

## ماهیت روان‌شناسی فیزیولوژیک

«روان‌شناسی فیزیولوژیک» علم میان‌رشته‌ای است که به بررسی رابطه بین مغز و رفتار می‌پردازد. روان‌شناسی فیزیولوژیک را «روان‌شناسی زیست‌شناختی» یا «علوم عصبی رفتاری» نیز می‌نامند. وظیفه دانشمندان علوم عصبی رفتاری این است که رفتار را با مطالعه فرایندهای فیزیولوژیکی که آن را کنترل می‌کنند، توضیح دهند.

کارکرد نهایی سیستم عصبی، رفتار است. سیستم عصبی وظایف مختلفی مثل تفکر و ادراک دارد، اما وظیفه اصلی آن، کنترل حرکت است. ادراک کردن بدون توانایی عمل کردن بیهوده است! توانایی‌های ادراکی برای مقاصد غیر از رفتار هم استفاده می‌شوند (مثل لذت بردن از یک غروب زیبا)، اما توانایی فکر کردن اساساً به این دلیل تکامل یافته است که به انسان امکان رفتارهای پیچیده‌تر برای بقا را داده است.

## رویکردهای روان‌شناسی فیزیولوژیک

## ● دیدگاه مکان‌یابی

در گذشته دو دیدگاه متضاد وجود داشت که امروزه این تضاد از بین رفته است. طبق دیدگاه «مکان‌یابی» یا تعیین گستره، برای هر رفتار، مرکزی در مغز وجود دارد. طبق دیدگاه «عدم مکان‌یابی» یا عدم تعیین گستره، رفتار مرکب است و محدود به فعالیت چند مرکز مغزی نیست. امروزه معتقدیم که رفتار به فعالیت «شبکه‌های عصبی» بستگی دارد، یعنی سلول‌های عصبی مرتبط با هم که مسئول وظیفه خاصی هستند. این سلول‌های عصبی از جهات مختلفی ناهمگن هستند و گاهی دور از یکدیگر قرار دارند. فعالیت شبکه‌های عصبی به موقعیت‌های محیطی نیز وابسته است.

## ● مسئله ذهن-بدن

مسئله رابطه ذهن و بدن از زمان‌های قدیم در فلسفه مطرح بوده است. در پاسخ به این مسئله، اصولاً دو رویکرد متفاوت دنبال شده است: (۱) دوگانه‌نگری: ذهن و بدن مجزا هستند. بدن از ماده معمولی ساخته شده است، اما ذهن نه. این رویکرد را اساساً با فلسفه دکارت می‌شناسیم. (۲) یگانه‌نگری: هر چیزی در دنیا از ماده و انرژی تشکیل شده است. ذهن پدیده‌ای است که فعالیت‌های سیستم عصبی آن را تولید می‌کند.

روان‌شناسان فیزیولوژیک برای مطالعه ماهیت انسان، رویکرد تجربی و علمی اتخاذ می‌کنند. همسو با رویکرد یگانه‌نگری، وقتی از فعالیت‌های بدن، مخصوصاً سیستم عصبی، آگاه شویم، قادر به توضیح فعالیت‌های ذهن خواهیم بود. یک نمونه برجسته در این زمینه، مطالعه اساس فیزیولوژیکی هشپاری است که در ادامه به آن می‌پردازیم.

## هشپاری

هشپاری اشاره دارد به این‌که انسان از افکار، ادراک‌ها، خاطرات و احساسات آگاه است و در مورد آن‌ها با دیگران صحبت می‌کند. با تغییراتی در ساختار یا شیمی مغز، هشپاری می‌تواند تغییر کند. بنابراین، فرض می‌کنیم که هشپاری، مانند رفتار، نوعی کارکرد فیزیولوژیکی است. شاید توانایی انسان برای ارتباط برقرار کردن با دیگران تکامل پیدا کرده است و پدیده هشپاری را ایجاد کرده است، یعنی فکر کردن به وجود خودمان و آگاه بودن از آن.

## ● بینایی‌کوری

«بینایی‌کوری» حالتی است که فرد با وجود آسیب بینایی می‌تواند به‌طور ناهشیار به محرک‌های بینایی پاسخ دهد. برای مثال دستش را به سمت یک شیء که به سمتش می‌آید، حرکت دهد. بینایی‌کوری چند اشاره ضمنی برای آگاهی از هشپاری دارد. این پدیده نشان می‌دهد اطلاعات بینایی می‌توانند بدون تولید کردن احساس در هشپاری، رفتار را کنترل کنند. رفتار ما می‌تواند به وسیله اطلاعات حسی که کاملاً از آن‌ها ناآگاه هستیم، هدایت شود.

