



مدرسان شریف

فصل اول

«تعریف و روش‌های تحقیق روانشناسی فیزیولوژیک»

درسنامه: روش‌های تحقیق در روانشناسی فیزیولوژیک



روانشناسی فیزیولوژیک یک علم میان رشته‌ای است که به بررسی رابطه بین مغز و فرآیندهای بدنی با رفتار می‌پردازد. روانشناسی فیزیولوژیک، روانشناسی عصب‌شناختی و فیزیولوژی روانی مکمل یکدیگر هستند و هر سه بخشی از روانشناسی زیست‌شناختی به شمار می‌آیند. در اهمیت روانشناسی فیزیولوژیک باید به نظریه تقلیل‌گرایی یا کاهش‌گری اشاره کرد. براساس این نظریه علت تمام رفتارهای روانی و فیزیکی جاندار با فرآیندهای مغزی و بدنی قابل توضیح است.

نکته ۱: روانشناسی علمی فعالیت خود را با طرح «اصول روانشناسی فیزیولوژیک» توسط وونت در سال ۱۸۷۴ آغاز کرد.

معمولاً از دو روش برای بررسی رابطه بین فرآیندهای مغزی و رفتاری استفاده می‌کنند. در روش اول، فیزیولوژی بدن را به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌کنند و به اندازه‌گیری متغیر وابسته (رفتار) می‌پردازند. در روش دوم، رفتار به عنوان متغیر مستقل دستکاری می‌شود و تغییرات فیزیولوژی را به عنوان متغیر وابسته اندازه می‌گیرند. در روانشناسی زیست‌شناختی و روانشناسی عصب‌شناختی، روش اول و در روانشناسی فیزیولوژیک، روش دوم کاربرد دارد. در آزمایش‌های حیوانی، روانشناسی زیست‌شناختی و روانشناسی فیزیولوژیک از آسیب و تحریک بافت عصبی استفاده می‌کنند، ولی در آزمایش‌های انسانی (بروز رفتار و فرآیند تفکر) در هر دو شاخه، از روش ثبت فرآیندهای الکتریکی مغز استفاده می‌شود.

از لحاظ روش‌شناختی، روانشناسی عصب‌شناختی (نورویسکولوژی) بین روانشناسی زیست‌شناختی و روانشناسی فیزیولوژیک قرار دارد. از آن‌جا که آزمایش بر روی مغز انسان جایز نیست، لذا روانشناسی عصب‌شناختی مطالعات خود را بر روی بیماران مبتلا به اختلال‌های مغزی متمرکز می‌کند. از تغییر رفتار چنین بیمارانی می‌توان به اهمیت ساخت‌ها و روابط آن‌ها برای رفتار معین پی برد و بررسی می‌گردد که آسیب به هر منطقه از مغز این بیماران با چه تغییر یا اختلال رفتاری ربط دارد. روش تشخیص روانشناسی عصب‌شناختی، اساس طرح توانبخشی روانشناختی را برای بیماران مغزی مختلف فراهم می‌کند.

نکته ۲: تعمیم نتایج پژوهش‌های روانشناسی فیزیولوژیک بر روی انسان، به وسیله‌ی روانشناسی عصب‌شناختی انجام می‌شود.

نکته ۳: فیزیولوژی روانی ارتباط بین فرآیندهای زیستی در ارگانیزم انسان را با ثبت فعالیت مغز (مانند ثبت فعالیت الکتریکی مغز به هنگام مراحل مختلف خواب) بررسی می‌کند.

(آزاد: ۸۷)

مثال ۱: کدام یک از رشته‌های تخصصی زیر جدیدترین شاخه روانشناسی زیست‌شناسی نگر است؟

(۴) علوم عصب‌نگر شناختی

(۳) روانشناسی تطبیقی

(۲) عصب روانشناسی

(۱) داروشناسی روانی

پاسخ: گزینه «۴» از جمله جدیدترین شاخه‌های روانشناسی زیست‌شناسی نگر، می‌توان به علوم عصب‌نگر شناختی اشاره کرد.



انواع روش‌های تحقیق در روانشناسی فیزیولوژیک

الف) روش‌های تهاجمی

۱- روش تخریب (Lesion Method): روش تخریب بازگشت‌پذیر و بازگشت‌ناپذیر بافت عصبی، یکی از روش‌های متداول در روانشناسی زیست‌شناختی و روانشناسی فیزیولوژیک است. با تخریب یک ناحیه از مغز به بررسی تأثیر این تخریب بر رفتار جاندار می‌پردازند.

نتایج روش تخریب، نتایج کلی محسوب می‌شود. وقتی رفتار مختل شده برای مدت طولانی ادامه یابد، می‌توان نتیجه گرفت که ناحیه آسیب‌دیده در پدید آوردن آن رفتار اهمیت دارد و در صورتی که در رفتار حیوان پس از آسیب تغییری ایجاد نشود، در این صورت آن ناحیه در پدید آوردن آن رفتار نقشی ندارد.

۲- روش تحریک: تحریک الکتریکی مغز به ویژه کرتکس، در جریان جراحی اعصاب، به یافته‌های مهمی در تعیین گستره کنش روانی منجر شده است. به عنوان مثال، در افراد مبتلا به صرع کانونی، ناحیه ایجادکننده حمله صرعی را در قطعه گیجگاهی، بدون آسیب زدن به سایر مراکز، جراحی می‌کنند. در آزمایش‌های حیوانی برای ثابت نگه‌داشتن سر حیوان و وارد کردن الکتروود با سرنگ، به بافت عصبی مغز، از دستگاه استرئوتاکسی (Stereotaxie) استفاده می‌کنند. به طوری که پس از مشخص کردن ناحیه موردنظر، با استفاده از اطلس مغز که مختصات محل موردنظر را در جهات مختلف به میلی‌متر نشان می‌دهد، از محل تقاطع محورهای جلویی پشتی و طرفی میانی کاسه سر، محل موردنظر را بر روی مجموعه‌ی حیوان علامت‌گذاری می‌کنند.

