	۱۰	۱۱/۲۵	۱/۳۵	۹	۱۳

میانگین سنّی دو گروه تقریباً برابر است.

Archive of SID

www.SID.ir

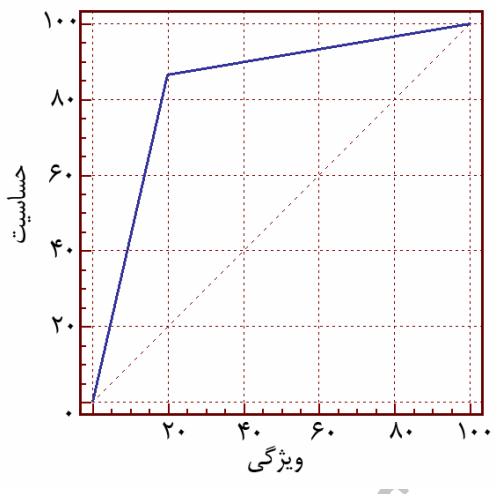
جدول شمارهٔ ۲: شاخص‌های تحلیلی مربوط به تأثیر نوروفیدبک

نام زیر مقیاس	نتایج	میانگین		انحراف استاندارد		کمینه		بیشینه	
	گروه	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون
نوروفیدبک	آزمایش۱ (نوروفیدبک)	۸/۷۰	۱۳/۱۰	۱/۷۰	۴/۵۵	۶	۹	۱۱	۲۴
	آزمایش۲ (کنترل)	۹/۴۱	۱۴/۰۸	۳/۱۱	۴/۰۵	۳	۸	۱۴	۲۳
تکانشی بودن	آزمایش۱ (نوروفیدبک)	۱/۶۰	۵/۲۰	۰/۵۲	۳/۳۹	۱	۱	۲	۱۲
	آزمایش۲ (کنترل)	۴/۵۰	۷/۱۶	۲/۹۳	۳/۰۹	۱	۲	۹	۱۲
آرامش، تمرکز و پردازش صحیح	آزمایش۱ (نوروفیدبک)	۳/۸۰	۱۰	۱/۸۷	۱/۲۴	۲	۸	۷	۱۲
	آزمایش۲ (کنترل)	۶	۹/۸۳	۳/۰۷	۱/۵۸	۲	۸	۱۲	۱۳

میانگین نمره‌های گروه نوروفیدبک و گروه کنترل در زیر مقیاس توجّه و در پیش آزمون به ترتیب برابر با، ۸۳/۳۳ و۸۲ و در پس آزمون به ترتیب برابر با ، ۹۹/۰۸ و ۸۸/۶۶ بود. در زیر مقیاس تکانش‌وری، میانگین نمره‌های گروه نوروفیدبک، و گروه کنترل در پیش‌آزمون به ترتیب برابر با ۸۷/۳۰، و ۸۸ و در پس‌آزمون به ترتیب برابر با ، ۹۹/۵۰ و ۹۱/۵۵ به دست آمد. در زیرمقیاس سرعت پردازش، میانگین نمره‌های گروه نوروفیدبک، و گروه کنترل در پیش‌آزمون به ترتیب برابر با ۸۷/۷۰، و ۸۶/۳۳ و در پس‌آزمون به ترتیب برابر با ۱۰۰/۳۰، و ۸۵/۳۳ به دست آمد. در نهایت در زیرمقیاس جابه‌جایی توجّه، میانگین نمره‌های گروه نوروفیدبک، و گروه کنترل در پیش‌آزمون به ترتیب برابر با ۸۲/۹۰، و ۸۴/۴۴ و در پس‌آزمون به ترتیب برابر با ۹۶/۷۰، ۱۰۳/۳۳ به دست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار حسّاسیّت و ویژگی نوروفیدبک

برای تحلیل داده‌ها و به منظور کنترل اثر پیش‌آزمون از روش تحلیل کواریانس چندگانه (**MANCOVA**)[1] استفاده شد. در این حالت، نمره‌های پس‌آزمون و نمره‌های پیش‌آزمون به عنوان متغیّرهای همپراش وارد معادله تحلیل کواریانس چندگانه شدند. به منظور بررسی مفروضه همگونی خطوط رگرسیون، تعامل بین گروه (تعلّق به یکی از گروه‌های نوروفیدبک، یا کنترل) و متغیّر همپراش ارزیابی شد. نتایج نشان داد این تعامل در مورد متغیّرهای پردازش صحیح و تمرکز($\rho>$۰/۰۵) معنی‌دار نیست بنابراین، مفروضه همگونی خطوط رگرسیون مورد تأیید قرار گرفت . برای کاهش خطای نوع اوّل، از روش اصلاح بونفرنی استفاده گردید (تاباچنیک و فیدل، ۱۹۹۶). براساس این روش، سطح معناداری از تقسیم ۰/۰۵ بر تعداد متغیّر مورد بررسی به دست می‌آید. بنابراین، سطح معنی‌داری برای مقایسه‌های دو به دو برابر با ۰/۰۲ (۰/۰۵ تقسیم بر ۳) تعیین گردید. مشاهده شد هر روش نوروفیدبک ($\rho<$۰/۰۲) باعث افزایش کنترل عمل مغز نسبت به گروه کنترل می‌گردد. نوروفیدبک علایم تکانشی بودن در پردازش را نیز نسبت به گروه کنترل به نحو معناداری کاهش داد.

بحث و نتیجه گیری

پیام های عصبی که طی فرایند الکترو شیمیایی صورت می گیرد سبب فعالیّت الکتریکی مغز و تولید امواج مغزی مختلف می شود. شکل و وضعیّت این امواج نشان دهندهٔ نحوهٔ عملکرد مغز

[1] Multivariate Analysis of Covariance

Archive of SID

www.SID.ir

است. در افرادی که خواب عمیق داشته اند آهسته ترین طول موج مغزی یعنی دلتا (۳-۰/۵ هرتز) بود. در افرادی که دارای فراخوانی اطّلاعات و خاطرات ناراحت کننده و بدون خود سانسوری بودند و نیز تفکّر خلاقانه داشته اند امواج تتا (۷-۴ هرتز) غالب بوده است. در درمان جویانی که آرام بوده و از محیط آزمایش لذّت می برده اند امواج الفا (۱۲-۸ هرتز) غالب بوده. موج SMR در افرادی است که دارای پردازش و تمرکز در آرامش بوده و با استفاده از نوروفیدبک به تنظیم واکنش های مغزی خود پرداخته‌اند(۱۵-۱۲ هرتز).

هیچ یک از منابع مورد استفاده نویسندگان در بخش پایانی نوشتار ذکر نگردیده است.

Archive of SID

www.SID.ir