دو سیستم در بینایی دخالت دارند که در زمان‌های متفاوتی تکامل یافته‌اند: (۱) سیستم ابتدایی: شبیه سیستم بینایی حیواناتی چون ماهی است. این سیستم عمدتاً به کنترل حرکات چشم و جلب توجه ما به حرکات ناگهانی در میدان دید اختصاص یافته است. (۲) سیستم پستانداری: سیستم پیچیده‌تری است که بعداً تکامل یافته است. این سیستم مسئول توانایی درک دنیای پیرامون است. بعد از صدمه سیستم پستانداری، ادراک محرک‌های دیداری از بین می‌رود، اما انسان همچنان از سیستم ابتدایی برای هدایت حرکات به سمت یک شیء استفاده می‌کند.

پدیده بینایی‌کوری نشان می‌دهد هشپاری ویژگی عمومی تمام قسمت‌های مغز نیست، و برخی قسمت‌های مغز نقش خاصی در هشپاری ایفا می‌کنند. مشخص نیست که این قسمت‌ها دقیقاً کجای مغز هستند، اما به نظر می‌رسد آن‌ها به توانایی برقراری ارتباط با دیگران و با خودمان، ربط دارند. سیستم بینایی پستانداری با قسمت‌هایی از مغز که مسئول هشپاری هستند، اتصالات مستقیم دارد، اما سیستم ابتدایی چنین اتصالاتی ندارد.

## ● مغز دوپاره

مغز شامل دو نیمکره چپ و راست است که توسط دسته‌ای از رشته‌های عصبی به نام «جسم پینه‌ای» به هم متصل می‌شوند. هر نیمکره اطلاعات حسی

را از سمت مخالف بدن دریافت می‌کند و حرکات سمت مخالف را کنترل می‌کند. به این امر، بازنمایی متقاطع اطلاعات حسی گفته می‌شود. البته موارد استثنا هم وجود دارد، مثل سیستم بویایی.

در بیماران مبتلا به صرع شدید، وقتی یک طرف مغز بیش فعال می‌شود، این بیش‌فعالی توسط جسم پینه‌ای به طرف دیگر مغز منتقل می‌شود و حمله فراگیر ایجاد می‌شود. قطع کردن جسم پینه‌ای با جدا کردن دو نیمکره می‌تواند فراوانی این حمله‌های صرعی را کاهش دهد. به این حالت «مغز دوپاره» گفته می‌شود.

اسپری اولین بار بیماران دوپاره‌مغز را بررسی کرد، و بابت یافته‌های خود در زمینه عملکرد نیمکره‌های مغز جایزه نوبل دریافت کرد. پس از قطع جسم پینه‌ای در این افراد، نیمکره‌ها به شکل مستقل عمل می‌کنند و اطلاعات بین آن‌ها مبادله نمی‌شود. در اغلب افراد، نیمکره چپ گفتار را کنترل می‌کند. نیمکره راست در افراد دوپاره‌مغز می‌تواند دستورالعمل‌های کلامی را به خوبی درک کند، اما قادر به تولید گفتار نیست. بنابراین، هنگام صحبت با یک بیمار دوپاره‌مغز، فقط با نیمکره چپ او صحبت می‌کنیم، و آگاهی از تجربه نیمکره راست وجود ندارد.

مطالعه بیماران دوپاره‌مغز نشان می‌دهد ما فقط در صورتی از چیزی آگاه می‌شویم که اطلاعات مربوط به آن بتوانند به قسمت‌هایی از مغز در نیمکره چپ که مسئول ارتباط کلامی هستند، برسند. قطع کردن قسمت‌هایی از مغز که در ادراک‌ها نقش دارند، از قسمت‌هایی که در رفتار کلامی نقش دارند، آن‌ها را از هشیاری جدا می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد بخش‌هایی از مغز که در رفتار کلامی دخالت دارند، ممکن است مسئول هشیاری باشند.

### روش‌های تحقیق در روان‌شناسی فیزیولوژیک

روان‌شناسی فیزیولوژیک با روش‌های مختلفی به بررسی فرایندهای زیستی و ساخت‌های عصبی می‌پردازد، از جمله روش‌های تهاجمی (تخریب یا تحریک مغز)، ثبت فعالیت الکتریکی و مغناطیسی مغز، و روش‌های تصویربرداری. در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها اشاره خواهیم کرد. در پژوهش‌های روان‌شناسی فیزیولوژیک، رفتار می‌تواند متغیر مستقل یا وابسته باشد. می‌توان مواد مؤثر در فیزیولوژی را به عنوان متغیر مستقل دستکاری کرد، و رفتار را به عنوان متغیر وابسته اندازه‌گیری کرد (مثل انواع روش‌های تخریب یا تحریک مغز). یا می‌توان رفتار را به عنوان متغیر مستقل دستکاری کرد و تغییرات فیزیولوژیکی را به عنوان متغیر وابسته اندازه‌گیری کرد (مثل ثبت فعالیت‌های مغز پس از ایجاد خواب).

