حدیث دیگران

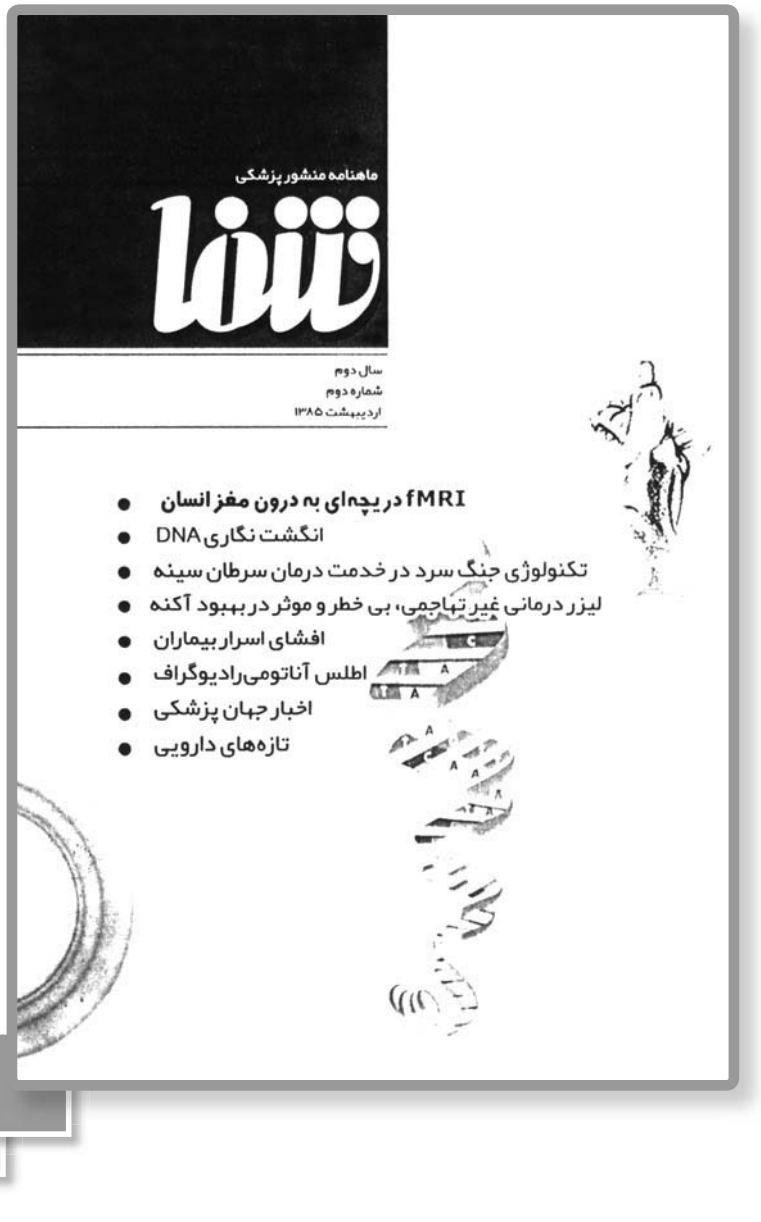
انتخاب: ف . ر . راوی

■ مقدمه

دومین شماره دومین سال «ماهنامه منشور پزشکی شفا» منتشر شد.

در مطلب «همتایان رازی» که در دویستمین شماره رازی به چاپ رسید اشاره‌ای به این نشریه نو آمده شد اما این شماره «شفا» را دیدنی‌تر و خواندنی‌تر یافتیم. این ماهنامه «علمی ـ آموزشی» که ویژه پزشکان، دندانپزشکان و داروسازان ذکر شده توسط منشور پزشکی ـ نشر مرسا و با سردبیری دکتر حامد اختیاری به چاپ می‌رسد. ریاست هیات تحریریه ماهنامه به عهده دکتر بیژن جهانگیری است که سرمقاله کوتاه و خواندنی همین شماره امضاء ایشان را دارد. در سرمقاله آمده است که شرط طبابت را: «گفته‌اند که شرط اصلی به روز کردن دانسته‌ها می‌باشد و شرط دیگر تکرار است و تکرار و تکرار دانسته‌های نو». از نوشته‌های خواندنی این شماره شفا، مقاله fMRI برای شما برگزیده شده تا شما هم‌چون ما به صف خوانندگان این ماهنامه بپیوندید. مقاله انتخاب شده توسط خانم مهندس لاله گلستانی‌راد و آقای دکتر حامد اختیاری با نثری روان و ساده به رشته تحریر درآمده که شما را به بازخوانی آن در این شماره ماهنامه رازی دعوت می‌کنیم.

«**رازی**»


ماهنامه منشور پزشکی
فقط
سال دوم
شماره دوم
اردیبهشت ۱۳۸۵
fMRI دریچه‌ای به درون مغز انسان
انگشت نگاری DNA
تکنولوژی جنگ سرد در خدمت درمان سرطان سینه
لیزر درمانی غیر تهاجمی، بی خطر و موثر در بهبود آکنه
افشای اسرار بیماران
اطلس آناتومی‌رادیوگراف
اخبار جهان پزشکی
تازه‌های دارویی

