فصل ۱

تعریف روانشناسی فیزیولوژیک

:: تعریف روانشناسی فیزیولوژیک

روانشناسی فیزیولوژیک علم میان رشته‌ای است که به بررسی **رابطه بین مغز و رفتار** می‌پردازد (روانشناسی فیزیولوژیک را روانشناسی زیست‌شناختی یا علوم عصبی رفتاری نیز توصیف می‌کنند).

- **روانشناسی فیزیولوژیکی (سایکوفیزیولوژی):**

روانشناسی فیزیولوژیک از **پژوهش‌های حیوانی** استفاده می‌کند و با روش‌هایی مثل تحریک، ثبت یا تخریب فعالیت‌های مغز، رابطه مغز و رفتار را بررسی می‌کند.

- **روانشناسی عصب‌شناختی (نوروسایکولوژی):**

در اینجا پژوهش‌ها **بیشتر روی انسان‌ها** انجام می‌شود. این پژوهش‌ها روی بیماران مبتلا به اختلالات مغزی متمرکز است که از تغییر رفتار آن‌ها می‌توان فهمید چه ساخت‌های مغزی در آن رفتار نقش دارد.

همچنین از **آزمون‌های روان‌شناختی** در انسان بیمار و سالم استفاده می‌کند که به طور غیرمستقیم فرایندهای مغزی را بررسی می‌کند.

روش تشخیص روانشناسی عصب‌شناختی، اساس طرح توانبخشی روان‌شناختی بیماران مغزی است.

تعمیم نتایج پژوهش‌های سایکوفیزیولوژی بر انسان از طریق نوروسایکولوژی بررسی می‌شود.

نوروسایکولوژی را می‌توان به دو زیرمجموعه بالینی و تجربی تقسیم کرد. تمایز اصلی این دو زیرمجموعه این است که مطالعات بالینی روی بیماران مبتلا به آسیب مغزی صورت می‌گیرد اما مطالعات تجربی، افراد سالم را بررسی می‌کند.

- **نوروسایکولوژی بالینی:**

به مطالعه بیمارانی می‌پردازد که در اثر آسیب جسمی یا تغییرات بیوشیمیایی مغز، دچار مشکل شده‌اند. نتایج این مطالعات در جهت تشخیص آسیب‌های مغزی و توانبخشی بیماران مبتلا به آسیب مغزی کاربرد دارد.

ارتباط بین محل آسیب و فقدان عملکردهای روان‌شناختی مرتبط با آن از طریق آزمون‌های روان‌شناختی اندازه‌گیری می‌شود (برای مثال ارتباط درجه نقصان هوش در آزمون هوش با نوع و منطقه آسیب دیده).

برخی مجموعه آزمون‌های مورد استفاده عبارتند از: آزمون‌های هالستید- ریتان، آزمون‌های لوریا- نبراسکا

- **نوروسایکولوژی تجربی:**

چگونگی کنش مغز افراد سالم را بررسی می‌کند.

آزمودنی وظایف خاصی را انجام می‌دهد و دقت و سرعت او سنجیده می‌شود. از نتایج حاصل می‌توان به عملکرد مغز پی برد.

نوروسایکولوژی تجربی بر ارائه محرک مبتنی است، یعنی تحریک به آزمودنی داده می‌شود و نتایج آن بررسی می‌شود (مثلا تحریک دست راست توسط نیم‌کره چپ دریافت می‌شود. نتایج آزمون‌های دست‌برتری از موضوعات مهم این شاخه است).

● **فیزیولوژی روانی:**

فرایندهای زیستی ارگانیزم انسان را با ثبت فعالیت‌های مغز بررسی می‌کند (مانند ثبت فعالیت الکتریکی مغز به هنگام خواب).

به طور کلی، روانشناسی فیزیولوژیک، روانشناسی عصب‌شناختی و فیزیولوژی روانی مکمل هم هستند و هر سه زیرمجموعه روانشناسی زیست‌شناختی محسوب می‌شوند.

:: ارتباط مغز و رفتار

موضوع تن و روان مدت‌ها در فلسفه مطرح بوده است. پژوهش روی بیماران دوپاره مغز بار دیگر تضاد بین ماده‌گرایی و ذهن‌گرایی را زنده کرده است. (منظور بیمارانی است که ارتباط دو نیمکره آنها قطع شده است).

● **ماده‌گرایی:**

معتقدند که تجربه روانی و رفتار ناشی از فرایندهای عصبی هستند و فرایندهای ذهنی را انکار می‌کنند.

به ارتباط یک سویه تن-روان اعتقاد دارند، یعنی وجود تجربه هشیار به تحریک مغز بستگی دارد ولی خودش بر تحریک مغز تاثیری ندارد.

● **ذهن‌گرایی:**

بر وجود مستقل فرایندهای ذهنی تاکید دارند و معتقدند که تجربه روانی بر فرایندهای عصبی تاثیر دارد.

● **نظریه تعامل‌نگر:**

پدیده‌های روانی و عصبی با هم قابل مقایسه نیستند زیرا پدیده‌های روانی از اتم و مولکول تشکیل نشده است.

تجربه‌های روانی بر قشر مخ تاثیر دارد و باعث ایجاد ناگهانی تفکر جدید، رفتار مفید و مبتکرانه می‌شود.

امروزه تصور می‌شود که انواع هشیاری کاملا به فرایندهای مغزی بستگی دارد و با پردازش حوادث هشیار و ناهشیار می‌توان فرایندهای مغزی را کشف کرد. همچنین تصور بر این است که دستگاه عصبی مرکزی یک مجموعه جدا نیست که تنها تجربه‌های روانی و رفتار را ایجاد کند بلکه نظامی است که با محیط، سایر نظام‌های بدن و ویژگی‌های ارثی در تبادل است.

قبلا دو دیدگاه متضاد وجود داشت که امروزه این تضاد از بین رفته است:

- دیدگاه مکان‌یابی یا تعیین گستره: برای هر رفتار، مرکزی در مغز وجود دارد.
- دیدگاه عدم مکان‌یابی یا عدم تعیین گستره: رفتار مرکب است و محدود به فعالیت چند مرکز مغزی نیست.

امروزه معتقدیم که رفتار به فعالیت شبکه سلول‌های عصبی بستگی دارد. در این میان محیط هم تاثیرگذار است. بنابراین به جای مرکز عصبی باید از **شبکه سلول‌های عصبی** مرتبط با هم که مسئول وظیفه خاصی هستند صحبت کرد.