برخی روش‌های تحقیق در روان‌شناسی فیزیولوژیک، مثل روش تخریب، فقط در پژوهش‌های حیوانی قابل اجرا هستند. شاخه‌ای از روان‌شناسی زیست‌شناختی که «روان‌شناسی عصب‌شناختی» (نوروسایکولوژی) نامیده می‌شود، از روش‌های مشابه در انسان استفاده می‌کند. این پژوهش‌ها عمدتاً بر بیماران مبتلا به اختلالات مغزی متمرکز هستند. شاخه‌ای دیگر با عنوان «فیزیولوژی روانی» (سایکوفیزیولوژی) به بررسی فرایندهای زیستی در انسان با ثبت فعالیت‌های مغز می‌پردازد، مانند ثبت فعالیت الکتریکی مغز به هنگام مراحل مختلف خواب.

### ● روش‌های تهاجمی

در آزمایش‌های حیوانی با استفاده از «دستگاه استرئوتاکسی» سر حیوان را ثابت نگه می‌دارند. با استفاده از اطلس استرئوتاکسی که مختصات مناطق مغزی را دارد، محل موردنظر به دقت روی مجموعه مشخص می‌شود و سوراخی در آن محل ایجاد می‌شود. سپس یک میکروالکتروود وارد منطقه موردنظر می‌شود که می‌تواند بافت موردنظر را تخریب یا تحریک کند.

#### - روش تخریب

در روش تخریب، به بافت عصبی ناحیه‌ای از مغز آسیب وارد می‌شود و تغییرات رفتار حاصل از آن مشاهده می‌شود. روش تخریب می‌تواند بازگشت‌پذیر یا بازگشت‌ناپذیر باشد. تفسیر نتایج حاصل از تخریب، پیچیده است و موارد مختلفی باید در نظر گرفته شوند. اگر تغییر رفتار برای مدت طولانی ادامه یابد، می‌توان نتیجه گرفت که ناحیه آسیب‌دیده در آن رفتار نقش داشته است.

در روش تخریب گاهی از روش‌هایی استفاده می‌شود که یک ناحیه مغز را موقتاً از کار می‌اندازد یا نوع خاصی از سلول‌های عصبی را تخریب می‌کند. برای مثال می‌توان با تزریق سدیم آمیتال به یکی از سرخرگ‌های سر (کاروتید) یک نیمکره مغز را موقتاً غیرفعال کرد، تا بتوان کارکرد یک نیمکره را به شکل مجزا بررسی کرد. همچنین می‌توان با قرار دادن کلرید پتاسیم در سطح خارجی ناحیه معینی از قشر مخ، آن ناحیه را برای مدتی غیرفعال کرد.

#### - روش تحریک

تحریک الکتریکی مغز به ویژه قشر مخ (لایه خارجی مخ) در جریان جراحی عصبی به یافته‌های مهمی درباره کارکرد مناطق مغزی منجر شده است. در آزمایش‌های حیوانی با قرار دادن الکتروود در مغز می‌توان تحریک الکتریکی موضعی ایجاد کرد. همچنین، می‌توان با تحریک الکتریکی سطح خارجی مجموعه هم با دقت کمتری به تعیین کنش‌های رفتاری دست پیدا کرد. می‌توان به جای تحریک الکتریکی از تحریک شیمیایی نیز استفاده کرد، مثل تزریق مواد شیمیایی

بازدارنده و تحریکی به بافت عصبی موردنظر.

### ● ثبت فعالیت الکتریکی مغز

در فصول بعد خواهیم دید که فعالیت مغز به معنای فعالیت الکتریکی سلول‌های عصبی است. فعالیت الکتریکی میلیون‌ها سلول که هم‌زمان کار می‌کنند، با هم ترکیب می‌شوند و پتانسیل الکتریکی مغز را تولید می‌کنند. این پتانسیل‌ها به قدر کافی بزرگ هستند که بتوان آن‌ها را در سطح مجسمه تشخیص داد. با گذاشتن الکترودهایی روی کاسه سر می‌توان فعالیت الکتریکی مغز را ثبت کرد.

پتانسیل‌های الکتریکی مغز به دو طبقه اصلی تقسیم می‌شوند: (۱) پتانسیل‌های خودانگیخته (امواج مغزی)، که بدون تحریک خاصی ظاهر می‌شوند. (۲) پتانسیل‌های فراخوانده (وابسته به رویداد)، که توسط محرک‌های خاصی برانگیخته می‌شوند.

### - ثبت پتانسیل‌های خودانگیخته: الکتروانسفالوگرافی (EEG)

#### چگونگی ایجاد پتانسیل خودانگیخته

پتانسیل‌های خودانگیخته مغز را امواج مغزی می‌نامند. ثبت امواج مغزی را «موج‌نگاری مغزی» یا «الکتروانسفالوگرافی» (EEG) می‌گویند. منشأ امواج مغزی که در EEG ثبت می‌شود، فعالیت الکتریکی سلول‌های قشر مخ است. مهم‌ترین سلول‌های قشر مخ که در ایجاد امواج مغزی نقش دارند، «سلول‌های هرمی» نامیده می‌شوند. البته باید در نظر داشت که پتانسیل مناطق عمیق‌تر زیرقشری روی پتانسیل قشر مخ تأثیرگذار است، به‌ویژه تالاموس، که راه‌انداز قشر مخ است.