■ fMRI دریچه‌ای به درون مغز انسان

تکنولوژی fMRI یا MRI عملکردی برای نخستین بار این امکان را به دانشمندان داده است که فعالیت مغز انسان را در حال فعالیت تحت نظر بگیرند. این فناوری حقایق بسیار جالبی در مورد چگونگی تغییرات مکانی و زمانی نواحی مختلف مغز در حین انجام فعالیت‌هایی چون دیدن، احساس کردن، حرکت کردن، فهمیدن منظور یکدیگر و نیز به یاد آوردن خاطرات به دست می‌دهد. این تکنیک بی‌خطر همچنین به ما این امکان را می‌دهد که با تکرار آزمایش‌های خاص، کارکرد مغز را در طول فعالیت‌های وابسته به زمان همانند یادگیری بررسی کنیم. فناوری fMRI همچنین دانش ما را در زمینه آسیب‌شناسی مغزی بهبود بخشیده است. برخی فعالیت‌های رفتاری همانند اعتیاد به قمار و مواد مخدر با تغییرات ساختاری در مغز همراه نیستند. در موارد دیگری که تغییرات ساختاری آشکاری در مغز دیده می‌شود، fMRI نشان داده است که برخی تغییرات رفتاری نیز در فعالیت قسمت‌های مختلفی از مغز که به ظاهر عادی می‌رسد، حاصل می‌شود. بدیهی است که فهم دقیق این مسایل می‌تواند منجر به ارایه راهکارهای بسیار سودمندی در امر توان‌بخشی گردد. در این گفتار مروری کوتاه بر اصول کار این تکنیک و کاربردهای آن در بررسی مغز سالم و بیمار خواهیم داشت.

■ چگونه MRI تصویری از ساختار مغز به دست می‌دهد؟

چه ارتباطی بین چوپانی از یونان باستان و دانش پیشرفته کنونی ما در زمینه عملکرد مغز وجود دارد؟ در حدود ۲۰۰۰ سال پیش، چوپانی یونانی به نام مگنس به‌طور اتفاقی به سنگی با خواص بسیار ویژه برخورد کرد. سنگی که تکه‌های کوچک آهن را جذب می‌کرد و هنگامی که از تکه نخی آویخته می‌شد به شکلی اعجاب‌انگیز همواره در امتداد جهتی خاص قرار می‌گرفت. اینها نخستین مشاهدات بشر در تاریخچه طولانی مطالعات فیزیکی مغناطیس است که تاکنون ادامه یافته است. رابطه مباحث مغناطیسی با علوم مغزی از آنجا آغاز می‌گردد که این پدیده امکان مشاهده ساختار مغز را به ما می‌دهد. مغز انسان دارای میلیاردها میلیارد دوقطبی مغناطیسی کوچک است. هر اتم هیدروژن در هر مولکول آب موجود در سلول‌های مغز در حکم یک مغناطیس کوچک (مانند یک آهن‌ربای دوقطبی بسیار کوچک) عمل می‌کند. به این ترتیب یک قاشق چای‌خوری از مغز ما متشکل از ۱۰×۱۰^{۲۱} میلیون مغناطیس کوچک خواهد بود. حال اگر این دوقطبی‌های مغناطیسی کوچک را در یک میدان مغناطیسی قوی قرار دهیم همگی با میدان هم‌جهت می‌شوند درست همان‌طور که عقربه قطب‌نما با میدان مغناطیسی زمین هم‌جهت می شود. در تصویربرداری به کمک MRI، مغز را در میدانی قوی با شدتی حدود ۵۰,۰۰۰ هزار برابر شدت میدان مغناطیسی زمین قرار می‌دهند و سپس با یک پالس الکتریکی این میدان را مغشوش می‌کنند. در نتیجه این عمل جهت دوقطبی‌ها اندکی از حالت تعادل به هم می‌خورد. هنگامی که دوقطبی‌ها به مرور جهت قبلی خود را باز می‌یابند

هر کدام مقداری انرژی آزاد می‌کنند که به کمک سیم‌پیچ گیرنده نصب شده در اطراف سر ردیابی می‌شود. به کمک این انرژی جذب شده می‌توان مکان مولکول‌های آب را شناسایی کرد و نیز مقدار آن‌ها را در نواحی مختلف مغز تخمین زد. با توجه به این که همانند دیگر بافت‌ها در حدود ۷۰ درصد از حجم مغز از آب تشکیل شده است، با مشخص کردن چگونگی توزیع مولکول‌های آب در مغز در حقیقت می‌توان چگونگی توزیع بافت‌ها را در مغز تخمین زد. نواحی مختلف مغز از نظر میزان آب با هم متفاوت‌اند. به‌عنوان مثال سلول‌های عصبی از نظر حجم آب نسبتاً غنی هستند در حالی که پوشش چربی دربرگیرنده فیبرهای عصبی طولانی، حجم آب کمتری دارد، همین امر در تصویربرداری موجب ایجاد کنتراست لازم برای حصول تصویر با وضوح مطلوب می‌گردد.

مغز در نخستین نگاه با ظاهر خاکستری و تقریباً یکنواخت، عضو چندان جذابی به نظر نمی‌رسد ولیکن از دریچه MRI ساختار پیچیده درونی آن قابل تشخیص است. MRI قادر است تصویری با دقت بیش از ۰/۵ میلی‌متر از مغز به دست دهد و حتی ساختار لایه‌های عمقی مرکزی را به وضوح مشخص سازد. شبکه شریانی شامل مویرگ‌های نفوذکننده به لایه‌های عمیق مغز که ضخامتی در حد تار مو دارند نیز با این روش قابل مشاهده خواهند بود. علی‌رغم این توصیفات MRI تنها تصویر ساختارهای مغز را به ما می‌دهد و در مورد کارکرد آن چیزی به ما نمی‌گوید در حالی که ما به شدت علاقه‌مندیم بدانیم مغز چگونه کار می‌کند، چگونه می‌آموزد، چگونه به خاطر می‌سپارد و چگونه به یاد می‌آورد. متخصصان سابق بر این برای دنبال کردن این کارکرد دنباله‌ای عکس‌های مغزی را در زمان‌های مختلف بررسی می‌کردند اما امروزه به وسیله fMRI می‌توانند کارکرد مغز را به‌صورت هم‌زمان و در عمل زیر نظر بگیرند و به این ترتیب به جای مشاهده صرف رفتارها، ساز و کارهای عصبی مولد آن‌ها را بررسی کنند.