نکته ۴: روانشناسی زیست‌شناختی با استفاده از روش تحریک به یکی از یافته‌های مهم، یعنی خود تحریک‌شدگی درون مجموعه‌ای در فرآیند تقویت دست یافت. در این روش می‌توان به جای تحریک الکتریکی از تحریک شیمیایی استفاده کرد.

ب) روش‌های غیرتهاجمی

۱) موج نمای الکتریکی مغز (الکتروانسفالوگرافی (EEG)): ثبت فعالیت الکتریکی مغز انسان یکی از روش‌های مهم تحقیق ارتباط بین مغز و رفتار به شمار می‌رود. نقطه ضعف این روش این است که مکان منشأ تغییر پتانسیل به دقت نشان داده نمی‌شود. فرآیند پردازش اطلاعات در مغز خیلی سریع (در فاصله زمانی میلی‌ثانیه) انجام می‌شود و ثبت آن با روش تصویربرداری امکان‌پذیر نیست، لذا اندازه‌گیری آن باید با دقت و سرعت انجام گیرد. اگرچه موج نمای الکتریکی مغز، امواج پتانسیل کرتکس مغز را نشان می‌دهد، اما فرستادن پتانسیل الکتریکی مناطق زیر قشری به کرتکس، در پدیداری آن مؤثر است و به هر حال EEG اطلاعات مناطق زیر قشری را به وضوح نشان نمی‌دهد و صرفاً امواج سطح قشر مغز را که بین دندریت‌ها و اجسام سلولی ایجاد می‌شوند نشان می‌دهد.

برای تفسیر اهمیت فیزیولوژیکی موج نمای الکتریکی، باید به ساخت‌های زیر قشری، به ویژه تالاموس، به عنوان راه‌انداز قشر تازه مخ توجه کرد. این امر برای امواج آلفا و کند مغز نیز صادق است، ولی چگونگی پدیدآیی الکتریسیته زیستی تتا و دلتا هنوز مشخص نیست. این امواج در هنگام خواب قابل ثبت هستند.

۲- امواج سینوسی شکل آلفا (۸-۱۳ هرتز): این امواج را می‌توان با چشم غیرمسلح به خوبی تشخیص داد که در حالات بیداری، ارزش و توجه کمتر بینایی، از قطعه پس‌سری قابل ثبت هستند. به هنگام تمرکز بینایی و دقت و توجه، فوراً در امواج آلفا وقفه ایجاد می‌شود. در بیشتر افراد امواج بتا (۱۳ تا ۴۰ هرتز) با فرکانس بالا جای آن را می‌گیرد؛ این پدیده را «وقفه آلفا» می‌نامند.

علایم موج‌نگار الکتریکی مغز (EEG) نشان‌دهنده تجمع فعالیت ساخت‌های عصبی و نظام‌های مقاومت انتقال‌دهنده‌ها (نورترانسمیترها) هستند. موج‌نگار الکتریکی مغز و پتانسیل مغز وابسته به رویداد (فراخوانده)، برای شناخت و رفتار اهمیت دارد. نظم امواج موج‌نگار الکتریکی مغز به نظم ساخت و آرایش یاخته‌ای قشر تازه مخ بستگی دارد. به غیر از سلول‌های گلیال، که نورون محسوب نمی‌شوند سلول‌های دانه‌ای و ستاره‌ای شکل هم در پدیدآیی امواج پتانسیل از سطح مجموعه نقش مهمی ایفا نمی‌کنند.

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

(۴) مغز EEG

(۳) شبکه ERG

(۲) قلب EKG

(۱) ماهیچه چشم EOG

پاسخ: گزینه «۱» سلول‌های قشر مخ به ویژه آن‌هایی که در لایه سوم قرار دارند، بیشترین تأثیر را روی EEG دارند. در واقع می‌توان گفت برآیند جریان الکتریکی بین دندریت و جسم سلولی هزاران سلول هرمی باعث بروز EEG می‌شود. بنابراین باید چند بخش (هر بخش تقریباً از ۱۰ هزار سلول عصبی هرمی تشکیل شده است) هم‌زمان فعال شود تا پتانسیل امواج الکتریکی مغز کاسه سر را ثبت کند.

مثال ۳: دندریت کدام سلول‌ها، در پدیدآیی امواج مغزی نقش اساسی دارد؟ (سراسری ۹۵)

(۴) هرمی

(۳) دانه‌ای بزرگ

(۲) ستاره‌ای

(۱) دانه‌ای کوچک

پاسخ: گزینه «۴» نظم امواج موج‌نگار الکتریکی مغز به نظم ساخت و آرایش یاخته‌ای قشر تازه مخ بستگی دارد. ولی ساخت اصلی آن‌ها با وجود تفاوت لایه‌های مناطق مغزی یکسان است. دندریت سلول‌های هرمی شکل در بالا (لایه اول و دوم) و جسم سلولی آن‌ها در پایین (لایه سوم، چهارم و پنجم) قرار دارد. صرف‌نظر از سلول‌های گلیال، دیگر انواع سلول‌ها (سلول‌های دانه‌ای و ستاره‌ای شکل) در پدیدآیی امواج پتانسیل از سطح مجموعه نقش مهمی ایفا نمی‌کنند.

(سراسری ۸۶)

کج مثال ۴: موج نمای الکتریکی منشأ تغییر پتانسیل را به دقت نشان نمی‌دهد.