فعالیت هم‌زمان سلول‌های عصبی برای ثبت EEG ضرورت دارد. باید چندین بخش که هر کدام تقریباً از ده هزار سلول هرمی تشکیل شده‌اند، هم‌زمان فعال شوند. در فعالیت نامنظم تالاموس و قشر مخ، جریان الکتریکی در سلول‌های عصبی وجود دارد اما چون اندازه آن پایین است، نمی‌توان آن‌ها را ثبت کرد.

#### انواع امواج مغزی

انواع امواج مغزی که در EEG ثبت می‌شوند عبارت‌اند از امواج آلفا، بتا، تتا و دلتا.

امواج آلفا در هنگام بیداری و توجه کمتر بینایی ثبت می‌شوند، زمانی که فرد در حالت استراحت و آرامش فکری است و محرک‌های شدید در او اثر نمی‌کند. برای ثبت آن فرد را در محیطی آرام قرار می‌دهند یا می‌خواهند که چشمان خود را ببندد. امواج آلفا بیشتر در لوب‌های پس‌سری و آهیانه ثبت می‌شوند. این امواج با تحریکاتی که از تالاموس به قشر مخ می‌رسد، ارتباط دارند. دامنه امواج آلفا در بیماری‌هایی مثل صرع و هیدروسفالی از منحنی‌های طبیعی بیشتر است.

با تمرکز بینایی، دقت و توجه، شروع فعالیت فکری و دریافت محرک حسی، امواج آلفا متوقف و امواج بتا پدیدار می‌شوند. به این پدیده «وقفه آلفا» گفته می‌شود. در هنگام خواب نیز امواج آلفا متوقف می‌شوند.

امواج بتا در حالات هیجانی و عاطفی و برانگیختگی ثبت می‌شوند. امواج بتا در نواحی آهیانه و پیشانی بیشتر قابل ثبت هستند.

امواج تتا در افراد بالغ به ندرت و در حالات تنش روانی، یأس و ناامیدی و برخی اختلالات مغزی ظاهر می‌شوند. ثبت آن‌ها در کودکان طبیعی است.

امواج دلتا در بزرگسالان در هنگام خواب و بیهوشی و در کودکان شیرخوار در اغلب ساعات شبانه‌روز ثبت می‌شوند. ظاهراً امواج دلتا مربوط به فعالیت الکتریکی نورون‌های قشر مخ به طور مستقل از سایر نواحی است، چون با قطع ارتباط تالاموس و قشر مخ، امواج دلتا همچنان دیده می‌شوند.

#### کاربردها و محدودیت‌های EEG

EEG کاربردهای بالینی زیادی دارد از جمله تشخیص و مکان‌یابی بیماری، تشخیص مرگ مغزی، ارزیابی مسمومیت مغزی، ارزیابی عمق بی‌حسی در بیهوشی، بررسی اثر داروها، و ارزیابی آسیب‌های مغزی. با کشف روش‌های تصویربرداری، استفاده تشخیصی از EEG برای مکان‌یابی آسیب‌ها و غده‌های مغزی کاهش یافته است، اما همچنان روش تشخیصی خوبی برای انواع اختلالات تشنجی و پژوهش‌های خواب و بیداری است.

ثبت فعالیت الکتریکی مغز می‌تواند به صورت کمی و پیوسته چگونگی فرایند پردازش اطلاعات مغز را نشان دهد. اما این روش فقط تغییرات پتانسیل مناطق وسیع قشری را مشخص می‌کند و آگاهی از تغییرات پتانسیل مناطق زیرقشری و عمیق‌تر فقط به شکل غیرمستقیم امکان‌پذیر است.

EEG می‌تواند با سرعت بالایی فرایند پردازش اطلاعات سریع مغز را اندازه‌گیری کند، اما مکان یا منشأ تغییر پتانسیل را به دقت نشان نمی‌دهد. به عبارت دیگر، EEG دقت زمانی بالا اما دقت مکانی پایین دارد. برای تکمیل این اطلاعات، از روش‌های تصویربرداری استفاده می‌شود. روش‌های تصویربرداری دقت زمانی پایین‌تر اما دقت مکانی بالاتری دارند و می‌توانند به عنوان مکمل EEG استفاده شوند، که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت.

**- ثبت پتانسیل‌های فراخوانده**

ثبت پتانسیل‌های فراخوانده (وابسته به رویداد)، می‌تواند برآوردی از **فعالیت مغزی ناشی از محرک** فراهم کند. پتانسیل فراخوانده را می‌توان در جریان، قبل یا بعد از یک رویداد حسی، حرکتی یا روان‌شناختی ثبت کرد. ویژگی‌های مشخص پتانسیل‌های فراخوانده مثل دامنهٔ امواج و تأخیر زمانی می‌توانند نوع محرک، حالت آزمودنی، و محل ثبت را منعکس کنند. فرایندهای روان‌شناختی ظریف‌تر (مثل انتظار) هم روی برخی ویژگی‌های پتانسیل فراخوانده تأثیر می‌گذارند.