■ مغز چگونه کار می‌کند؟ تاریخچه نقشه‌برداری از مغز

سادگی ظاهری ساختار بیرونی مغز موجب شد که دانشمندان تا اواخر قرن ۱۷ میلادی اهمیت کار آن را بسیار کمتر از حد واقعی تصور کنند. حتی پس از آن که پیچیدگی‌های عملکرد مغز آشکار شد کماکان ساختار به ظاهر یکپارچه آن موجب شد که نظریه «عملکرد توده‌ای» تا مدت‌ها مورد قبول دانشمندان باقی بماند. بر اساس این نظریه کل مغز به‌صورت یک ساختار یکپارچه برای انجام فعالیت‌های مختلف عمل می‌کند بدون آن که بخش‌های خاصی برای انجام وظایف ویژه‌ای تخصصی شده باشند. برای نخستین بار توماس گال، استاد مدرسه فرینولوژی (phrenology: دانش ارتباط ساختار ظاهری مغز و جمجمه با توانایی‌های ذهنی فرد) وین این نکته را مطرح کرد که فعالیت‌های مختلف مغزی به نواحی ویژه‌ای در آن مربوط می‌شوند. گال و همکاران او همچنین فرض کردند که ساختار مغز مستقیماً به شخصیت افراد مرتبط است بدین ترتیب که شکل ساختار

نواحی مختلف مغز هر فرد، ویژگی‌های خاص رفتاری و شخصیتی وی را مشخص می‌کنند. اگرچه بسیاری از نظریه‌های گال امروزه نادرست ارزیابی شده‌اند ولیکن اساس نظریه عملکرد جداگانه بخش‌های مختلف مغز امروزه نیز مورد قبول است. به هر حال باید اذعان کرد که فرینولوژی شیوه متفاوتی را در مربوط کردن مشکلات ذهنی به مطالعات آسیب‌شناسی معرفی کرد. بسیاری از دانشمندان از مشاهده این امر که آسیب بخش‌های مختلف مغز موجب بروز ناتوانی‌های مشخصی در بیماران می‌شود، شگفت‌زده شدند. یکی از معروف‌ترین نمونه‌های قرن ۱۹ میلادی، بیماری است که توسط چارکوت، نورولوژیست برجسته فرانسوی شناخته شد و امروزه برای ما با نام «تن» شناخته شده است چرا که این واژه تنها کلمه‌ای بود که وی قادر به بیان آن بود. نکته قابل توجه برای چارکوت این بود که ناتوانی تن در صحبت کردن به دلیل نقص ذهنی یا مشکلات حرکتی و یا حتی عدم درک زبانی نبود. پس از مرگ این بیمار چارکوت غده بزرگی را در ناحیه پایین سمت چپ بخش جلویی مغز وی پیدا کرد و سپس این نظریه را مطرح کرد که این بخش از مغز مسؤول انجام فعالیت‌های ویژه‌ای در امر صحبت کردن است. اگرچه مطالعات آسیب‌شناسی از این قبیل اطلاعات ارزشمندی در مورد برخی نواحی مغزی که در انجام فعالیت خاصی دخیل هستند به دست می‌دهد لیکن در بسیاری از جنبه‌ها دارای محدودیت است. از نقطه نظر عملی موارد بسیار نادری هستند که در آن‌ها ضایعه به بخش مشخصی از مغز محدود باشد. اکثر ضایعات مغزی به نواحی مجاور سرایت می‌کنند و این امر موجب می‌گردد که نتوان نتایج را به صراحت تفسیر کرد. به علاوه وجود بافت متمرکز غیرعادی در قسمتی از مغز ممکن است عملکرد نواحی به ظاهر سالم را به‌طور غیرمستقیم تحت تاثیر قرار دهد. به‌عنوان مثال یک تومور گسترش یابنده ممکن است موجب فشردگی نواحی مجاور خود گردد و در نتیجه اخلال در کارکرد مغز را در انجام وظایف خاصی به دنبال داشته باشد که مستقیماً وابسته به ناحیه رشد تومور نیستند.

به کمک توانایی منحصر به فرد تصویربرداری MRI که تغییرات جزیی در ساختار و عملکرد مغز سالم را قابل مشاهده می‌سازد امروزه شاهد پیشرفت‌های بسیار گسترده‌ای در درک چگونگی عملکرد تخصصی بخش‌های مختلف مغز در انجام فعالیت‌هایی از قبیل احساس کردن، به خاطر آوردن، آموختن و غیره هستیم. جالب این که مشابه نظریات فرینولوژیست‌ها امروزه نمونه‌های کنجکاوی برانگیزی از مواردی را شاهد هستیم که در آن‌ها تغییرات کوچک ساختار مغز مستقیماً به برخی ویژگی‌های رفتاری افراد وابسته است. به‌عنوان مثال گزارش شده است که بین اندازه بخشی از مغز که کنترل کننده فعالیت دست است و تعداد سال‌هایی که فرد به تمرین نواختن آلات موسیقی پرداخته است رابطه مستقیمی وجود دارد و این فرضیه را قوت می‌بخشد که تغییرات ساختاری در مغز، بیشتر نتیجه تمرین و تجربه‌اند تا تفات‌های بین فردی. تحقیق دیگری نشان می‌دهد که در رانندگان تاکسی لندن بخشی از مغز که

در به یادآوری نقشه‌ها دخیل است رشد بیشتری کرده است. لیکن این مطالعات هنوز به‌طور قطع مشخص نمی‌کنند که آیا این تغییرات ساختاری در اثر رفتارهای تمرینی حاصل شده‌اند یا خیر.