:: مرور مهم‌ترین نکات فصل

- روانشناسی فیزیولوژیک از پژوهش‌های حیوانی استفاده می‌کند و با تحریک و تخریب مغز به بررسی رابطه مغز و رفتار می‌پردازد.
- روانشناسی عصب‌شناسی یا نوروسایکولوژی بیشتر از پژوهش‌های انسانی روی بیماران مبتلا به اختلالات مغزی و همچنین آزمون‌های روان‌شناختی استفاده می‌کند.
- نوروسایکولوژی را می‌توان به دو زیرمجموعه بالینی و تجربی تقسیم کرد. نوروسایکولوژی بالینی روی بیماران مبتلا به آسیب مغزی و نوروسایکولوژی تجربی روی افراد سالم کار می‌کند.
- نوروسایکولوژی اساس طرح توانبخشی روان‌شناختی بیماران مغزی است.
- فیزیولوژی روانی فرایندهای زیستی انسان را با ثبت فعالیت‌های مغز بررسی می‌کند.
- در رابطه با ارتباط مغز و رفتار امروزه یک دیدگاه تعاملی وجود دارد که می‌گوید پدیده‌های روانی و عصبی هر دو بر هم تاثیر می‌گذارند.
- امروزه تضاد بین دیدگاه مکان‌یابی و عدم مکان‌یابی از بین رفته است. دستگاه عصبی شبکه‌ای از سلول‌های عصبی مرتبط با هم است که مسئول وظیفه خاصی هستند.

سوال‌های تالیفی

۱) کدام یک از شاخه‌های روانشناسی زیست‌شناختی روی بیماران مبتلا به اختلالات مغزی متمرکز است؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) روانشناسی عصب‌شناختی

۳) فیزیولوژی روانی ۴) علوم عصب رفتاری

۲) ثبت فعالیت الکتریکی مغز به هنگام خواب جزو کدام یک از شاخه‌های روانشناسی زیست‌شناختی است؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) روانشناسی عصب‌شناختی

۳) فیزیولوژی روانی ۴) علوم عصب رفتاری

۳) کدام یک از شاخه‌های روانشناسی زیست‌شناختی اساس طرح توانبخشی بیماران مغزی است؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) روانشناسی عصب‌شناختی

۳) فیزیولوژی روانی ۴) علوم عصب رفتاری

۴) آزمون‌های روان‌شناختی در کدام یک از شاخه‌های روانشناسی زیست‌شناختی استفاده می‌شود؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) روانشناسی عصب‌شناختی

۳) فیزیولوژی روانی ۴) علوم عصب رفتاری

۵) امروزه در روانشناسی فیزیولوژیک کدام یک از موارد زیر پذیرفته نیست؟

۱) بین مغز و رفتار رابطه دوسویه وجود دارد.

۲) برای هر رفتار یک مرکز در مغز وجود دارد.

۳) با پردازش انواع هشیاری می‌توان فرایندهای مغزی را کشف کرد.

۴) رفتار نتیجه کارکرد شبکه‌ای از سلول‌های مغزی است.

۶) روش‌های کدام یک از شاخه‌های زیر مبتنی بر ارائه تحریک به آزمودنی است؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) فیزیولوژی روانی ۳) نوروسایکولوژی بالینی ۴) نوروسایکولوژی تجربی

۷) پژوهش‌های کدام شاخه روی افراد سالم انجام می‌شود؟

۱) روانشناسی فیزیولوژیک ۲) نوروسایکولوژی تجربی ۳) نوروسایکولوژی بالینی ۴) گزینه ۲ و ۳

فصل ۲

روش های تحقیق در روانشناسی فیزیولوژیک

:: انواع روش‌های تحقیق

دو روش اصلی برای بررسی رابطه مغز و رفتار وجود دارد:

روش اول - عناصر فیزیولوژی به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌شود و رفتار به عنوان متغیر وابسته بررسی می‌شود.

روش دوم - رفتار به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌شود و تغییرات فیزیولوژیکی به عنوان متغیر وابسته اندازه‌گیری می‌شود.

در آزمایش‌های حیوانی در روانشناسی فیزیولوژیک از روش اول استفاده می‌شود: بافت‌های عصبی تحریک یا تخریب می‌شوند و تغییرات رفتاری ناشی از آن بررسی می‌شود.

در روانشناسی عصب‌شناختی و آزمایش‌های انسانی از هر دو روش استفاده می‌شود. تغییرات رفتار و تفکر که به دلیل آسیب یا تخریب مغز بیماران ایجاد شده است، بررسی می‌شود (روش اول). رفتار انسان دستکاری و فرایندهای الکتریکی مغز وی ثبت می‌شود (روش دوم).

از لحاظ روش‌شناختی، نوروسایکولوژی بین روانشناسی فیزیولوژیک و روانشناسی زیست‌شناختی قرار دارد.

:: روش‌های تهاجمی

با دستگاه اِسترئوتاکسی سر حیوان ثابت می‌شود. با استفاده از اطلس استرئوتاکسی محل مورد نظر به دقت مشخص می‌شود. اطلس استرئوتاکسی نقش‌هایی از تصاویر مغز و محل دقیق هر ناحیه است. میکروالکترود وارد ناحیه موردنظر می‌شود. میکروالکترود جسم هادی بسیار نازکی است که بدون آسیب به سلول وارد نورون می‌شود. با عبور جریان الکتریکی از میکروالکترود می‌توان بافت عصبی موردنظر را تخریب یا تحریک کرد.

● 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. می‌توان از شیوه‌هایی استفاده کرد که یک ناحیه را موقتا از کار می‌اندازد:

- با تزریق سدیم آمیتال به یکی از سرخرگ‌های سر (بکاروتید)، یک نیم‌کره مغز موقتا غیرفعال می‌شود. این روش آزمون وادا نام دارد.
- با قرار دادن کلرید پتاسیم در سطح خارجی ناحیه مشخصی از قشر مخ، ناحیه مذکور برای مدتی غیرفعال می‌شود.
- می‌توان از روش‌هایی استفاده کرد که فقط نوع خاصی از سلول‌های عصبی را تخریب می‌کند. مثلا ماده‌ای به نام ۶-هیدروکسی تریپتوفان فقط سیناپس‌های کاته کولامینرژیک را تخریب می‌کند.

در روش تخریب دو نتیجه حاصل می‌شود:

۱) از نوع تغییر کارکرد اندام آسیب‌دیده می‌توان به نقش طبیعی آن اندام پی برد.

۲) با تخریب یک بخش، همه تارهای عصبی که جسم سلولی آن‌ها در بخش آسیب‌دیده قرار داشته تحلیل می‌روند. بنابراین می‌توان به مسیر تارهای عصبی نیز پی برد.

تفسیر نتایج حاصل از تخریب، پیچیده است:

- تغییر رفتار ممکن است به خاطر این باشد که ناحیه آسیب‌دیده در آن رفتار نقش داشته است.
- اختلال مشاهده شده در رفتار می‌تواند ناشی از عوارض حذف رفتارهای دیگر باشد (مثلا مشاهده نرفتن حیوان به سمت غذا بعد از آسیب یک ناحیه خاص می‌تواند به خاطر تغییر انگیزه یا آسیب به دستگاه بینایی باشد).
- ممکن است نتیجه مشاهده شده، یک اثر ثانوی باشد یعنی به خاطر جراحی یا فرایند درمان پیش آمده باشد.
- ممکن است منطقه موردنظر یک منطقه دیگر را بازداری می‌کرده است. آسیب آن باعث عدم بازداری آن منطقه شده و موجب تغییر رفتار شده است.
- برای هر رفتار همکاری بخش‌های مختلف مغز ضروری است و هیچ ناحیه‌ای به تنهایی در یک رفتار معین نقش ندارد.
- اثر آسیب، موقتی است و فرایندهای جبرانی عصبی و روان‌شناختی اختلال را ترمیم خواهند کرد.