بعد از ارائهٔ محرک، توالی ثابتی از امواج پتانسیل فراخوانده تولید می‌شوند. امواج اولیه با تأخیر کوتاه (تا صد میلی‌ثانیه پس از تحریک) ظاهر می‌شوند. امواج بعدی با تأخیر طولانی‌تر (پس از صد میلی‌ثانیه) ظاهر می‌شوند. **امواج اولیه با فعالیت ساقهٔ مغز و امواج بعدی با پردازش شناختی در قشر مخ ارتباط دارند.** امواج اولیه بیشتر از عوامل بیرونی (مثل ویژگی‌های مادی محرک) ناشی می‌شوند و به آن‌ها «**مؤلفه‌های برون‌زاد**» گفته می‌شود. امواج بعدی، از عوامل درونی و مکانیسم‌های پردازش اطلاعات مغز (فرایندهای شناختی پیچیده) ناشی می‌شوند و به آن‌ها «**مؤلفه‌های درون‌زاد**» گفته می‌شود. فنون کامپیوتری این امکان را فراهم کرده‌اند که پتانسیل‌های فراخوانده را در فاصله‌ای دور از محل منشأ پتانسیل ثبت کنیم، مثل ثبت پتانسیل‌های ساقهٔ مغز که به‌صورت شنیداری تحریک شده‌اند از طریق الکترودهایی که روی کاسهٔ سر قرار گرفته‌اند. ثبت پتانسیل‌های فراخواندهٔ شنیداری از کاربردهای رایج این روش است، که برای تشخیص اختلالات شنیداری استفاده می‌شود. ارزیابی آسیب‌های ساقهٔ مغز از دیگر کاربردهای آن است.

**● روش‌های تصویربرداری**

روش‌های تصویربرداری به دو دستهٔ **ساختاری و کارکردی** تقسیم می‌شوند. دستهٔ اول فقط ساختار مغز را نشان می‌دهند، اما دستهٔ دوم می‌توانند میزان کارکرد یا فعالیت مناطق مغزی را نیز نشان دهند. روش‌های تصویربرداری ساختاری عبارت‌اند از: پرتونگاری کامپیوتری (CT)، تصویربرداری طنین مغناطیسی (MRI). روش‌های تصویربرداری کارکردی عبارت‌اند از: پرتونگاری نشر پوزیترون (PET)، تصویربرداری طنین مغناطیسی کارکردی (fMRI).

**- پرتونگاری کامپیوتری (CT) یا پرتونگاری محوری کامپیوتری (CAT)**

**پرتونگاری کامپیوتری (CT)** از پرتوهای ایکس برای تولید تصاویری از ساختار مغز استفاده می‌کند. در اسکنر CT منبع پرتوی ایکس (رونتگن) پیرامون سر حرکت می‌کند. در هر نقطه، ردیاب‌هایی در سمت مخالف سر، مقدار تشعشع پرتوی ایکس را که جذب شده است، اندازه‌گیری می‌کنند. این مقدار با تراکم بافتی که پرتوی ایکس از آن رد شده است، تناسب دارد. با تکرار این فرایند از چند زاویه و ترکیب نتایج آن، کامپیوتر یک نقشهٔ ساختاری از مناطق مغز بر اساس تراکم بافت تولید می‌کند.

تصاویر حاصل از CT برای نشان دادن مشکلاتی مثل سکنه‌ها، تومورها، تحلیل قشری، و مشخص کردن مناطق مغزی آسیب‌دیده مفید است. اما تصاویر حاصل از پرتوهای ایکس سودمندی محدودی دارند و نمی‌توانند تفاوت‌های جزئی مغز از نظر تراکم را نشان دهند.

**- تصویربرداری طنین مغناطیسی (MRI)**

**تصویربرداری طنین مغناطیسی (MRI)** از انرژی فرکانس رادیویی برای تولید تصاویری از ساختار مغز استفاده می‌کند. سر بیمار در مغناطیس بسیار قدرتمندی قرار می‌گیرد که باعث می‌شود تمام پروتون‌های بافت‌های مغز به‌جای جهت‌گیری تصادفی معمول، جهت‌گیری موازی بگیرند. اغلب پروتون‌ها در مغز در اتم‌های هیدروژن قرار دارند که آب را تشکیل می‌دهند. بنابراین هدف این است که تراکم پروتون‌ها در مناطق مختلف مشخص شود، که بیانگر تراکم آب است. وقتی پالس مغناطیسی خاموش می‌شود، پروتون‌ها به ترکیب اولیهٔ خود برمی‌گردند و امواج رادیویی منتشر می‌کنند. انرژی این امواج رادیویی توسط ردیاب‌های اطراف سر اندازه‌گیری می‌شود که بیانگر تراکم‌های مختلف بافت‌های مغز است. کامپیوتر با گردآوری این اطلاعات، نمای مقطعی مشروحی از مغز تولید می‌کند.