■ تکنیک fMRI: مشاهده مغز در حال فعالیت

fMRI یا یکی از دستاورهای نسبتاً جدید بشر در زمینه مشاهده کارکرد مغز انسان در حال فعالیت است. یکی از اهداف این روش، مشاهده بخش‌های فعال شده مغز در حین انجام یک فعالیت خاص به منظور مشص کردن خاستگاه زیستی ـ عصبی رفتارهای مختلف است. به علاوه ذات غیرتهاجمی و نسبتاً بی‌خطر آن به متخصصان اجازه می‌دهد آزمایش‌های متعدد را با موضوع مشخصی تکرار کنند تا ماهیت و چگونگی کارکرد مغز در انجام یک فعالیت خاص مشخص گردد.

واحد عملیاتی پایه مغز، سلولی است که آن را تحت نام نورون می‌شناسیم. یک نورون معمولی دارای یک جسم سلولی یا همان مرکز دستوردهی است و از آن زایده‌های کوتاهی به نام دندریت خارج شده‌اند که وظیفه دریافت پیام از سایر نورون‌ها و ارسال آن به جسم سلولی را به عهده دارند. همچنین هر نورون، زایده بلندی به نام آکسون دارد که پالس‌های الکتریکی را از بدنه سلول به سمت دندریت‌های سایر نورون‌ها هدایت می‌کند. به فاصله بین آکسون یک نورون با دندریت‌های نورون دیگر سیناپس می‌گویند. هنگامی که سطح سیگنال الکتریکی در آکسون یک نورون از حد آستانه فراتر رود، میانجی‌های عصبی شیمیایی از انتهای آکسون در محل سیناپس آزاد می‌شوند و از آنجا به گیرنده‌های دندریت‌های مجاور متصل می‌گردند. تماس میانجی عصبی با این گیرنده‌ها می‌تواند منجر به ارسال پیام عصبی از سلول نورون دوم به تعداد بیشتری نورون گردد به‌طوری که شبکه گسترده‌ای از نورون‌ها فعال گردند. اگرچه اغلب واکنش‌ها تحریک‌کننده هستند، برخی سیناپس‌ها خاصیت بازدارنده دارند و گسترش تحریک را محدود می‌کنند. نکته مهم این است که وقتی میانجی‌های عصبی در محل سیناپس آزاد شدند، دوباره برداشت شده و در نورون‌ها وارد می‌گردند و این فرآیند مستلزم صرف انرژی است. تکنیک fMRI از این انرژی به‌طور غیرمستقیم برای تصویربرداری از قسمت‌های از مغز که به لحاظ عصبی فعال شده‌اند، استفاده می‌کند.

در اواخر قرن نوزدهم کارل شرینگتون، فیزیولوژیستی از دانشگاه اکسفورد مشاهده کرد که وقتی بخش کوچکی از مغز گربه به‌طور الکتریکی تحریک می‌شود (مشابه تحریک عصبی که به هنگام فکر کردن در مغز ایجاد می‌شود) هجوم خون به بافت تحریک شده مشاهده می‌شود. این افزایش حجم خون، رسیدن اکسیژن کافی به بافت‌های فعال در فرآیند فکر کردن را تضمین می‌کند. همین امر به نقشه‌برداری از نواحی فعال مغز کمک می‌کند. خوشبختانه خواص دوقطبی‌های مغناطیسی مولکول‌های آب در نواحی مجاور خونی که اکسیژن خود را از دست داده است و خون تازه اکسیژن‌دار متفاوت است. انرژی مورد نیاز در فرآیند تحریک نورون‌ها از طریق متابولیسم

و با افزایش خون‌رسانی چند ثانیه پس از شروع تحریک فعال می‌گردد تامین می‌شود. تغییرات سطح اکسیژن خون به این ترتیب به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری شدت فعالیت عصبی مغز عمل می‌کند و تغییرات سطح سیگنال دریافتی MRI به‌طور غیرمستقیم می‌تواند این تحریکات را نشان دهد. به این ترتیب در هر کجا که سطح اکسیژن خون بالاتر باشد، تغییر کوچکی در سیگنال دریافت شده MRI مشاهده می‌گردد. هنگام که تصویر MRI در شرایطی که یک فعالیت فکری توسط فرد انجام می‌شود تهیه گردد به آن اصطلاح MRI عملکردی یا fMRI اطلاق می‌شود. به این ترتیب قادر خواهیم بود فعالیت بخش‌های متفاوت مغز را در انجام کارهای مختلف بررسی کنیم. به‌عنوان مثال به هنگام گوش کردن به موسیقی بخشی از کورتکس مخ که تحت عنوان کورتکس شنیداری می‌شناسیم به همراه مغز فعال گروهی از نواحی جانبی درگیر می‌شوند و یا فعالیت‌های دیداری بخش عقبی مخ را فعال می‌کنند.

تکنیک fMRI به این ترتیب قادر به مشخص کردن بخش‌هایی از مغز است که در حین انجام یک فعالیت خاص بیشتر تحریک می‌شوند و لیکن در تفسیر پاسخ به دست آمده از سیگنال MRI هنوز نکات مبهمی وجود دارد. به نظر می‌رسد که تغییرات سطح اکسیژن خون که به‌عنوان معیاری برای تحریک عصبی نورون‌ها در نظر گرفته می‌شود نشان‌دهنده فعل و انفعالات بیشتری باشد. در واقع این تغییرات می‌توانند نه تنها به نورون‌های تحریک شده بلکه فعالیت‌های بعدی عصبی در جهت دپولاریزه کردن سیناپس‌ها هم مربوط باشند. اگرچه در مقایسه با فعالیت‌های محرک، فعل و انفعالات بازدارنده به انرژی کمتری نیاز دارند، ولیکن کماکان می‌توانند در افزایش پاسخ سیگنال دخیل باشند. به این ترتیب برخی نواحی مغز که در تصویر MRI به دلیل افزایش سطح اکسیژن خون به‌عنوان نواحی فعال تعبیر می‌شوند ممکن است در اصل به‌طور انتخابی توسط مغز مهار شده باشند.