(۱) پوست (EDG) (۲) قلب (EKG) (۳) مغز (EEG) (۴) ماهیچه (EMG)

پاسخ: گزینه «۳» در طی EEG برای پتانسیل‌های پس‌سیناپسی، تحریک و مهار سلول‌های مغز را از سطح مجموعه ثبت می‌کند و در کل EEG منشأ تغییر پتانسیل را به خوبی نشان می‌دهد.

نکته ۵: دندربیت‌ها عامل اصلی تشکیل امواج مغزی شناخته می‌شوند، به عبارت دیگر، تغییرات پتانسیل کرتکس مغز به دلیل جریان الکتریکی بین دندربیت و جسم سلولی یاخته‌های عصبی به وجود می‌آیند.

پتانسیل سلول‌های عصبی بسیار پایین است، بنابراین باید چند بخش (هر بخش تقریباً از ده هزار سلول عصبی هرمی شکل تشکیل شده است) همزمان فعال شوند تا بتوان پتانسیل امواج الکتریکی مغز را ثبت کرد. بنابراین امواج ثبت‌شده به صورت کلی هستند و جزئیات مناطق مختلف قشری را نشان نمی‌دهند. در موارد بالینی از موج‌نمای الکتریکی مغز (EEG) برای تشخیص و تعیین مراحل خواب، گستره ابتلای بیماری، تشخیص انواع صرع، تشخیص مرگ مغزی، ارزیابی مسمومیت مغزی، ارزیابی عمق بی‌حسی در بیهوشی، بررسی اثر داروها در دارودرمانی و ارزیابی آسیب‌های مغزی در عصب‌شناسی استفاده می‌کنند.

ج) پتانسیل مغز وابسته به رویداد (فراخوانده - EP)

پتانسیل وابسته به رویداد، پتانسیل الکتریکی مغز است که در جریان رویداد حسی، حرکتی و روانشناختی یا قبل و بعد از آن در موج نمای الکتریکی مغز قابل اندازه‌گیری و ثبت است. معمولاً دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد، کوچک‌تر از دامنه پتانسیل ارتجالی موج‌نمای الکتریکی مغز است. این امر بیشتر به تعیین گستره محلی نواحی مختلف کرتکس بستگی دارد که در نتیجه خاصیت مولدی مناطق تالاموس پدید می‌آید و به این واقعیت مربوط می‌شود که کمتر رویدادی از لحاظ شکل و دامنه امواج، مانند موج نمای الکتریکی مغز است. به عنوان مثال از فرد خواسته می‌شود تا یک مسئله ریاضی را حل کند و امواج مغزی توسط EEG ثبت می‌شود یا یک آزمون حافظه گرفته می‌شود و امواج ثبت می‌شود.

EP شامل مؤلفه‌های زیر است:

۱- مؤلفه‌های درون‌زاد و برون‌زاد: اساساً بین مؤلفه‌های پتانسیل با تعداد سلول‌های عصبی مغزی زیر الکتروود همبستگی وجود دارد. به همین دلیل می‌توان از نقصان و کاهش دامنه معینی، به چگونگی کنش بافت عصبی پی برد. این وضعیت بیشتر برای مؤلفه‌هایی مشهود است که تا ۱۰۰ میلی‌ثانیه پس از تحریک حسی ظاهر می‌شوند (مؤلفه‌های برون‌زاد). امواج تا ۱۰ میلی‌ثانیه را پتانسیل ساقه مغز می‌نامند که مؤلفه‌های آن در ایستگاه‌های مختلف نظام شنیداری تجمع یافته است. موج II (دوم) از هسته حلزونی، موج III (سوم) از هسته زیتونی، موج IV (چهارم) و V (پنجم) از برجستگی‌های پایینی و موج VI (ششم) از هسته زانویی میانی تالاموس ناشی می‌شود. از تغییر دامنه و زمان این مؤلفه‌ها می‌توان آسیب‌های نظام شنیداری را شناخت. تمام مؤلفه‌هایی که پس از ۱۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شوند، تغییرات ناشی از تغییرات روانی را نشان می‌دهند که تنها به شرایط محرک - پاسخ بستگی ندارند. این مؤلفه‌ها را مؤلفه‌های درون‌زاد می‌گویند، زیرا پیش‌بینی می‌شود و منشأ این تغییرات در درون ارگانیزم است.

۲- تأثیر شدت و کیفیت تحریک در ظهور پتانسیل وابسته به رویداد: فعالیت سلول‌های مغزی به شدت تحریک الگو بستگی دارد. پتانسیل وابسته به رویداد هنگامی قابل تشخیص است که شدت تحریک به اندازه شدت تحریک آستانه باشد. یعنی تکلیف داده‌شده به آزمودنی به گونه‌ای باشد که باعث تحریک سلول‌های مغزی شود و باعث ایجاد پتانسیل عمل در آن‌ها گردد.

شدت تحریک فقط در میزان دامنه نوسان امواج بااهمیت است و در زمان‌های نهان امواج هیچ گونه تأثیری ندارد. کیفیت تحریک مانند تغییر رنگ الگوهای تحریک، در میزان دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد دیداری مؤثر است، به طوری که دامنه امواج پتانسیل وابسته به رویداد برای رنگ قرمز بیشتر از سایر رنگ‌هاست. بر این اساس هر رویداد و فعالیتی دامنه خاص خود را دارد که در الکتروانسفالوگرام قابل ثبت است. از پتانسیل وابسته به رویداد در تشخیص بیماری‌های چشم؛ از قبیل تغییر شکست نور عدسی، اختلال ماکولا، مردمک و راه عصب بینایی و بیماری‌های گوش؛ مانند اختلال راه عصب شنوایی و دیگر اختلال‌های مناطق مغزی و نخاعی استفاده می‌کنند.