تصاویر حاصل از MRI تفکیک بسیار بهتری از CT دارند و می‌توانند تغییرات ظریف‌تر را آشکار کنند (مثل از بین رفتن غلاف اطراف رشته‌های عصبی در بیماری ام‌اس). مزیت دیگر این است که بیماران در معرض زیان‌های پرتوی ایکس قرار نمی‌گیرند.

**- پرتونگاری نشر پوزیترون (PET)**

**پرتونگاری نشر پوزیترون (PET)** از مواد رادیواکتیو برای تولید تصاویری از فعالیت مغز استفاده می‌کند. مواد شیمیایی رادیواکتیو کم‌دوام به داخل جریان خون تزریق می‌شود که از خود تشعشع منتشر می‌کنند. ردیاب‌ها با ثبت انتشار تشعشعات می‌توانند مقصد این مواد را نقشه‌برداری کنند. در یک روش رایج، درحالی که آزمودنی مشغول انجام یک تکلیف شناختی است، گلوکز رادیواکتیو تزریق می‌شود. چون مناطق مغزی فعال، گلوکز بیشتری جذب و مصرف می‌کنند، تصویر کامپیوتری از فعالیت مغز در حین انجام آن تکلیف ایجاد می‌شود.

PET به‌جای جزئیات ساختار مغز، تصاویری از فعالیت مغز تولید می‌کند، که برای مقاصد تشخیصی و آزمایشی بسیار ارزشمند است. با استفاده از این روش

می‌توانیم نقشه‌های سوخت‌وساز مغز را تهیه کنیم که مشخص می‌کند کدام مناطق مغزی در کارکردهای خاصی مشارکت دارند. محدودیت این روش استفاده از مواد رادیواکتیو است که خطراتی به دنبال دارند.

### - تصویربرداری طنین مغناطیسی کارکردی (fMRI)

تصویربرداری طنین مغناطیسی کارکردی (fMRI) با ثبت تغییرات موضعی سوخت‌وساز مغز، فعالیت مناطق مغزی را مشخص می‌کند. در این روش با استفاده از یک میدان مغناطیسی قدرتمند که به سرعت نوسان می‌کند، تغییرات جزئی در سوخت‌وساز مغز، مخصوصاً اکسیژنی که توسط مناطق مغزی فعال مصرف می‌شود، مشخص می‌شود. مقدار اکسیژن به شکل غیرمستقیم، بر اساس جریان خون یا حالت هموگلوبین خون، اندازه‌گیری می‌شود. fMRI پژوهش علوم اعصاب شناختی را متحول کرده است و تصاویری با سرعت معقول و شفافیت عالی تولید می‌کند. مانند PET می‌توان از fMRI نیز برای تولید تصاویری از فعالیت مناطق مختلف مغز حین انجام تکالیف مختلف استفاده کرد، اما برخلاف آن بی‌خطر است.

### ● سایر روش‌ها

در «تصویربرداری نوری» برای ایجاد تصاویری از فعالیت مغز از نور استفاده می‌شود. نور نزدیک به مادون قرمز به راحتی از جمجمه و پوست سر عبور می‌کند و به قشر مخ نفوذ می‌کند. ثبت انعکاس نور از طریق پوست سر توسط ردیاب‌ها می‌تواند فعالیت مناطق قشری را آشکار کند. تصویربرداری نوری با یک سیستم نسبتاً کم‌هزینه و کوچک قابل انجام است و می‌تواند هم‌زمان با روش‌های دیگر استفاده شود.

یکی از روش‌هایی که با تصویربرداری نوری همراه شده است، «تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای» (TMS) است. TMS از جریان‌های مغناطیسی موضعی برای تحریک قشر مخ در منطقه مغزی مشخص در آزمودنی‌ها هوشیار استفاده می‌کند. در این روش یک حلقه الکترومغناطیس کوچک نزدیک به جمجمه روی منطقه مغزی مورد نظر قرار می‌گیرد، که با ایجاد یک میدان مغناطیسی، نورون‌های قشری آن منطقه را به طور مختصر تحریک می‌کند. TMS آزمایش‌گران را قادر می‌کند یک منطقه مجزای مغزی را فعال کنند، و هم‌زمان الگوی ناشی از این فعال‌سازی را نقشه‌برداری کنند.

روش دیگر، «مغزنگاری مغناطیسی» یا «مگنتوانسفالوگرافی» (MEG) است. مدارهای فعال مغز، مثل هر سیستم الکتریکی دیگر، میدان‌های مغناطیسی خودشان را تولید می‌کنند. میدان‌های مغناطیسی که توسط فعالیت مدارهای موضعی ایجاد می‌شوند، کوچک هستند اما ردیاب‌های بسیار حساس می‌توانند آن‌ها را تشخیص دهند. MEG با ثبت میدان‌های مغناطیسی تولیدشده توسط نورون‌های قشری، نقشه‌های بلافاصله از فعالیت مغز در مدت پردازش شناختی ایجاد می‌کند.