■ استفاده از fMRI برای تشخیص مغز سالم و بیمار

به کمک این یافته‌ها و نیز با استفاده از سایر راهکارهای تجربی، fMRI برای ما این امکان را فراهم آورده است که مبانی عصبی فعالیت‌های مغزی انسان از قبیل به خاطر سپردن، تشخیص چهره‌ها، احساس درد و همچنین این که یک تجربه شخصی چگونه در قیاس با شرایط نمایش محرک کدگذاری می‌شود را بهتر بشناسیم. همچنین fMRI برای ما دانسته‌های بیشتری را راجع به خاستگاه زیستی ـ عصبی مشکلاتی از قبیل اعتیاد به مواد مخدر و یا قمار فراهم آورده است. این روش همچنین به ما کمک می‌کند درک کنیم چگونه افراد سالم مسایل پیچیده را می‌آموزند و نیز به ما امکان می‌دهد نحوه بازیابی تدریجی توانایی را در افرادی که بر اثر صدماتی مانند ضربه مغزی به‌طور موقت مشکل عصبی پیدا کرده‌اند، بیابیم. تحقیقات کلینیکی نیز هم‌زمان با آزمایشاتی که مبانی زیستی ـ عصبی نوینی را در مورد راه‌کارهای توان‌بخشی ارایه می‌کنند، شدت یافته‌اند.

■ چگونه به یاد می‌آوریم؟

بسیاری از ما سر جلسه امتحان نشسته‌ایم و قادر به یادآوری موضوع یا نمودار خاصی نبوده‌ایم در حالی که مطلب مورد نظر را می‌دانسته‌ایم و قبلاً به دقت مرور کرده‌ایم. چگونه است که ما قادر به یادآوری برخی موضوعات هستیم و برخی دیگر را به یاد نمی‌آوریم؟ آیا این امر یک پدیده تصادفی و مربوط به خطای بازخوانی خاطرات از بانک اطلاعاتی حافظه ماست و یا مستقیماً به نحوه به‌خاطرسپاری و کد کردن اطلاعات مربوط است؟

برور و همکارانش در آزمایشی به گروهی از آزمودنی‌ها، تعدادی تصویر را نشان دادند و در هر مورد فرد باید تصمیم می‌گرفت که آیا تصویر به نمایی مربوط به داخل یا خارج از منزل مربوط است. پس از ۳۰ دقیقه به‌طور غیرمنتظره تعداد دیگری تصویر به افراد نشان داده شد و از آن‌ها خواسته شد تعیین کنند کدام یک از این تصویرها در لیست قبلی موجود بوده است. با مقایسه فعالیت مغز در هنگام مشاهده تصویرهایی از لیست اول که افراد به درستی در لیست دوم شناسایی کرده بودند با فعالیت مغز در هنگام مشاهده تصاویری در لیست دوم موجود بودند ولی به درستی بازشناسی نشده بودند ملاحظه شد که به‌خاطرسپاری موفق به دلیل فعالیت بیشتر بخش خاصی از مغز صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر به‌خاطرسپاری درست، مستقیماً به این نکته مربوط است که اطلاعات تا چه حد به خوبی جذب شده‌اند و طول مدت زمان کد کردن اطلاعات چقدر بوده است.

■ تشخیص چهره و اشیا

حتی برای حواس مشخصی مانند حس بینایی نمی‌توان بخش کاملاً مشخصی از مغز را مسؤول دریافت و تعبیر سیگنال‌های دریافتی دانست. به‌عنوان مثال در حالی که بخش کورتکس اولیه بینایی در عقب مغز به‌طور خاص در اغلب فعالیت‌های دیداری فعال می‌شود، به هنگام دیدن یک چهره آشنا بخش کاملاً مشخصی به نام ژیروس فوزیفورم فعالیت می‌کند. مثال جالب دیگر آزمایشی است که اندروز و همکارانش به کمک تصویر خطای باصره معروف پیرزن یا گلدان تعبیر شود. در این آزمایش مشاهده شد که وقتی افراد با نگاه کردن به این تصویر آن را به صورت چهره تعبیر می‌کردند فوزیفورم ژیروس فعال می‌شد در حالی که به محض مشاهده تصویر به‌صورت گلدان این فعالیت متوقف می‌گشت در حالی که اصل تصویر تغییر نکرده بود.

بسته به زمینه و شرایط موجود حتی محرک‌های کاملاً یکسان ممکن است کاملا متفاوت تعبیر شوند. همه ما آثار پرخوری را تجربه کرده‌ایم. زمانی که طعم فوق‌العاده غذای مورد علاقه‌مان را می‌چشیم و شروع به زیاده‌روی می‌کنیم و سرانجام دچار احساس انزجار از همان مزه و طعم می‌شویم. ادموند رولز و همکارانش این پدیده را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها در حالی که افراد را با fMRI بررسی می‌کردند از آن‌ها خواستند که مزه موز را بچشند. همه آن‌ها مزه را دلچسب احساس کردند و قسمتی از مغز آن‌ها در راستای قسمت وسط و پایین جلو مغز فعال شد. همین آزمایش زمانی که

افراد تعداد زیادی موز را خوردند تکرار شد. اما این بار با تکرار مزه موز در دهان، تحریک خاصی در مغز مشاهده نشد.