(سراسری ۸۵)

کج مثال ۵: در چند میلی‌ثانیه پس از تحریک، تغییرات روانی یا مؤلفه‌های درون‌زاد پتانسیل فراخوانده ظاهر می‌شوند؟

(۱) ۱۰۰۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰

پاسخ: گزینه «۲» تمام مؤلفه‌هایی که پس از ۱۰۰ میلی‌ثانیه ظاهر می‌شوند، تغییرات ناشی از تغییرات روانی را نشان می‌دهند که تنها به شرایط محرک - پاسخ بستگی ندارند، این مؤلفه‌ها را مؤلفه‌های درون‌زاد می‌نامند، زیرا پیش‌بینی می‌شود منشأ این تغییرات در درون ارگانیزم است. امواجی که تا ۱۰۰ هزارم ثانیه ثبت می‌شوند موسوم به مؤلفه‌های برون‌زاد و امواجی که بعد از ۱۰۰ هزارم ثانیه ثبت می‌شوند مؤلفه‌های درون‌زاد می‌باشند.

د) روش‌های تصویربرداری

سه روش موج‌نگاری الکتریکی مغز، پتانسیل وابسته به رویداد و موج‌نگاری مغناطیسی مغز، روش‌هایی هستند که به صورت کمی و پیوسته چگونگی فرآیند پردازش اطلاعات مغز انسان را نشان می‌دهند. این روش‌ها فقط تغییرات منظم الکتریکی و مغناطیسی شبکه وسیع قشری را مشخص می‌کنند و آگاهی از تغییرات پتانسیل مناطق زیر قشری با روش غیرمستقیم امکان‌پذیر است. در کل استفاده از روش تصویربرداری برای تکمیل تصویر فرآیند مغز انسان، اجتناب‌ناپذیر است.

۱- روش اول پرتونگاری (تصویربرداری) با اشعه رونتگن: در این روش بین لایه‌های عنکبوتیه و سخت شامه هوا تزریق می‌شود و یا یک ماده حاجب در سرخرگ بزرگ مغز تزریق می‌کنند و سپس مغز را در معرض اشعه رادیواکتیو رونتگن قرار می‌دهند. به علت خطرناک بودن اشعه رادیواکتیو این روش یک روش تهاجمی است و به جای این روش تهاجمی از روش ترموگرافی کامپیوتری استفاده می‌کنند که یک روش غیرتهاجمی است. یعنی به جای اشعه رونتگن از امواج گرما استفاده می‌شود.

۲- روش اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی: اولین بار اینگوار در سال ۱۹۷۶ برای اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی مقدار کمی محلول رادیواکتیو را مانند اگزنون ۱۳۳ (که در اتمسفر یافت می‌شود)، در سرخرگ سبات داخلی تزریق کرد که به وسیله گاز هم استنشاق می‌شود. برتری این روش این است که می‌توان به وسیله آن اطلاعاتی درباره‌ی فعالیت مغز و کنش نواحی آن در افراد سالم کسب کرد. البته در روش تزریق این مشکل وجود دارد که اندازه‌گیری گردش خون مغزی محدود است، ولی با روش استنشاق این مشکل وجود ندارد؛ زیرا توزیع ماده رادیواکتیو در مجموع گردش خون مغزی انجام می‌شود، به طوری که اندازه‌گیری گردش خون در مناطق زیر پوشش سرخرگ مهره‌ای قاعده‌ای در ساقه مغز و مخچه نیز امکان‌پذیر است. محدودیت این روش، این است که اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی به زمانی حدود ۴۵ ثانیه نیاز دارد و در این فاصله زمانی نمی‌توان تغییرات گردش خون در مناطق مغز را بر اساس رویدادهای روانی تحلیل کرد.

نکته ۶: امروزه با دستگاه ثبت دو بعدی می‌توان تغییرات گردش خون را در ساختارهای سطحی مغز و با دستگاه ثبت سه بعدی تغییرات گردش خون را در ساختارهای عمیق مغز ثبت کرد.

نکته ۷: اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی در فعالیت مختلف مغزی، مانند آزمون‌های ریاضی، ادراک سه بعدی دیداری و حرکتی، غالباً با افزایش گردش خون نواحی مغزی در ماده خاکستری قشر مربوط، همراه است.

مثال ۶: کدام یک از روش‌های کمک تشخیصی با تزریق ۲ دیوکسی گلوکز، فعالیت نورون‌های مغزی را مشخص می‌سازد؟ (آزاد ۸۸)

- (۱) توموگرافی کامپیوتری (۲) آنژیوگرافی (۳) توموگرافی نشرپوزیترون (۴) الکتروانسفالوگرافی

پاسخ: گزینه «۳» توموگرافی نشر پوزیترون با تزریق ۲ دیوکسی گلوکز، فعالیت نورون‌های مغزی را تشخیص می‌دهد. این روش به طور اختصاری همان روش PET اندازه‌گیری گلوکز می‌باشد که با تزریق به نورون‌های مغزی فعالیت آن‌ها را می‌سنجد.

مثال ۷: به هنگام تمرکز دیداری، دقت و توجه، در کدام موج الکتروانسفالوگرام وقفه ایجاد می‌شود؟ (سراسری ۸۰)

- (۱) آلفا (۲) بتا (۳) تتا (۴) دلتا

پاسخ: گزینه «۱» به هنگام تمرکز دیداری، دقت و توجه، در امواج آلفا وقفه ایجاد می‌شود و در بیشتر افراد امواج بتا با فرکانس بالا ثبت می‌شوند که این با عنوان وقفه‌ی آلفا شناخته می‌شود.