● روش تحریک:

می‌توان از طریق جراحی اعصاب، کرتکس (قشر مغز) را در منطقه مورد نظر توسط الکترود تحریک و تغییر عملکرد بیمار بررسی می‌شود.

همچنین، می‌توان با تحریک الکتریکی سطح خارجی جمجمه هم با دقت کمتری به تعیین گستره رفتار دست پیدا کرد. در این روش دو الکترود (کاتد و آند) روی سر گذاشته می‌شود که بین آنها جریان الکتریکی برقرار است. منطقه‌ای که کاتد (قطب مثبت) روی آن قرار دارد، تحریک (دپلاریزه) می‌شود و رفتار مربوط به آن تغییر می‌کند (برای مثال تحریک منطقه حرکت دست در شکنج پیش‌مرکزی در نیمکره چپ باعث فعالیت دست راست می‌شود)

با استفاده از روش تحریک، کشف مهمی حاصل شده است که خودتحریک شدگی درون جمجمه‌ای نام دارد و در فرایند تقویت نقش دارد[1].

همچنین می‌توان به جای تحریک الکتریکی از تحریک شیمیایی استفاده کرد (تزریق مواد شیمیایی بازدارنده و تحریکی به بافت عصبی).

:: موج‌نمای الکتریکی مغز یا الکتروآنسفالوگرافی (EEG)

موج نمای الکتریکی مغز توسط برگر کشف شد. از آنجا که فعالیت نورون‌ها بر اساس تغییرات الکتریکی است، می‌توان با یک دستگاه اختلاف سطح الکتریکی مناطق مختلف مغز را اندازه گرفت. ثبت فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز از سطح پوست سر را الکتروآنسفالوگرافی یا EEG می‌گویند.

برای ثبت امواج، الکترودها روی کاسه سر قرار می‌گیرد. هر دو الکترود اختلاف پتانسیل بین دو نقطه را اندازه می‌گیرند. اگر هر یک از دو الکترود روی عضو غیرفعال قرار داشته باشد، ثبت یک قطبی نامیده می‌شود. اگر هر دو الکترود روی مناطق فعال قرار داشته باشند، ثبت دوقطبی نامیده می‌شود. در بررسی همزمان مناطق مختلف از دستگاه چندنگار استفاده می‌شود.

فرایند پردازش اطلاعات در مغز خیلی سریع رخ می‌دهد. **الکتروآنسفالوگرافی دقت زمانی بالایی دارد اما دقت مکانی آن پایین است**. به همین دلیل فرایندهای سریع مغزی را نشان می‌دهد اما منطقه‌ای که منشا تغییر پتانسیل بوده را به دقت نشان نمی‌دهد. برعکس، **روش‌های تصویربرداری دقت زمانی پایین و دقت مکانی بالایی دارند** و می‌توانند به عنوان مکمل الکتروآنسفالوگرافی استفاده شوند.

الکتروآنسفالوگرام فعالیت الکتریکی قشر مخ را نشان می‌دهد چون نزدیکترین بخش به پوست سر است، اما پتانسیل الکتریکی مناطق زیرقشری نیز با اثر بر قشر مخ در این امواج نقش دارد. بنابراین برای تفسیر این امواج باید به **مناطق زیرقشری به خصوص تالاموس - که راه انداز قشر مخ است-** نیز توجه کرد.

از روش موج‌نگاری مغناطیسی یا مگنتوآنسفالوگرافی (MEG) هم میتوان برای تعیین گستره مکانی دقیق استفاده کرد که فعالیت الکترومغناطیسی ناشی از فعالیت مغز را ثبت می کند. در این روش الکترود روی سر قرار ندارد و تاثیرات مزاحمت کمتری روی امواج وارد می‌شود (تاثیرات جمجمه و مایع مغزی نخاعی و مننژ).

● انواع امواج مغزی در الکتروآنسفالوگرام:

انواع امواج مغزی که در EEG نشان داده می‌شود به ترتیب از **سریع‌ترین به آهسته‌ترین** امواج عبارتند از: **بتا، آلفا، تتا، دلتا**

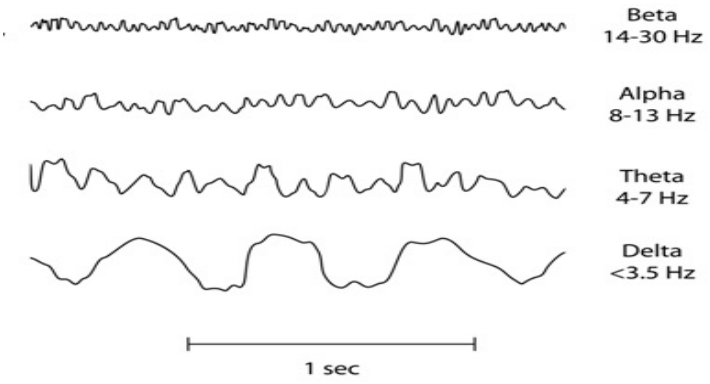
فرکانس امواج مغزی به این شکل است: بتا: بالاتر از ۱۳ هرتز ، آلفا: بین ۸ تا ۱۳ هرتز ، تتا: ۴ تا ۸ هرتز ، دلتا: زیر ۳ هرتز

چند موج اضافی هم هستند که در خواب ظاهر می‌شوند که عبارتند از: دوک‌های خواب، امواج نوک‌تیز و مجموعه k

---

۱- روش خودتحریک‌شدگی درون جمجمه‌ای را در فصل مربوطه خواهید خواند.

بیشترین امواج در حالت بیداری و استراحت در هر سن به این شکل است: کم‌تر از یک سال: دلتا - ۱ تا ۲ سال: دلتا و تتا - ۲ تا ۶ سال: تتا - ۶ تا ۳۰ سال: آلفا و بتا - ۳۰ سال به بعد: فقط آلفا و بتا



موج آلفا:

موج آلفا با چشم غیرمسلح تشخیص داده می‌شود. این امواج **در هنگام بیداری و توجه کم‌تر بینایی در قطعه پس‌سری** ثبت می‌شوند.

برای ثبت آلفا فرد باید در استراحت کافی به سر ببرد و محرک حسی شدیدی در او اثر نکند. برای ثبت آن از فرد خواسته می‌شود چشمان خود را ببندد یا او را در یک محیط آرام قرار می‌دهند.