■ چرا قماربازها قمار می‌کنند؟

fMRI دریچه ایست برای شناخت بهتر ریشه‌های عصبی بعضی از ناهنجاری‌های رفتاری. بعضی از مردم علاقه دارند روی مسابقه یا اسب شرطبندی کنند. اگر اتفاقاً برنده بشوند وسوسه می‌شوند تا دوباره شرطبندی را تکرار کنند و اگر پولی از دست بدهند احتمالا برای جلوگیری از زیان بیشتر نسبت به شرطبندی بی‌میل خواهند شد. اما برخی نمی‌توانند این عمل را متوقف کنند و ظاهرا نسبت به زیانی که متوجه‌شان می‌گردد نیز بی‌اعتنا هستند.

دکتر O'Doherty و همکارانش به کمک fMRI برای بررسی اثرات عصبی ناشی از برنده شدن یا باختن پول آزمایشاتی را ترتیب دادند. افراد تحت آزمایش با دو نوع محرک تست شدند. در یکی از آن‌ها از جوایز زیاد پولی هنگام بردن و از دست دادن پول کم هنگام باخت و در دیگری از عکس این روند استفاده شده بود و افراد باید با سعی و خطا مسیری را انتخاب می‌کردند تا در هر کدام از این آزمایش‌ها به سود بیشتری دست یابند. از نتیجه این تست‌ها دانشمندان دریافتند که قسمت‌های مشخصی در مغز مسؤول تشویق و تنبیه هستند و نیز شدت تحریک این نواحی بسته به میزان برد یا باخت تغییر می‌کند. بنابراین این نواحی به گونه‌ای در امر تفسیر شدت برد یا باخت نیز دخیل‌اند. لذا با آسیب دیدن ای قسمت‌ها فرد دیگر نمی‌تواند به درستی تشخیص دهد که میزان سود یا زیان واقعی که متحمل شده چه‌قدر بوده است و لذا قادر به انتخاب مسیر درست سودآور نیست و ممکن است دچار ضرر هنگفتی شود.

■ چگونه می‌آموزیم؟

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد یکی از مزیت‌های برجسته تکنیک fMRI این است که به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی و بی‌خطر می‌تواند بارها و بارها به روی فرد خاصی اعمال گردد و این امر به دانشمندان اجازه می‌دهد مستقیماً توانایی مغز را در کسب سازگاری به مرور زمان بررسی کنند. دلیل این که اغلب شما خوانندگان کماکان به خواندن این مقاله ادامه می‌دهید علاقه به یادگیری است. یادگیری عبارت است از تحکیم پیوندهای جدید در مغز که منجر به تغییر رابطه میان ورودی و خروجی مغز می‌گردد. در مطالعه چگونگی کسب یک مهارت خاص، fMRI این امکان را به ما می‌دهد که تغییرات عملکرد مغز را در حین آموزش مشاهده کنیم و لذا می‌توان دریافت کدام‌یک از مدارات مغزی به هنگام تلاش برای کسب مهارت خاصی فعال می‌شوند. دکتر هیل و همکارانش در آزمایشی بررسی کردند که برای افراد هنگامی که سعی می‌کنند یک روند نسبتا پیچیده فشردن تعدادی کلید را فراگیرند که همانند نواختن قطعه‌ای به کمک پیانو است چه اتفاقی می‌افتد. در ابتدا ترتیب فشردن کلیدها برای فرد ناشناخته است لذا باید با دقت و حضورذهن زیاد حرکت هر انگشت را پیش از دیگری به خاطر

بسپرد. ملاحظه می‌شود که در این حین بخش‌های بسیار گسترده‌ای از کورتکس پره فرونتال فعال می‌شود که عمدتا در عملکرد حافظه کوتاه مدت دخیل‌اند همچنین تحریک برخی قسمت‌ها که مربوط به کنترل حرکت می‌باشند نیز مشاهده می‌گردد. نکته بسیار جالب این است که وقتی افراد مشغول انجام یک فعالیت حرکتی هستند که می‌خواهند آن را یاد بگیرند نواحی کنترل حرکت در هر دو نیمکره مغز فعال می‌شوند در حالی که وقتی فعالیت مشابهی را انجام می‌دهند بدون آن که قصد یادگیری آن را داشته باشند بخش بسیار کوچکتری از مغز، معمولا در نیمکره مخالف نیمه‌ای از بدن که فعالیت را انجام می‌دهد، فعال می‌گردد.

مطالعات مشابه نشان می‌دهند که افزایش فعالیت بخش‌های اصلی مربوط به حرکت مغز تا هفته‌ها پس از توقف تمرین‌ها ادامه می‌یابد. به نظر می‌رسد که تکرار یک فعالیت جدید موجب می‌شود که در چگونگی به‌کارگیری قسمت‌های مختلف مغز در انجام آن فعالیت اصلاحاتی پدید آید. این فرایند می‌تواند از طریق قوت بخشیدن به پیوندهای میان نورون‌های حرکتی در اثر تکرار تحریک‌های همبسته صورت گیرد یا حتی ممکن است در نتیجه تغییر در شدت برقراری پیوندهای سیناپسی تغییرات ساختاری در دندریت‌ها حاصل شود. همچنین می‌دانیم که تکرار دریافت یک محرک می‌تواند موجب بازآرایی فعالیت بخش‌هایی از مغز باشد که دریافت آن محرک دخیل‌اند به‌عنوان مثال نواحی مربوط به کنترل حرکت انگشتان در مغز افراد موسیقیدان یا افراد نابینا که با خط بریل کار می‌کنند در مقایسه با افراد عادی گسترده‌تر است.