۳- روش اندازه‌گیری سوخت و ساز قند خون: با استفاده از این روش می‌توان نوع فعالیت سلول‌های عصبی مناطق معین مغز را در رابطه با سوخت و ساز گلوکز توصیف کرد. در این روش به کمک دستگاه پی ای تی (PET) می‌توان به صورت کمی سوخت و ساز گلوکز ناحیه‌ای و تصاویر سه بعدی مغز را نشان داد. این روش نیز مانند روش اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی، ماده شبه قند آغشته به رادیواکتیو تزریق می‌شود و سپس غلظت ماده تزریقی سنجش می‌شود. در این روش الکتروادهای کشف کننده قرار داده‌شده در قسمت‌های مختلف سر، اطلاعات لازم را برای تهیه تصاویر مغزنگاری کامپیوتری به کامپیوتر ارسال می‌کنند.

هر بخش مغز که فعالیت بیشتری انجام می‌دهد سوخت و ساز گلوکز بیشتری صورت می‌گیرد و به صورت رنگی دیده می‌شود. اهمیت روش PET در این است که از این روش می‌توان به چگونگی کنش و آسیب سلول‌های عصبی پی برد. این روش غالباً برای توضیح موارد تشخیص غیرممکن بیماری بر اساس اطلاعات موجود از آسیب موضعی بیمار کاربرد پیدا می‌کند.

(سراسری ۸۳)

مثال ۸: کدام شیوه پاراکلینیکی زیر برای سنجش ساختار مغز کارایی ندارد؟

P.E.T. Scan (۴)

C.T. Scan (۳)

EEG (۲)

MRI (۱)

پاسخ: گزینه «۲» ثبت فعالیت الکتریکی مغز انسان یکی از روش‌های مهم تحقیق در مورد ارتباط بین مغز و رفتار به شمار می‌رود. فرآیند پردازش اطلاعات در مغز خیلی سریع انجام می‌شود، در نتیجه با روش تصویربرداری امکان‌پذیر نیست و اندازه‌گیری آن باید با دقت و سرعت انجام گردد. اگرچه روش موج نگاری مغز از دقت زمانی لازم برخوردار است، این نقطه ضعف را دارد که در تعیین گسترده تشریحی، منشأ تغییر پتانسیل به دقت نشان داده نمی‌شود.

(آزاد ۸۷ و سراسری ۸۹)

مثال ۹: در کدام روش، فعالیت سوخت و ساز مغز ارزیابی می‌شود؟

(۴) سی تی اسکن

MRI (۳)

(۲) اشعه ایکس

PET (۱)

پاسخ: گزینه «۱» به کمک دستگاه PET می‌توان به صورت کمی، سوخت و ساز گلوکز ناحیه‌ای و تصاویر سه‌بعدی را نشان داد. در این روش مانند روش اندازه‌گیری گردش خون نواحی مغزی، ماده شبه‌قند آغشته به رادیواکتیو تزریق می‌شود و سپس غلظت ماده تزریقی سنجش می‌شود.

مثال ۱۰: جهت اندازه‌گیری فعالیت مغزی و شناسایی مولکول‌های هموگلوبینی که در مناطق مختلف مغز اکسیژن آزاد می‌کند، کدام روش کمک

(آزاد ۸۶)

تشخیصی ذکر شده دقیق‌تر و مقرون به صرفه‌تر است؟

PET (۴)

fMRI (۳)

rCBF (۲)

MRI (۱)

پاسخ: گزینه «۴» کنش سلول‌های عصبی به مصرف گلوکز وابسته است، زیرا از سوخت و ساز گلوکز انرژی لازم برای کنش سلول‌های عصبی فراهم می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نوع فعالیت‌های سلول‌های عصبی مناطق معین مغز را در رابطه با سوخت و ساز گلوکز توصیف کرد. در این روش به کمک دستگاه PET می‌توان به صورت کمی سوخت و ساز گلوکز ناحیه‌ای و تصاویر سه‌بعدی مغز را نشان داد. این روش نیز مانند روش اندازه‌گیری و گردش خون نواحی مغزی، ماده شبه‌قند آغشته به رادیواکتیو تزریق می‌شود و سپس غلظت ماده تزریقی سنجش می‌شود.

۴- روش مغناطیسی: در سال‌های اخیر از روش موج نگار مغناطیسی مغز و روش تصویرسازی تموج مغناطیسی (MRI) (که قبل از این تموج مغناطیسی هسته‌ای (NMR) نامیده می‌شد)، به صورت مشابه روش توموگرافی کامپیوتری استفاده می‌کنند. مزیت روش تصویرسازی تموج مغناطیسی در این است که ارگانیزم در معرض پرتوافشانی اشعه رونتگن قرار نمی‌گیرد و به جای آن از امواج مغناطیسی و رادیویی استفاده می‌شود. تاکنون وجود هیچ گونه آثار سوء ناشی از کاربرد روش تصویرسازی تموج مغناطیسی اثبات نشده و با این روش می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد نسوج قشری و زیر قشری به دست آورد.

(سراسری ۸۲)

مثال ۱۱: مزیت روش تصویرسازی تموج مغناطیسی (MRI) کدام است؟

(۲) تغییرات گردش خون را در ساختمان‌های مغز نشان می‌دهد.

(۱) میزان پرتوافشانی نسوج مغزی را اندازه‌گیری می‌کند.

(۴) ارگانیزم در معرض پرتوافشانی اشعه رونتگن قرار نمی‌گیرد.

(۳) میزان سوخت و ساز گلوکز نواحی مغزی اندازه‌گیری می‌شود.

پاسخ: گزینه «۴» از مهم‌ترین مزیت‌های MRI علاوه بر کاربرد فراوان آن در تشخیص مشکلات و آسیب‌های مغزی، این است که در حین استفاده از این روش، ارگانیزم در معرض اشعه رونتگن قرار نمی‌گیرد. لذا ارگانیزم از آسیب‌های احتمالی روش‌هایی که از اشعه‌ی ایکس استفاده می‌کنند، محفوظ می‌ماند.