با تمرکز بینایی، دقت و توجه، شروع فعالیت فکری یا دریافت محرک حسی شدید مخصوصا محرک‌های دیداری، امواج آلفا متوقف و امواج بتا ایجاد می‌شوند. به این پدیده **«وقفه آلفا»** گفته می‌شود. در موقع خواب نیز امواج آلفا ناپدید می‌شوند.

این امواج از طریق تالاموس راه‌اندازی می‌شوند و قطع ارتباط تالاموس با قشر مخ باعث از بین رفتن آن‌ها می‌شود.

امواج آلفا در پشت سر حداکثر ولتاژ را دارند و هر چه به طرف جلو می‌رویم امواج بتا بیشتر می‌شوند. دامنه موج آلفا در برخی بیماری‌ها مثل صرع و هیدروسفالی از منحنی‌های طبیعی بیشتر است.

موج بتا:

موج بتا در **حالات هیجانی و عاطفی و برانگیختگی** ثبت می‌شود.

موج تتا:

این موج در افراد بالغ به ندرت و در حالت **تنش روانی، یاس و ناامیدی و برخی اختلالات مغزی** ظاهر می‌شود. ولی ثبت آن در **کودکان** طبیعی است.

امواج دلتا:

این امواج در بزرگسالان در هنگام **خواب و بیهوشی** و در **کودکان شیرخوار** در اغلب ساعات شبانه‌روز ثبت می‌شود.

موج دلتا مربوط به فعالیت الکتریکی نورون‌های قشر مخ به طور مستقل از سایر نواحی است، چون با قطع ارتباط قشر مخ و تالاموس این امواج از بین نمی‌روند.

امواج مغزی در حالت بیداری و خواب[1]:

بیداری: امواج آلفا و بتا

مرحله ۱ خواب NREM : حذف آلفا و ظهور تتا

مرحله ۲ خواب NREM : دوک‌های خواب، امواج نوک‌تیز، تتا

مرحله ۳ خواب NREM : امواج دلتا

مرحله ۴ خواب NREM : امواج دلتا با فراوانی بیشتر

مرحله REM : امواج شبیه بیداری- امواج مربوط به حرکت چشم‌ها

۱- با مراحل خواب در فصل مربوطه آشنا خواهید شد.

مبانی فیزیولوژیکی الکتروآنسفالوگرام:

نظم امواج مغزی به نظم ساختار و آرایش سلولی قشر مخ (که الکترود روی آن قرار گرفته) بستگی دارد ولی ساختار اصلی امواج با وجود تفاوت لایه‌های مناطق مغزی یکسان است.

دندریت سلول‌های هرمی‌شکل، عامل اصلی تشکیل امواج مغزی هستند. به عبارتی، تغییرات پتانسیل قشر مغز به دلیل جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی نورون ایجاد می‌شود. دندریت سلول‌های هرمی شکل در لایه‌های بالایی قشر مخ (لایه اول و دوم) و جسم سلولی آن‌ها در لایه‌های پایین‌تر (لایه سوم، چهارم و پنجم) هستند.

صرف نظر از سلول‌های گلیال، سایر سلول‌های قشر مخ (سلول‌های دانه‌ای و ستاره‌ای‌شکل) در ایجاد امواج پتانسیل از سطح جمجمه نقش مهمی ندارند.

در فعالیت نامنظم تالاموس و دیگر نواحی قشر مخ با اینکه جریان بین دندریت و جسم سلولی وجود دارد اما نمی‌توان امواج قابل اندازه‌گیری ثبت کرد، چون پتانسیل سلول‌های عصبی بسیار پایین است. بنابراین باید چند بخش - که هر بخش تقریبا از ده هزار سلول هرمی شکل تشکیل شده - **همزمان** فعال شوند تا بتوان پتانسیل الکتریکی مغز را ثبت کرد.

● **کاربردهای بالینی الکتروآنسفالوگرام:**

کاربردهای EEG عبارتند از: تشخیص و مکان‌یابی بیماری، تشخیص مرگ مغزی، ارزیابی مسمومیت مغزی، ارزیابی عمق بی‌حسی در بیهوشی، بررسی اثر داروها، ارزیابی آسیب‌های مغزی.

با کشف روش تصویربرداری، استفاده تشخیصی از الکتروآنسفالوگرافی کاهش یافته است اما همچنان روش تشخیصی خوبی برای طبقه‌بندی انواع صرع، حالات بیهوشی و اغما و پژوهش‌های خواب و بیداری است.

● **پتانسیل مغز وابسته به رویداد (فراخوانده یا برانگیخته):**

پتانسیل فراخوانده پتانسیل الکتریکی مغز است که **در حین، قبل یا بعد از یک رویداد حسی، حرکتی و روان‌شناختی** در موج‌نمای الکتریکی ثبت می‌شود (برای مثال با تحریک چشم می‌توانیم پتانسیل فراخوانده دیداری را ثبت کنیم).

رایج‌ترین روش ثبت پتانسیل فراخوانده استفاده از الکتروآنسفالوگرافی است که الکترودها روی پوست سر قرار می‌گیرد. می‌توان الکترودها را روی قشر مخ نیز قرار داد که به این روش الکتروکورتیکوگرام گفته می‌شود.

دامنه امواج پتانسیل فراخوانده کوچک‌تر از دامنه امواج پتانسیل ارتجالی مغز (در حالت عادی و بدون تحریک) است. امواج ارتجالی در نتیجه خاصیت مولدی مناطق تالاموس ایجاد می‌شوند و دامنه آن‌ها به وسعت نواحی قشر مخ بستگی دارد، یعنی هر چه ناحیه بزرگ‌تری از قشر مخ فعال شود دامنه آن بیشتر می‌شود.

وقتی در حالت عادی امواج مغزی را ثبت می‌کنیم (امواج زمینه)، به علت تحریکات حسی که به مغز وارد می‌شود امواج فراخوانده هم وجود دارند، اما چون ولتاژ کمتری از امواج مغزی زمینه دارند در آن محو می‌شوند. برای ثبت امواج فراخوانده باید امواج زمینه نوار مغزی را با استفاده از یک سری روشها حذف کنیم.

در پتانسیل فراخوانده با تحریک یکی از راه‌های عصبی مغز در بخش‌های دیگری از مغز پاسخ الکتریکی ثبت می‌شود. به این ترتیب می‌توان ارتباط عملی نواحی مختلف مغز را بررسی کرد.

○ **مولفه‌های برون‌زاد و درون‌زاد:**

از زمانی که یک تحریک وارد می‌شود تا زمانی که الکترود آن را ثبت کند، حدود ۱۰۰ میلی‌ثانیه طول می‌کشد. به این زمان، **زمان تاخیر یا نهفته** گفته می‌شود.

امواجی که تا ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک حسی ظاهر می‌شوند (یعنی در زمان تاخیر) مولفه‌های برون‌زاد نامیده می‌شوند. امواجی که پس از ۱۰۰ میلی ثانیه ظاهر می‌شوند مولفه‌های درون‌زاد نامیده می‌شوند.