■ مشاهده چگونگی ترمیم مغز

آزمایش‌های فوق تغییر فعالیت‌های کورتیکال مغز را به واسطه تمرین و آموزش تایید می‌کند. آیا امکان دارد مشابه تغییراتی که در جریان فعالیت‌هایی مانند یادگیری یا تکرار در افراد سالم به وقوع می‌پیوندد، بیمارانی که بخشی از شبکه عصبی آن‌ها دچار آسیب‌دیدگی شده است نیز بتوانند فعالیت‌های قبلی را با اختصاص دادن بخش‌های جدیدی از مغز به آن‌ها انجام دهند؟ با مطالعه بیمارانی که دچار آسیب مغزی شده‌اند دیده می‌شود که آن‌ها توان از سرگیری برخی فعالیت‌های قبلی را در مدت زمان به مراتب کمتری از زمان مورد نیاز برای بهبود یافتن بافت‌های آسیب دیده به‌دست می‌آورند. این امر این فرضیه را تقویت می‌کند که راهکارهای دیگری به جز برطرف کردن آسیب‌دیدگی در بازیافتن توانایی‌ها موثر بوده‌اند. اگر بتوان به کمک تکنیک fMRI این حقیقت جالب را آشکار کرده‌اند که مغز توانایی بازآرایی عملیاتی خود را پس از آسیب‌های شدید مانند سکته داراست. همان‌طور که فعالیت‌های مغزی افراد سالم در حال آموزش کارهای پیچیده افزایش می‌یابد مطالعات نشان داده‌اند که بیمارانی که از سکته بهبود یافته‌اند نیز فعالیت افزایش یافته‌ای را در نیمکره‌ای از مغز که طرف بخش آسیب دیده است (و نه فقط نیمکره مخالف که در شرایط عادی برای حرکت به‌کار می‌رود) نشان می‌دهند. این امکان وجود دارد که مسیرهای موازی حرکتی از هر دو سمت

مغز که در شرایط عادی نسبتاً غیرفعال هستند در شرایط آسیب‌دیدگی به منظور جبران مشکل فعال می‌شوند. در مطالعه‌ای که در آن حرکت دست راست عده‌ای از افراد سالم راست دست و عده‌ای بیمار که در اثر سکته عملکرد دست راستشان با مشکل مواجه شده بود انجام شد مشاهده شد که نه تنها در افراد آسیب دیده فعالیت نیمکره راست مغز افزایش نسبی یافته است بلکه مرکز کنترل حرکت اصلی در مغز نیز اندکی جا به جا شده است. به این ترتیب ملاحظه می‌شود الگوهای رفتاری در هر دو نیمکره مغز تغییر می‌کند. با وجود این حقایق مجاب‌کننده کماکان چالش‌های بسیاری بر سر موضوع توانایی مغز در سازگار شدن با شرایط آسیب دیدگی موجود است. هنوز این سوال اساسی باقی است که آیا این افزایش فعالیت مشاهده شده بیانگر یک فعالیت هدفمند به منظور تسریع بهبودی و بازیابی توانایی‌ها است و یا صرفاً واکنش گذرای مغز آسیب دیده است.

■ امکانات تکنیک fMRI برای ارزیابی اثرات مداخله کلینیکی در بهبود آسیب‌های ناشی از سکته مورد استفاده قرار گرفته است

توانبخشی حتی وقتی نسبتاً دیرهنگام پس از وقوع سکته آغاز می‌شود کماکان می‌تواند در بازیافت بهبودی بسیار مفید باشد. به این ترتیب این نظریه که مغز توانایی بازآرایی نواحی مختلف خود را برای به عهده‌گیری وظایف بخش‌های آسیب دیده داراست دوباره تایید می‌شود. جنسون برگ و همکارانش در تلاش برای درک خواستگاه عصبی بهبود عملکرد در جریان انجام آموزش‌های متمرکز توانبخشی سعی کرده‌اند ارتباط میان افزایش فعالیت کورتیکال مغز و بهبود حرکتی در بیمار پیدا کنند.

به‌طور مشخص آن‌ها سعی داشتند بفهمند آیا افزایش فعالیت ناحیه پرموتور (بخشی که درست در جلوی کورتکس حرکتی اولیه واقع است) مسؤول ایجاد بهبود حرکتی در جریان عملیات توانبخشی است یا خیر. در مطالعه‌ای که به روی گروهی از بیمارانی که دچار سکته شده بودند انجام شد، محققان دو هفته آموزش فشرده را به روی بیمارانی که قادر به استفاده از یک دست خود نبودند، اعمال کردند در حالی که در طول مدت آموزش دست سالم بیماران از حرکت بازداشته شده بود. پس از اتمام دوره آموزش، بیماران بهبود قابل ملاحظه‌ای را در کار کردن با دست مشکل‌دار نشان دادند. در حالی که به‌طور هم‌زمان فعالیت بخش پرموتور کورتکس در هر دو طرف مغز به وضوح افزایش یافته بود.

■ راهنمای چاقوی جراحان

در حال حاضر جراحی عمدتاً برای بیماران دارای تومورهای مغز و یا صرع مقاوم به دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این وجود همواره مصالحه‌ای بین مقدار حاشیه تخلیه شده اطراف تومور به منظور اطمینان از برداشت کامل آن و از دست رفتن بخشی از کارایی بیمار به واسطه آسیب دیدن بافت‌های سالم اطراف تومور وجود دارد. تکنیک‌های تهاجمی چندی به منظور شناسایی نواحی حساس مغز پیش از آغاز عمل به

کار می‌روند. یکی از این تکنیک‌ها، نقشه‌برداری الکتروفیزیولوژیکی از کورتکس بیمار هوشیار حین عمل جراحی است روش دیگر که به‌طور معمول در جراحی بیماران دچار صرع به کار می‌رود و به تست وادا معروف است عبارت است از انجام تعدادی تزریق‌های متوالی سدیم امیتال به نواحی گسترده‌ای از مغز که به منظور تکلم و حافظه به کار می‌روند از طریق رگ‌های خونی اصلی تغذیه‌کننده این نواحی.