توجه: داوطلبانی که بعد از مطالعه کل کتاب نیاز به تست بیشتری برای مرور و تمرین دارند، می‌توانند با مراجعه بهسایت www.modaresanesharif.ac.ir بانک تست‌های مربوط به همه فصول کتاب را دانلود نمایند.



مدرس‌ان شریف

فصل دوم

«ساختار و کنش سلول‌های دستگاه عصبی»

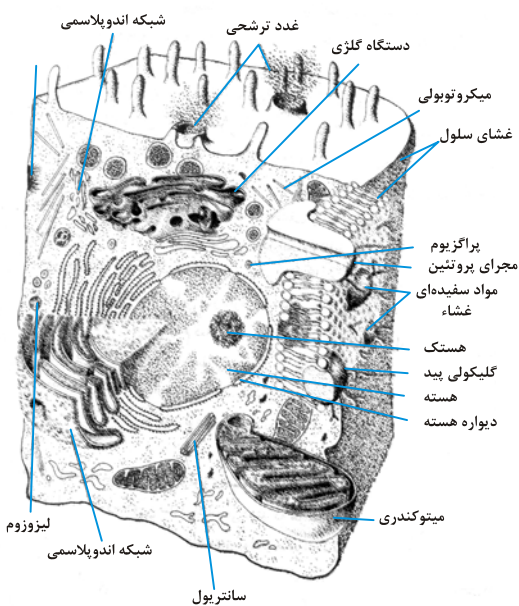
درسنامه (۱): مبانی زیست - شیمی فیزیولوژی سلول



بدن انسان از حدود $10^{12} \times 75$ سلول مختلف زنده تشکیل شده که توسط بافت محافظ نگهداری می‌شوند. مشاهدات میکروسکوپی سلول نشان می‌دهند که هر سلول از غشاء، سیتوپلاسم و هسته تشکیل شده است. سیتوپلاسم و هسته سلول را محتوای سلول یا پروتوپلاسم می‌نامند و پروتوپلاسم شامل اجزای اصلی آب، محلول نمک، مواد سفیده‌ای (پروتئین)، مواد چربی (لیپید) و مواد قندی (گلیسید) است.

نرون‌ها مانند دیگر سلول‌ها، دارای یک دیواره بیرونی یا غشای پلاسمایی اند. این غشاء سلول را احاطه می‌کند و به عنوان ساختاری که قسمت درونی سلول را از قسمت بیرونی آن جدا می‌کند، عمل می‌کند. زمانی که یک نرون عصبی با دیگر نرون‌ها به تعامل می‌پردازد، یا به تغییرات محیطی پاسخ می‌دهد، این عمل را به واسطه مولکول‌هایی که در غشای پلاسمایی به شکل خاصی صف‌آرایی شده‌اند، انجام می‌دهد. غشای پلاسمایی از دو لایه مولکول‌های چربی تشکیل شده که بیشتر مواد شیمیایی قادر به عبور از آن نیستند. فقط تعداد معدودی از یون‌ها مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر می‌توانند از روزنه‌های خاصی که به آن‌ها **کانال‌های پروتئین** گفته می‌شود، عبور کنند.

به تمامی موادی که درون غشای پلاسمای وجود دارند، **سیتوپلاسم** اطلاق می‌شود. درون سیتوپلاسم، جسمک‌های سیتوپلاسمی وجود دارند که سلول‌ها برای ادامه‌ی حیات و عملکرد خود به آن‌ها نیاز دارند. این جسمک‌ها شامل میتوکندری، میکروتوبول‌ها، شبکه‌ی اندوپلاسمی و ریبوزوم‌ها هستند.



ساختار سلول و اجزای مهم آن

نکته ۱: میتوکندری‌ها از راه تبدیل قند و اکسیژن به مولکول‌های فراهم‌آورنده انرژی، انرژی مورد نیاز سلول‌ها را برای انجام فعالیت‌های خود فراهم می‌سازند.

نکته ۲: میکروتوبول‌ها «داربست‌های» بسیار ظریفی هستند که به نگه داشتن ساختار سلول کمک می‌کنند.

نکته ۳: تصاویر الکترومیکروسکوپی سلول، نشان‌دهنده‌ی آن است که در سیتوپلاسم سلول، اندام‌های میتوکندری (اندامی که از قند و چربی انرژی تولید می‌کنند و با مسمومیت سلول ۹۵ درصد از تولید انرژی خود را از دست می‌دهد)، شبکه اندوپلاسمی و لیزوزوم‌ها نیز یافت می‌شوند.

کلمه مثال ۱: لیزوزوم‌ها در کدام قسمت ساختار سلول قرار دارند؟

(۴) سیتوپلاسم

(۳) غشای سلول

(۲) آکسون

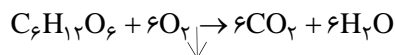
(۱) هسته سلول

پاسخ: گزینه «۴» لیزوزوم‌ها در سیتوپلاسم سلول قرار دارند.

ترکیب شیمیایی سلول

شش عنصر کربن (C)، هیدروژن (H)، ازت (N)، اکسیژن (O)، فسفر (P) و گوگرد (S) ۹۹ درصد وزن سلول را تشکیل می‌دهند. از ترکیب دو عنصر هیدروژن و اکسیژن آب به وجود می‌آید. ماده درون سلول مرکب از هزار مولکول کوچک مختلف، ساخت‌های اصلی مولکول‌های بزرگ را تشکیل می‌دهد. معمولاً در سلول‌ها چهار نوع از این مواد مانند قند، اسید چرب، اسید آمینه و نوکلئوتیدها مشاهده می‌شوند.