مولفه‌های برون‌زاد بیشتر **تحت تاثیر عوامل بیرونی محرک** هستند و بنابر ویژگی‌های فیزیکی تحریک، تغییر می‌کنند. مولفه‌های درون‌زاد بیشتر **تحت تاثیر عوامل درونی** هستند و تغییرات روانی را نشان می‌دهند که تنها به شرایط محرک-پاسخ بستگی ندارد و در واقع منشا آن‌ها درون ارگانیزم است.

بین مولفه‌های پتانسیل با تعداد سلول‌های عصبی مناطق مغزی زیر الکترود همبستگی وجود دارد. به همین دلیل می‌توان از روی تغییر دامنه آن‌ها به کارکرد بافت عصبی زیر آن‌ها پی برد. این وضعیت بیشتر برای مولفه‌های برون‌زاد مشهود است.

از پتانسیل وابسته به رویداد برای تشخیص بیماری‌های چشم و گوش و سایر اختلالات مناطق مغزی و نخاعی استفاده می‌شود.

پتانسیل فراخوانده دیداری:

در تحریک بینایی، در زمان تاخیر یک موج یا مولفه برون‌زاد دیده می‌شود که P۱۰۰ نامیده می‌شود. اگر در راه انتقال اطلاعات بینایی مانع وجود داشته باشد، مثلا اگر در بیماری MS عصب بینایی صدمه دیده باشد، زمان تاخیر طولانی‌تر می‌شود (مثلا P۱۵۰ به جای P۱۰۰).

پتانسیل فراخوانده شنیداری:

پتانسیل فراخوانده شنیداری پیچیده‌تر است و چندین مولفه برون‌زاد دارد که هر کدام نشانه رسیدن تحریک صوتی به یکی از بخش‌های راه شنوایی است. هر گاه قسمتی از راه شنوایی دچار ضایعه شده باشد در موج مخصوص آن مشخص می‌شود[۱].

تاثیر شدت و کیفیت تحریک در ظهور پتانسیل فراخوانده:

فعالیت سلول‌های مغزی به شدت تحریک بستگی دارد. پتانسیل وابسته به رویداد زمانی قابل تشخیص است که شدت تحریک به اندازه شدت آستانه تحریک باشد (اگر شدت تحریک کمتر از آستانه باشد، پتانسیل ایجاد نخواهد شد). شدت تحریک فقط در میزان دامنه نوسان امواج اهمیت دارد و در زمان نهان آن‌ها تاثیری ندارد.

کیفیت تحریک نیز در میزان دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد موثر است. مثال:

- رنگ محرک نوری در دامنه پتانسیل تاثیر دارد. دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد دیداری برای رنگ قرمز که تحریک بیشتری ایجاد می‌کند، بیشتر از سایر رنگ‌هاست.
- محرک‌های مزاحم باعث کاهش دامنه پتانسیل می‌شود. بوی ماهی در حین تحریک صوتی یک گربه باعث کاهش دامنه پتانسیل وابسته به رویداد شنیداری می‌شود.
- کوهن در یک آزمایش نشان داد وقتی آزمودنی به الگوی تحریک دقت و توجه داشته باشد میزان دامنه امواج افزایش می‌یابد.

ارائه تحریک به مدت طولانی منجر به سازش فرد می‌شود و دامنه نوسان امواج پتانسیل وابسته به رویداد کاهش می‌یابد.

:: روش‌های تصویربرداری

موج‌نگاری الکتریکی (EEG)، موج‌نگاری مغناطیسی (MEG) و ثبت پتانسیل فراخوانده، فرایند پردازش اطلاعات مغز را به شکل کمّی و پیوسته نشان می‌دهند. این روش‌ها فقط تغییرات پتانسیل قشری را نشان می‌دهند. برای تکمیل این روش‌ها و آگاهی از **تغییرات پتانسیل مناطق زیرقشری** از روش‌های تصویربرداری استفاده می‌شود. روش‌های تصویربرداری برعکس الکتروآنسفالوگرافی، **دقت زمانی پایین اما دقت مکانی بالا** دارند.

روش‌های تصویربرداری به دو دسته **ساختاری و کارکردی** (عملکردی) تقسیم می‌شوند. دسته اول فقط ساختار مغز را نشان می‌دهند اما دسته دوم می‌توانند عملکرد هر منطقه را نیز نشان دهند (فعالیت بیشتر یا کم‌تر یک منطقه در زمانی خاص).

روش‌های تصویربرداری ساختاری عبارتند از: توموگرافی رایانه ای (CT) - تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

روش‌های تصویربرداری کارکردی عبارتند از: اندازه‌گیری گردش خون موضعی مغز (rCBF) - تصویربرداری نشر پوزیترون (PET) - تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی (fMRI)

توموگرافی رایانه‌ای یا برش‌نگاری رایانه‌ای (CT scan)

در توموگرافی رایانه‌ای **اشعه X (رونتگن)** از یک طرف به سر بیمار می‌تابد و از طرف دیگر به یک دستگاه اندازه‌گیری می‌تابد. سر حول محوری چرخانده می‌شود، تصویر از جهات دیگری هم گرفته می‌شود و نهایتا رایانه یک تصویر دوبعدی از زوایای مختلف مغز می‌دهد.

با توجه به اینکه بافت‌های مختلف مغز از میزان تراکم مختلفی برخوردار هستند جذب پرتو ایکس در آن‌ها تفاوت خواهد داشت. در توموگرافی بخش‌هایی از مغز که تراکم بیشتری دارند روشن‌تر از نواحی کم‌تراکم (مثلا مایع مغزی- نخاعی) ظاهر می‌شوند.

تصویربرداری تشدید مغناطیسی یا رزونانس مغناطیسی (MRI)

این روش قبلا رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR) نامیده می‌شد. در این روش فرد در یک دستگاه استوانه‌ای در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد که از آن **امواج رادیویی** عبور داده می‌شود. در نتیجه آن، اتم‌های هیدروژن موجود در آب و سایر مواد تشکیل‌دهنده بدن جابه‌جا می‌شوند (در این حالت گفته می‌شود اتم در حالت رزونانس قرار دارد). پس از مدتی اتم‌ها به وضعیت اول خود برمی‌گردند و یک موج مغناطیسی آزاد می‌شود. این امواج توسط رایانه به شکل تصویر ساختمانی بدن در می‌آید.

۱- در فصل مربوطه با انواع مولفه‌های برون‌زاد پتانسیل فراخوانده شنیداری آشنا میشوید.

تصاویر MRI چند مزیت نسبت به CT دارد: دقیق‌تر است، زوایای گرفتن تصویر متنوع‌تر است، گرفتن تصویر از نخاع و رگ‌ها مقدور است، خطر کم‌تری دارد چون از اشعه استفاده نمی‌کند، جزئیات بافت‌ها و تمایز نواحی سفید و خاکستری مغز را بهتر نشان می‌دهد.