مثل EEG، تفکیک زمانی MEG بسیار خوب است و تغییرات لحظه به لحظه در فعالیت مغز را مشخص می‌کند. بنابراین برای مطالعه الگوهای تغییر سریع فعالیت مغزی در مدارهای قشری عالی است، مخصوصاً اگر همراه با MRI استفاده شود. این روش غیرتهاجمی است و برای بررسی نوباوگان و کودکان مناسب است.

### خلاصه فصل

روان‌شناسی فیزیولوژیک رابطه بین مغز و رفتار را بررسی می‌کند.

در مقابل رویکرد مکان‌یابی و عدم مکان‌یابی، امروزه اعتقاد بر این است که رفتار حاصل فعالیت شبکه‌های عصبی است.

طبق رویکرد دوگانه‌نگری، ذهن و بدن مجزا هستند. طبق رویکرد یگانه‌نگری، ذهن پدیده‌ای است که فعالیت سیستم عصبی آن را تولید می‌کند. روان‌شناسی فیزیولوژیک رویکرد تجربی و علمی دارد و با رویکرد یگانه‌نگری همسو است.

یک نمونه از این رویکرد، مطالعه اساس فیزیولوژیکی هشیاری است. تغییر ساختار یا شیمی مغز می‌تواند هشیاری را تغییر دهد؛ بنابراین هشیاری نیز نوعی کارکرد فیزیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود.

بینایی‌کوری حالتی است که فرد با وجود آسیب بینایی می‌تواند به طور ناهشیار به محرک‌های بینایی پاسخ دهد. بینایی‌کوری نشان می‌دهد اطلاعات حسی می‌توانند بدون ورود به هشیاری، رفتار را هدایت کنند.

به نظر می‌رسد قسمت‌هایی از مغز که در هشیاری نقش دارند، به توانایی برقراری ارتباط با دیگران و با خودمان، ربط دارند. مطالعه روی بیماران دوطاره‌مغز، که با قطع جسم پینه‌ای ارتباط دو نیمکره مغز در آن‌ها قطع شده است، نشان می‌دهد دسترسی اطلاعات به نواحی مرتبط با رفتار کلامی در نیمکره چپ برای هشیاری اهمیت دارد.

روش‌های تحقیق در روان‌شناسی فیزیولوژیک شامل روش‌های تهاجمی (تخریب یا تحریک مغز)، ثبت فعالیت الکتریکی و مغناطیسی مغز، و روش‌های تصویربرداری هستند.

پتانسیل الکتریکی مغز به دو دسته پتانسیل خودانگیخته (امواج مغزی) و پتانسیل فراخوانده (وابسته به رویداد) تقسیم می‌شود. ثبت امواج مغزی را موج‌نگاری مغزی یا الکتروانسفالوگرافی (EEG) می‌گویند. منشأ اصلی امواج مغزی در EEG فعالیت همزمان تعداد زیادی از سلول‌های هرمی در قشر مخ است. پتانسیل مناطق زیرقشری نیز بر آن تأثیر دارد، به خصوص از سمت تالاموس که راه‌انداز قشر مخ است. انواع امواج مغزی که در EEG ثبت می‌شوند عبارت‌اند از: (۱) آلفا: بیداری همراه با استراحت و توجه بینایی کم/وقفه آلفا با شروع توجه و فعالیت ذهنی. (۲) بتا: فعالیت ذهنی، برانگیختگی و حالات هیجانی. (۳) تتا: بزرگسالان در تنش روانی و برخی اختلالات مغزی، در کودکان در حالت طبیعی. (۴) دلتا: در بزرگسالان هنگام خواب و بیهوشی، در شیرخواران در حالت طبیعی. در پتانسیل‌های فراخوانده، امواج اولیه (تا صد میلی‌ثانیه پس از تحریک) را مؤلفه‌های برون‌زاد می‌گویند، که با فعالیت ساقه مغز و عوامل بیرونی (مثل ویژگی‌های فیزیکی محرک) ارتباط دارند. امواج تأخیری (پس از صد میلی‌ثانیه) را مؤلفه‌های درون‌زاد می‌گویند، که با عوامل درونی و پردازش شناختی قشر مخ ارتباط دارند. EEG دقت زمانی بالا ولی دقت مکانی پایین دارد. روش‌های تصویربرداری دقت زمانی پایین ولی دقت مکانی بالا دارند. CT از پرتوهای ایکس و MRI از انرژی فرکانس رادیویی برای تولید تصاویری از ساختار مغز استفاده می‌کنند. PET با استفاده از مواد رادیواکتیو و fMRI با ثبت تغییرات موضعی سوخت‌وساز مغز، فعالیت مناطق مغزی را مشخص می‌کنند. مگنتوانسفالوگرافی (MEG) با ثبت میدان‌های مغناطیسی تولیدشده توسط نوروهای قشری، نقشه‌های بلافاصله از فعالیت مغز در مدت پردازش شناختی ایجاد می‌کند.