قندها مهم‌ترین تولیدکننده انرژی سلول به شمار می‌آیند. ساده‌ترین قندها، گلوکز (قند خون) است که در چند مرحله به کمک اکسیژن می‌سوزد و به انیدرید کربنیک و آب تبدیل می‌شود و بدین ترتیب انرژی لازم را برای تجزیه و ترکیب سلول، از جمله ساخت آدنوزین تری فسفات (ATP) فراهم می‌آورد و سوخت اصلی نورون‌های مغزی به شمار می‌رود.



انرژی

مثال ۲: سوخت اصلی نورون‌های مغز چیست؟

(وزارت بهداشت ۸۱)

(۴) آنژیوتانسین

(۳) گلوکز

(۲) ADH

(۱) رنین

پاسخ: گزینه «۳» گلوکز قند ساده‌ای است که نقش حیاتی در متابولیسم (سوخت و ساز سلولی) دارد. گلوکز همراه با کتواسیدها منبع عمده‌ی انرژی سلول‌های مغز را تشکیل می‌دهد، در واقع در نورون‌های مغزی گلوکز عامل سوخت و ساز است.

نکته ۴: سلول نمی‌تواند بدون اکسیژن، ماده انرژی‌دهنده آدنوزین تری فسفات را تولید کند.

اسیدهای چرب (لیپیدها) مهم‌ترین مؤلفه‌های غشای سلول به شمار می‌آیند که از زنجیره‌های هیدروکربن (CH) و گروه کربوکسیل - مولکولی مرکب از دو اتم اکسیژن و یک اتم هیدروژن متصل به یک اتم کربن (COOH) تشکیل شده‌اند. زنجیره‌های هیدروکربن در آب حل نمی‌شوند و آب‌گریز هستند، در حالی که گروه کربوکسیل آب‌دوست است و بخش فعال اسید چرب را می‌سازد. معمولاً مولکول‌های اسید چرب سلول به وسیله‌ی گروه کربوکسیل با مولکول‌های دیگر ترکیب می‌شوند.

نکته ۵: لایه درونی و بیرونی غشای سلول عصبی از زنجیره کربوکسیل (COOH) تشکیل شده است.

(سراسری ۹۴)

مثال ۳: لایه درونی و بیرونی غشای سلول عصبی، از کدام زنجیره تشکیل شده است؟

(۴) آب H₂O

(۳) نیتروژن (N)

(۲) هیدروکربن (CH)

(۱) کربوکسیل (COOH)

پاسخ: گزینه «۱» جریان تبادل سلول با محیط اطراف خویش و فرآیند سوخت‌وساز سلول، به وسیله غشای آن انجام می‌شود. لایه درونی و بیرونی غشای سلول عصبی از کربوکسیل ساخته می‌شود.

نکته ۶: از ترکیب سه مولکول اسید چرب با گلیسیرین، چربی بدن ساخته می‌شود که با مواد قندی مهم‌ترین منبع انرژی سلول تلقی می‌شوند.

(سراسری ۸۶)

مثال ۴: مولکول‌های اسید چرب غشای سلول، توسط کدام گروه یا مولکول‌های دیگر ترکیب می‌شوند؟

(۴) هیدروکربن

(۳) کربوکسیل

(۲) اوراسیل

(۱) آدنین

پاسخ: گزینه «۳» معمولاً مولکول‌های اسید چرب به وسیله گروه کربوکسیل با مولکول‌های دیگر ترکیب می‌شوند. در صورتی که از ترکیب سلول‌های اسید چرب با گلیسیرین، چربی بدن ساخته می‌شود.

اسیدهای آمینه: اسیدهای آمینه مواد اصلی پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند که علاوه بر مواد موجود در قندها و اسیدهای چرب در ترکیبات آن‌ها، گروه‌های آمین مولکولی مرکب از دو اتم هیدروژن و یک اتم ازت (NH₂) وجود دارند. مواد سفیده‌ای (پروتئین‌ها) زنجیره‌های اسیدهای آمینه هستند که در طبیعت بیست نوع از آن‌ها یافت می‌شود و هشت نوع از این اسیدهای آمینه در انسان شناخته شده‌اند.

نکته ۷: دو نوع اسید آمینه موجود در انسان مانند میتونین و سیستئین، علاوه بر گروه آمین، یک اتم گوگرد نیز وجود دارند.

چهارمین ماده اصلی، سلول‌های نوکلئوتید هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان آدنوزین تری فسفات (ATP) را نام برد. هر نوکلئوتید از پنج مولکول باز مختلف ازت‌دار و دو مولکول قند پنتوز از نوع ریبوز، یا دزاکسی ریبوزیک، یا سه مولکول اسیدفسفریک تشکیل شده است.

وظیفه اصلی نوکلئوتیدها انتقال اطلاعات زیستی و تأمین انرژی شیمیایی است، زیرا فرآیندهایی از قبیل انتقال مواد به واسطه غشای سلول، تولید مواد سفیده‌ای و فعالیت‌های مکانیکی سلول، به مصرف انرژی وابسته است.



(سراسری ۸۱)

مثال ۵: اسید نوکلئیک (DNA) در کدام قسمت سلول عصبی وجود دارد؟

- (۱) دندریت (۲) آکسون (۳) جسم سلولی (سوما) (۴) تکه‌های پایانی

پاسخ: گزینه «۳» در جسم سلولی (سوما) اسید نوکلئیک (DNA) وجود دارد. آکسون انتقال‌دهنده پیام‌های عصبی و دندریت‌ها نیز وظیفه‌ی دریافت اطلاعات از آکسون‌های دیگر را بر عهده دارند و تکه‌های پایانی نیز محل ترشح ناقل‌های عصبی هستند.