در روش دیگری به نام طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی (MRS)، علاوه بر اتم هیدروژن تعدادی از ترکیبات دیگر بافت‌های بدن نیز در تصویر ظاهر می‌شوند. با این روش می‌توان وجود و مقدار انتقال‌دهنده‌ها و داروهای عصبی روانی در نواحی مختلف مغز را هم نشان داد.

● اندازه‌گیری گردش خون موضعی مغز (r CBF)

مقداری **ماده رادیواکتیو (مثل گاز اگزنون)** از طریق تزریق یا استنشاق وارد خون می‌شود. هر قدر فعالیت در ناحیه‌ای از مغز بیشتر باشد خون‌رسانی به آنجا بیشتر و بنابراین میزان غلظت ماده رادیواکتیو در آن ناحیه بیشتر خواهد بود و پرتوافشانی اشعه گاما از آن ناحیه قوی‌تر خواهد بود.

از طریق این روش تغییرات گردش خون در نواحی مغز در فعالیت‌های مختلف مشاهده می‌شود و می‌توان ناحیه فعال در آن فعالیت را مشخص کرد. برتری این روش این است که می‌توان درباره فعالیت مغز و کارکرد نواحی آن در افراد سالم اطلاعات کسب کرد.

محدودیت این روش این است که اندازه‌گیری گردش خون به حدود ۴۵ ثانیه زمان نیاز دارد و در این فاصله زمانی نمی‌توان تغییرات گردش خون را که بر اساس رویدادهای روانی رخ داده است بررسی کرد. در روش تزریق، اندازه‌گیری گردش خون همه نواحی محدود است اما در روش استنشاق می‌توان حتی مناطق ساقه مغز و مخچه را نیز بررسی کرد. بنابراین روش استنشاقی بر روش تزریق برتری دارد.

در روش دوبعدی تغییرات گردش خون ساختارهای سطحی ثبت می‌شود. اما اگر این روش به صورت سه‌بعدی انجام گیرد جریان خون نواحی عمیق‌تر هم ثبت می‌گردد که به این روش **SPECT** گفته می‌شود.

● تصویربرداری نشر پوزیترون (PET)

انرژی لازم برای سلول‌های عصبی از سوخت‌وساز گلوکز به دست می‌آید، بنابراین با استفاده از اندازه‌گیری سوخت‌وساز گلوکز می‌توان فعالیت نواحی مغز را مشخص کرد. در این روش **گلوکز آغشته به رادیواکتیو (گلوکز نشان‌دار)** به داخل خون تزریق می‌شود. چون منطقه‌ای که فعالیت بیشتری داشته باشد گلوکز بیشتری مصرف می‌کند، پرتوافشانی اشعه گاما در آن بیشتر خواهد بود.

با استفاده از بررسی سوخت‌وساز مغز می‌توان به چگونگی فعالیت و آسیب سلول‌های عصبی پی برد. این روش با دادن اطلاعات درباره آسیب‌های موضعی برای موارد تشخیص غیرممکن بیماری‌ها کاربرد دارد. استفاده از آن به دلیل خطر ماده رادیواکتیو محدود شده است.

● تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی (fMRI)

در این روش میزان اکسیژنی که توسط مولکول‌های هموگلوبین خون آزاد می‌شود ثبت می‌گردد. چون نواحی فعال‌تر مغز اکسیژن بیشتری نیاز دارند بنابراین هموگلوبین بیشتری نیز آزاد خواهند کرد و ناحیه فعال از این طریق مشخص خواهد شد. این روش نیز مانند دو روش قبل می‌تواند نواحی مغزی فعال و غیرفعال را نشان دهد اما برخلاف آن‌ها **بی‌خطر** است.

:: روش‌های بیوشیمیایی بررسی مغز

مقدار کمی از مواد شیمیایی مغز توسط لوله‌ای به نام سوند میکرودیالیز بیرون کشیده می‌شود و با دستگاه میکرودیالیز تجزیه و شناسایی می‌شود. همچنین با تزریق مواد مختلف به خون یا مغز می‌توان آثار عصبی، روانی و رفتاری مواد را بررسی کرد.

:: مرور مهم‌ترین نکات فصل

- از دستگاه استرئوتاکسی در روش‌های تهاجمی برای ثابت نگه داشتن سر حیوان استفاده می‌شود.
- روش‌های تهاجمی از دو نوع تخریب یا تحریک هستند که با آسیب به بافت مربوطه یا تحریک آن، عملکرد آن را مشخص می‌کنند.
- ثبت فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز از سطح پوست سر را الکتروآنسفالوگرافی یا EEG می‌گویند.
- الکتروآنسفالوگرافی دقت زمانی بالا و دقت مکانی پایینی دارد. روش‌های تصویربرداری دقت زمانی پایین و دقت مکانی بالایی دارند.
- الکتروآنسفالوگرافی فعالیت الکتریکی قشر مخ را نشان می‌دهد اما پتانسیل الکتریکی مناطق زیرقشری، به خصوص تالاموس که راه‌انداز قشر مخ است، هم باید مورد توجه قرار گیرد. روشهای تصویربرداری می‌توانند پتانسیل الکتریکی مناطق زیرقشری را نشان دهند.
- انواع امواج مغزی به ترتیب از سریع‌ترین به آهسته‌ترین امواج عبارتند از: بتا، آلفا، تتا، دلتا