روش غیرتهاجمی جایگزین پیشنهادی در تکنیک fMRI نواحی کنترل کننده فعالیت‌های مهم از قبیل حرکت دادن دست و پا و صحبت کردن را پیش از عمل شناسایی می‌کند. تعدادی از گروه‌های تحقیقاتی موثر بودن fMRI را در تشخیص درست مکان دقیق مراکز کنترل فعالیت‌های زبانی و حرکتی در بیمارانی که دچار ضایعه‌ای در نزدیکی این نواحی بوده‌اند تایید می‌کند. هزینه انجام آزمایش fMRI به این منظور حداقل سه برابر کمتر از بستری کردن بیمار در بیمارستان به منظور انجام آزمایش‌های پیش از جراحی مانند تست وادا می‌باشد. بهبود گسترش بیشتر این روش‌ها می‌تواند در آینده نزدیک آن‌ها را به‌طور کامل جایگزین روش‌های متداول فعلی گرداند.

■ تشخیص بیماری پیش از بروز نشانه

نقش fMRI به‌عنوان ابزاری برای تشخیص بیماری‌ها نیز مورد توجه قرار داشته است. به‌عنوان مثال در بررسی بیماران دچار آلزایمر ملاحظه شده است که الگوهای فعالیتی مشابهی در مغز این افراد وجود دارد. در عمل معمولاً پیشروی موذیانه اختلال پزشکان را در تشخیص دچار اشتباه می‌سازند. تغییرات پاتولوژیک که پس از کالبدشکافی مشاهده شده‌اند پیش از بروز نشانه‌های بیماری حاصل شده بودند. این تاخیر در تشخیص بیماری به ویژه در زمانی که امکان به‌کارگیری شیوه‌های کنترل روند گسترش بیماری در مراحل اولیه موجود است اهمیت خواهد داشت. بوک هیمر و همکارانش توانایی fMRI را به‌عنوان ابزاری برای تشخیص زودرس بیماری بررسی کرده‌اند. به‌طور مشخص آن‌ها می‌خواستند در مرحله اول مشخص کنند که آیا در الگوی فعالیت مغز افرادی که به‌طور ارثی در معرض خطر ابتلا به آلزایمر هستند در مقایسه با افراد عادی تفاوتی وجود دارد یا خیر و در مرحله بعد بدانند که آیا الگوهای اصلی فعالیت مغزی با اختلالات بعدی در حافظه مرتبط هستند یا خیر.

محققان الگوهای فعالیت مغزی را در افرادی که از نظر ژنتیکی در خطر ابتلا به بیماری بودند با افرادی سالم در جریان انجام یک تست حافظه بررسی کردند. اگرچه هیچ کدام از نمونه‌های پرخطر در جریان آزمایش‌های استاندارد انجام شده واکنش‌های غیرعادی از خود نشان ندادند بوک هیمر و همکارانش دریافتند که شدت و گسترش فعالیت مغزی در نواحی‌ای که معمولاً در بیماری آلزایمر درگیر می‌شوند در گروهی که از نظر ارثی در خطر ابتلا به این بیماری قرار داشتند بیشتر است. به این ترتیب می‌توان فرض کرد که فعالیت بیش از معمول این نواحی می‌تواند به‌عنوان هشداری برای ظهور نشانه‌های بعدی بیماری باشد. به منظور

بررسی این نظریه محققان نمونه‌ها را دو سال بعد دوباره مورد بررسی قرار دادند و متوجه شدند که فعالیت مغزی در این نواحی خاص با کاهش حافظه در ارتباط است. این حقیقت می‌تواند به این ترتیب تعبیر شود که افزایش فعالیت مغزی در این نواحی به علت جبران عملکرد بخش‌های آسیب دیده توسط دیگر بخش‌ها می‌باشد.

■ نتیجه‌گیری

روی هم رفته مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که چگونه مغناطیس به ما کمک کرده است دانش جالب و نسبتاً دقیقی از چگونگی ساختار و کار مغز به دست آوریم. به کمک جزییات دقیقی که این تکنیک به دست می‌دهد امروزه ما می‌توانیم تفاوت‌های ساختاری مغز را در افراد مختلف و وابستگی این تغییرات به بروز رفتارهای مختلف را دریابیم. این تکنیک ما را قادر ساخته مسایل ذهنی را بررسی کنیم. بدین ترتیب می‌توانیم دانشی را که از چگونگی ساختار مغز داریم مستقیماً به دانشی که از چگونگی عملکرد مغز داریم پیوند بزنیم به این ترتیب اساس دستاورد جدید نه تنها بینش عمیقی در زمینه برخی مشکلات اساسی روانی در اختیار ما قرار می‌دهد، بلکه افق‌های جدیدی به سمت درک صحیح و ارایه راهکارهای درمانی بسیاری از بیماری‌ها را پیش روی ما می‌گشاید.

منابع

1. Finger S. Minds Behind the brain, A History of the Pioneers and Their Discoveries, 2000; Oxford University Press.

2. Amunts K. Schlaug G. Jancke L. Steinmetz H. Schleicher A. and Zillea A. Human Brain Mapping 1997; 5(3): 206-215.

3. Gjedde, Brain energy metabolism and the physiological basis of the haemodynamic response, in: Functional MRI: an introduction to methods. 2001; Oxford, Oxford University Press, 37-66.