| واژگان فصل                                                 |                                                            |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| alpha block                                                | وقفه آلفا                                                  |
| behavioral neuroscience                                    | علوم عصبی رفتاری                                           |
| blindsight                                                 | بینایی کوری                                                |
| computed axial tomography (CAT) / computed tomography (CT) | پرتونگاری محوری کامپیوتری (CAT) / پرتونگاری کامپیوتری (CT) |
| consciousness                                              | هشیاری                                                     |
| corpus callosum                                            | جسم پینه‌ای                                                |
| dualism                                                    | دوگانه‌نگری                                                |
| electroencephalography                                     | موج‌نگاری مغزی / الکتروانسفالوگرافی (EEG)                  |
| endogenous components                                      | مؤلفه‌های درون‌زاد                                         |
| evoked/ event-related potential                            | پتانسیل فراخوانده/وابسته به رویداد                         |
| exogenous components                                       | مؤلفه‌های برون‌زاد                                         |
| functional magnetic resonance imaging                      | تصویربرداری طنین مغناطیسی کارکردی (fMRI)                   |
| lesion method                                              | روش تخریب                                                  |
| localization                                               | مکان‌یابی                                                  |
| magnetic resonance imaging                                 | تصویربرداری طنین مغناطیسی (MRI)                            |
| magnetoencephalography                                     | مغزنگاری مغناطیسی (MEG)                                    |
| monism                                                     | یگانه‌نگری                                                 |
| neural network                                             | شبکه عصبی                                                  |
| neuropsychology                                            | روان‌شناسی عصب‌شناختی                                      |
| optical imaging                                            | تصویربرداری نوری                                           |
| physiological psychology                                   | روان‌شناسی فیزیولوژیک                                      |
| positron emission tomography                               | پرتونگاری نشر پوزیترون (PET)                               |
| psychobiology                                              | روان‌شناسی زیست‌شناختی                                     |

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| psychophysiology                  | فیزیولوژی روانی                  |
| pyramidal cell                    | سلول هرمی                        |
| split-brain                       | مغز دوپاره                       |
| spontaneous potential             | پتانسیل خودانگیخته               |
| stereotaxic apparatus             | دستگاه استرئوتاکسی               |
| stimulation method                | روش تحریک                        |
| transcranial magnetic stimulation | تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (TMS) |

### سؤالات کنکور کارشناسی ارشد

۱) برای ثبت کدام موج‌نمای الکتریکی، فعالیت هم‌زمان ده‌ها هزار سلول عصبی هرمی ضرورت دارد؟ (ارشد ۱۳۹۰)

- ۱) ماهیچه چشم (۲) قلب (۳) شبکه (۴) مغز
- ۲) دندریت کدام سلول‌ها در پدیدایی امواج مغزی نقش اساسی دارد؟ (ارشد ۱۳۹۵)
- ۱) دانه‌ای بزرگ (۲) دانه‌ای کوچک (۳) هرمی (۴) ستاره‌ای
- ۳) با استفاده از fMRI، کدام جلوه‌انگیزش بررسی می‌شود؟ (ارشد ۱۴۰۳)
- ۱) بازداری مغزی (۲) فعال‌سازی مغزی (۳) برش‌برداری مغزی (۴) هوشبری مغزی

### پاسخ تشریحی

۱) امواج مغزی نقش دارند، سلول‌های هرمی نامیده می‌شوند. منظور از دندریت، که در فصول بعد با آن آشنا خواهید شد، شاخه‌هایی از سلول عصبی است که اطلاعات را از بیرون دریافت می‌کنند و به جسم سلولی می‌برند. جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شود.

۳) گزینه ۲ تصویربرداری طنین مغناطیسی کارکردی (fMRI) با ثبت تغییرات موضعی سوخت‌وساز مغز، فعالیت مناطق مغزی را مشخص می‌کند.

۱) گزینه ۴ ثبت امواج مغزی را موج‌نگاری مغزی یا الکتروانسفالوگرافی (EEG) می‌گویند. منشأ امواج مغزی که در EEG ثبت می‌شود، فعالیت الکتریکی سلول‌های قشر مخ است. مهم‌ترین سلول‌های قشر مخ که در ایجاد امواج مغزی نقش دارند، سلول‌های هرمی نامیده می‌شوند. برای ثبت EEG باید چندین بخش که هر کدام تقریباً از ده هزار سلول هرمی تشکیل شده‌اند، هم‌زمان فعال شوند.

۲) گزینه ۳ منشأ امواج مغزی که در EEG ثبت می‌شود، فعالیت الکتریکی سلول‌های قشر مخ است. مهم‌ترین سلول‌های قشر مخ که در ایجاد

خودنگار...