- پس از ۳۰ سالگی در حالت بیداری و استراحت فقط امواج آلفا و بتا وجود دارد.
- امواج مغزی در بیداری و خواب عبارتند از: بیداری: آلفا و بتا - مرحله ۱: محو آلفا و ظهور تتا - مرحله ۲: تتا - مرحله ۳ و ۴: دلتا - مرحله خواب رویا: امواج شبیه بیداری
- موج آلفا در هنگام بیداری و توجه کم‌تر بینایی در قطعه پس‌سری ثبت می‌شوند.
- با تمرکز بینایی، دقت و توجه، شروع فعالیت فکری یا دریافت محرک حسی شدید مخصوصا محرک‌های دیداری، امواج آلفا متوقف و امواج بتا ایجاد می‌شوند. به این پدیده "وقفه آلفا" گفته می‌شود. در موقع خواب نیز امواج آلفا ناپدید می‌شوند.
- موج بتا در حالات هیجانی و عاطفی و برانگیختگی ثبت می‌شود.
- موج تتا در بالغین به ندرت و در حالت تنش، یاس، ناامیدی و برخی اختلالات مغزی ظاهر می‌شود ولی ثبت آن در کودکان طبیعی است.
- موج دلتا در بزرگسالان در هنگام خواب و بیهوشی و در کودکان شیرخوار در اغلب ساعات شبانه‌روز ثبت می‌شود.
- دندریت سلول‌های هرمی قشر مخ عامل اصلی تشکیل امواج مغزی هستند.
- الکتروآنسفالوگرافی روش خوبی برای طبقه‌بندی انواع صرع، حالات بیهوشی و اغما و پژوهش‌های خواب و بیداری است.
- پتانسیل فراخوانده در حین، قبل یا بعد از یک رویداد حسی، حرکتی و روان‌شناختی در موج‌نمای الکتریکی ثبت می‌شود.
- امواجی که تا ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک حسی ظاهر می‌شوند مولفه‌های برون‌زاد و امواجی که پس از ۱۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شوند مولفه‌های درون‌زاد نامیده می‌شوند.
- مولفه‌های برون‌زاد بیشتر تحت تاثیر عوامل بیرونی محرک هستند اما مولفه‌های درون‌زاد تحت تاثیر عوامل درون‌روانی هستند.
- روش‌های تصویربرداری ساختاری عبارتند از: توموگرافی رایانه ای (CT) - تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)
- روش‌های تصویربرداری عملکردی عبارتند از: اندازه‌گیری گردش خون موضعی مغز (rCBF) - تصویربرداری نشر پوزیترون (PET) - تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی (fMRI)
- در CT scan از اشعه X (رونتگن) استفاده می‌شود. بخش‌هایی از مغز که تراکم بیشتری دارند اشعه بیشتری جذب می‌کنند و روشن‌تر از نواحی کم‌تراکم ظاهر می‌شوند.
- در MRI امواج مغناطیسی ساطع‌شده از اتم‌های هیدروژن ثبت می‌شوند. MRI نسبت به CT تصاویر دقیق‌تری ارائه می‌کند و خطر کم‌تری دارد.
- در rCBF از ماده رادیواکتیو مثل اگزنون استفاده می‌شود که استنشاق یا به خون تزریق می‌شود. در PET گلوکز آغشته به رادیواکتیو به داخل خون تزریق می‌شود. در هر دو روش هر چه فعالیت ناحیه‌ای از مغز بیشتر باشد خون‌رسانی به آن بیشتر است و اشعه گامای بیشتری ساطع می‌کند. بنابراین می‌توان ناحیه مغزی فعال در یک عملکرد را مشخص کرد.
- در روش fMRI میزان اکسیژنی که توسط مولکول‌های هموگلوبین خون آزاد می‌شود ثبت می‌گردد. هر چه فعالیت ناحیه‌ای بیشتر باشد به اکسیژن بیشتری نیاز دارد و هموگلوبین بیشتری نیز آزاد خواهد کرد. از این طریق ناحیه فعال مشخص خواهد شد. این روش برخلاف دو روش قبل بی‌خطر است.

سوال‌های کنکور سراسری

۱) دندریت کدام سلول‌ها در پدیدایی امواج مغزی نقش اساسی دارد؟ (سراسری ۹۵)

۱) دانه‌ای بزرگ ۲) دانه‌ای کوچک ۳) هرمی ۴) ستاره‌ای

۲) برای ثبت کدام موج‌نمای الکتریکی، فعالیت همزمان ده‌ها هزار سلول عصبی هرمی ضرورت دارد؟ (سراسری ۹۰)

۱) ماهیچه چشم ۲) قلب ۳) شبکیه ۴) مغز

۳) در کدام روش فعالیت سوخت‌وساز مغز ارزیابی می‌شود؟ (سراسری ۸۹)

۱) PET ۲) اشعه ایکس ۳) MRI ۴) CT scan

۴) موج نمای الکتریکی ..... منشا تغییر پتانسیل را به دقت نشان نمی‌دهد. (سراسری ۸۶)

۱) پوست ۲) قلب ۳) مغز ۴) ماهیچه

۵) کدام شیوه پاراکلینیکی زیر برای سنجش ساختار مغز کارایی ندارد؟ (سراسری ۸۳)

۱) MRI ۲) EEG ۳) CT scan ۴) PET.scan

۶) مزیت روش تصویرسازی تموج مغناطیسی چیست؟ (سراسری ۸۲)

۱) میزان پرتوافشانی نسوج مغزی را اندازه‌گیری می‌کند.

۲) تغییرات گردش خون را در ساخت‌های مغز نشان می‌دهد.

۳) میزان سوخت‌وساز گلوکز نواحی مغزی اندازه‌گیری می‌شود.

۴) ارگانیزم در معرض پرتوافشانی اشعه رونتگن قرار نمی‌گیرد.

۷) پس از چند میلی ثانیه ظهور مولفه‌های پتانسیل مغز وابسته به رویداد مبین تغییرات روانی است؟ (سراسری ۸۰)

۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۰۰

۸) هنگام تمرکز دیداری، دقت و توجه در کدام موج الکتروانسفالوگرام وقفه ایجاد می‌شود؟ (سراسری ۸۰)

۱) آلفا ۲) بتا ۳) تتا ۴) دلتا

پاسخ تشریحی

۱) گزینه ۳

دندریت سلول‌های هرمی شکل، عامل اصلی تشکیل امواج مغزی هستند. به عبارتی، تغییرات پتانسیل قشر مغز به دلیل جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی نورون ایجاد می‌شود.

۲) گزینه ۴

در فعالیت نامنظم تالاموس و دیگر نواحی قشر مخ با اینکه جریان بین دندریت و جسم سلولی وجود دارد اما نمی‌توان امواج قابل اندازه‌گیری ثبت کرد، چون پتانسیل سلول‌های عصبی بسیار پایین است. بنابراین باید چند بخش - که هر بخش تقریبا از ده هزار سلول هرمی شکل تشکیل شده - همزمان فعال شوند تا بتوان پتانسیل الکتریکی مغز را ثبت کرد.

۳) گزینه ۱

در روش PET با استفاده از اندازه‌گیری سوخت‌وساز گلوکز می‌توان فعالیت نواحی مغز را مشخص کرد. با بررسی سوخت و ساز مغز از این طریق، می‌توان به چگونگی فعالیت و آسیب سلول‌های عصبی پی برد.

۴) گزینه ۳

الکتروآنسفالوگرافی (ثبت فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز) دقت زمانی بالایی دارد اما دقت مکانی آن پایین است. به همین دلیل فرایندهای سریع مغزی را نشان می‌دهد اما منطقه‌ای که منشا تغییر پتانسیل بوده را به دقت نشان نمی‌دهد.

۵) گزینه ۲

موج‌نگاری الکتریکی (EEG) فرایند پردازش اطلاعات مغز را به شکل کمی و پیوسته نشان می‌دهند. این روش فقط تغییرات پتانسیل قشری را نشان می‌دهد. برای تکمیل این روش از روش‌های تصویربرداری استفاده می‌شود. روش‌های تصویربرداری برعکس الکتروآنسفالوگرافی، دقت زمانی پایین اما دقت مکانی بالایی دارند و می‌توانند ساختار و عملکرد مغز را نشان دهند.

۶) گزینه ۴

تصاویر MRI (تصویربرداری تشدید مغناطیسی) نسبت به CT scan خطر کم‌تری دارد چون از اشعه استفاده نمی‌کند. در این روش فرد در یک دستگاه استوانه‌ای در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد که از آن امواج رادیویی عبور داده می‌شود.

۷) گزینه ۴

در پتانسیل فراخوانده، امواجی که پس از ۱۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شوند مولفه‌های درون‌زاد نامیده می‌شوند. مولفه‌های درون‌زاد بیشتر تحت تاثیر عوامل درونی هستند و تغییرات روانی را نشان می‌دهند.

۸) گزینه ۱

با تمرکز بینایی، دقت و توجه، شروع فعالیت فکری یا دریافت محرک حسی شدید مخصوصا محرک‌های دیداری، امواج آلفا متوقف و امواج بتا ایجاد می‌شوند. به این پدیده "وقفه آلفا" گفته می‌شود.

سوال‌های تالیفی

۱) ثبت فعالیت الکتریکی سلول‌های مغز از سطح پوست سر چه نامیده می‌شود؟
۱) EEG ۲) MEG ۳) EKG ۴) EKG

۲) کدام یک از روش‌های زیر دقت مکانی پایین و دقت زمانی بالایی دارد؟
۱) روش‌های تصویربرداری ۲) مگنتوآنسفالوگرافی (MEG)
۳) الکتروآنسفالوگرافی (EEG) ۴) الکتروکورتیکوگرافی

۳) کدام منطقه زیرقشری راه‌انداز قشر مخ است؟
۱) هیپوتالاموس ۲) تالاموس ۳) دستگاه لیمبیک ۴) گره‌های پایه

۴) سریع‌ترین و آهسته‌ترین امواج مغزی به ترتیب کدام است؟
۱) بتا و دلتا ۲) دلتا و تتا ۳) بتا و آلفا ۴) آلفا و دلتا

۵) در کدام روش با تزریق سدیم آمیتال به یکی از سرخرگ‌های سر، یک نیمکره مغز موقتا غیرفعال می‌شود؟
۱) آزمایش وبر ۲) آزمایش وادا ۳) الکتروآنسفالوگرافی ۴) مگنتوآنسفالوگرافی

۶) پس از ۳۰ سالگی کدام یک از امواج زیر در حالت بیداری و استراحت ثبت می‌شوند؟
۱) آلفا و تتا ۲) دلتا و تتا ۳) تتا و بتا ۴) آلفا و بتا

۷) کدام یک از امواج مغزی در مراحل عمیق خواب غیررویا (مراحل سه و چهار) ثبت می‌شوند؟
۱) دلتا ۲) بتا ۳) تتا ۴) آلفا

۸) کدام یک از امواج مغزی در حالت برانگیختگی مغز در خواب رویا ثبت می‌شوند؟
۱) آلفا ۲) بتا ۳) تتا ۴) دلتا

۹) موج آلفا در کدام یک از قطعات قشر مخ بیشترین ولتاژ را دارد؟
۱) گیجگاهی ۲) پیشانی ۳) آهیانه‌ای ۴) پس‌سری

۱۰) پدیده وقفه آلفا در کدام یک حالات زیر اتفاق می‌افتد؟
۱) عدم وجود تحریکات حسی ۲) توقف فعالیت‌های فکری
۳) دقت و توجه ۴) توجه کم‌تر بینایی

۱۱) کدام موج مغزی در بیداری در بزرگسالان دیده نمی‌شود اما در نوزادان به شکل طبیعی وجود دارد؟
۱) آلفا ۲) دلتا ۳) تتا ۴) بتا

۱۲) در حالت تنش روانی، یاس و ناامیدی چه موجی ثبت می‌شود؟
۱) آلفا ۲) بتا ۳) تتا ۴) دلتا

۱۳) با قطع ارتباط قشر مخ و تالاموس کدام یک از امواج زیر ناپدید می‌شود؟
۱) آلفا ۲) بتا ۳) تتا ۴) دلتا

۱۴) کدام‌یک از سلول‌های زیر عامل اصلی تشکیل امواج مغزی هستند؟
۱) گلیال ۲) هرمی ۳) ستاره‌ای شکل ۴) دانه‌ای

۱۵) برای طبقه‌بندی انواع صرع از کدام یک از روش‌های زیر استفاده می‌شود؟
۱) MRI ۲) CT scan ۳) EEG ۴) f MRI

۱۶) با افزایش وسعت ناحیه فعال قشر مخ دامنه امواج پتانسیل ارتجالی مغز چه تغییری می‌کند؟

۱) بیشتر می‌شود. ۲) کم‌تر می‌شود.

۳) تغییر نمی‌کند. ۴) به کیفیت تحریک بستگی دارد.

۱۷) دامنه امواج پتانسیل فراخوانده نسبت به پتانسیل ارتجالی مغز چگونه است؟

۱) کمتر ۲) بیشتر ۳) یکسان ۴) به نوع تحریک بستگی دارد.

۱۸) مولفه درون‌زاد پتانسیل فراخوانده چه زمانی ظاهر می‌شود؟

۱) تا ۱۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک ۲) ۱۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک

۳) تا ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک ۴) ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک

۱۹) میزان دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد به چه چیزی بستگی دارد؟

۱) عوامل درون‌روانی ۲) شدت و کیفیت تحریک

۳) وسعت مناطق قشری فعال ۴) میزان فعالیت دستگاه شبکه‌ای

۲۰) کدام یک جزو روش‌های تصویربرداری عملکردی نیست؟

۱) CT scan ۲) PET ۳) r CBF ۴) f MRI

۲۱) در کدام روش تصویربرداری از اشعه ایکس استفاده می‌شود؟

۱) CT scan ۲) MRI ۳) PET ۴) r CBF

۲۲) ثبت امواج ساطع شده از اتم‌های هیدروژن در کدام روش تصویربرداری استفاده می‌شود؟

۱) r CBF ۲) MRI ۳) PET ۴) SPECT

۲۳) در کدام روش تصویربرداری ماده رادیواکتیو اگزنون استنشاق یا به خون تزریق می‌شود؟

۱) PET ۲) r CBF ۳) f MRI ۴) MRS

۲۴) در کدام روش تصویربرداری گلوکز آغشته به رادیواکتیو به داخل خون تزریق می‌شود؟

۱) تصویربرداری نشر پوزیترون ۲) تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی

۳) طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی ۴) اندازه‌گیری گردش خون موضعی مغز

۲۵) در کدام روش میزان اکسیژنی که توسط مولکول‌های هموگلوبین خون آزاد می‌شود، ثبت می‌شود؟

۱) تصویربرداری نشر پوزیترون ۲) تصویربرداری عملکردی رزونانس مغناطیسی

۳) طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی ۴) اندازه‌گیری گردش خون موضعی مغز

۲۶) کدام روش تصویربرداری کاربردی نسبت به بقیه خطری به دنبال ندارد؟

۱) MRI ۲) f MRI ۳) PET ۴) SPECT