آنزیم‌ها یا میانجی‌های زیستی: یک نوع از مولکول‌های سفیده‌ای هستند که جریان کنش‌های شیمیایی بدن را بدون تغییر ساخت خود، تسهیل و تسریع می‌کنند. هر سلول برای این که فعال باقی بماند، به حدود صد آنزیم نیاز دارد. وظیفه‌ی اصلی آنزیم‌ها این است که مواد قندی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه موجود در مواد غذایی را به انیدرید کربنیک و آب تجزیه کند تا انرژی آزاد شده بتواند در تولید آدنوزین تری فسفات مؤثر واقع شود.

مولکول‌های بزرگ و انتقال اطلاعات زیستی: مهم‌ترین مولکول‌های بزرگ سه‌گانه سلول عبارت‌اند از: پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک. این مولکول‌ها مبنای کنش زیستی را تشکیل می‌دهند و در ساخت اجزای سلول و فعالیت سلول، به ویژه فرآیند وراثت نقش مهمی دارند.

پلی ساکاریدها: پلی ساکاریدها در طبیعت یافت می‌شوند و از هزاران مولکول قند ساده (گلوکز) تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین پلی ساکارید حیوانی، گلیکوژن است که مشابه آن به صورت نشاسته در گیاهان وجود دارد. پلی ساکاریدها نه تنها برای ذخیره‌سازی و آماده‌سازی انرژی اهمیت دارند، بلکه در ساخت محافظ برون سلولی نیز مؤثر هستند. سلولز گیاهی نیز از قند ساده تشکیل شده است.

نکته ۸: مولکول‌های قند می‌توانند با مولکول‌های سفیده‌ای (پروتئین‌ها) و چربی (لیپیدها) ترکیب شوند و در ساخت غشای سلول و بافت پیوندی نقش مؤثری ایفا کنند.

مواد سفیده‌ای (پروتئین‌ها): این مواد به عنوان آنزیم، وظیفه تسهیل و تسریع واکنش‌های شیمیایی را برعهده دارند و علاوه بر این، مواد زیربنایی بافت پیوندی و بافت محافظ تلقی می‌شوند و در ساخت غشای سلول، تنظیم سوخت و ساز آن و ساخت گیرنده‌ها به طور فعال شرکت دارند.

نکته ۹: زنجیره‌های کوچک‌تر از صد اسیدآمینه را پپتید، زنجیره‌های کوچک‌تر از ده اسیدآمینه را الیگوپپتید و ترکیبات بیشتر از ده اسیدآمینه را پلی پپتید می‌نامند.

اسیدهای نوکلئیک: مولکول‌های بزرگی هستند که از چند زنجیره نوکلئوتید تشکیل شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها اسید دزاکسی ریبونوکلئیک (DNA) و اسید ریبونوکلئیک (RNA) هستند.

نکته ۱۰: رمزگردانی اطلاعات ژنتیکی، برعهده اسید دزاکسی ریبونوکلئیک (DNA) و کروموزوم است.

مثال ۶: کدام یک از موارد زیر از وظایف پلی ساکاریدها محسوب نمی‌شود؟

- (۱) ذخیره‌سازی انرژی (۲) آماده‌سازی انرژی (۳) آماده‌سازی در ساخت محافظ برون سلولی (۴) تسریع واکنش‌های شیمیایی

پاسخ: گزینه «۴» پلی ساکاریدها نه تنها برای ذخیره‌سازی و آماده‌سازی انرژی اهمیت دارند، بلکه در ساخت محافظ برون سلولی نیز مؤثر هستند و تسریع واکنش‌های شیمیایی وظیفه پروتئین‌هاست نه پلی ساکاریدها.

مواد اصلی تشکیل‌دهنده اسید دزاکسی ریبونوکلئیک و اسید ریبونوکلئیک

اسید ریبونوکلئیک	اسید دزاکسی ریبونوکلئیک	نوع اسید مواد اصلی
اسید ریبونوکلئیک	اسید دزاکسی ریبونوکلئیک	قند (پنتوز)
آدنین	آدنین (A)	باز
گوانین	گوانین (G)	
سیتوزین	سیتوزین (C)	
اوراسیل (U)	تیمین (T)	فسفات
فسفات	فسفات	

نکته ۱۱: تیمین در اسید دزاکسی ریبونوکلئیک (DNA) و اوراسیل در اسید ریبونوکلئیک (RNA) وجود دارد و بقیه مواد تشکیل‌دهنده RNA و DNA مشابه هستند. اسید ریبونوکلئیک به صورت زنجیره منفرد است و پنج تا ده بار بیشتر از اسید دزاکسی ریبونوکلئیک است که به صورت زنجیره مضاعف می‌باشد.

نکته ۱۲: قند، فسفات و باز، ساختار سه بعدی زنجیره مضاعف را پدید می‌آورند.

فرآیند همانندسازی و رونویسی

زنجیره مضاعف اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک از ویژگی همانندسازی برخوردار است. فرآیند همانندسازی بدین ترتیب است که ابتدا در یک محل معین از زنجیره اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک شکافی ایجاد می‌شود و پس از باز شدن زنجیره‌های اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک، فرآیند همانندسازی آغاز می‌گردد و در نتیجه دو زنجیره جدید به وجود می‌آیند که هر کدام دربرگیرنده یک زنجیره اصلی و یک زنجیره جدید تولیدشده مکمل زنجیره‌ی اصلی است. فرآیند همانندسازی یک فرآیند بسیار پیچیده است که ممکن است خطایی در آن پیش بیاید. این خطا را جهش (موتاسیون) می‌گویند که سبب بروز تغییراتی در ارگانیزم می‌شود. اطلاعات ژنتیکی یا لغات رمز اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک (DNA) هسته سلول، توسط اسیدریبونوکلیتیک (RNA) رونویسی می‌شوند که این فرآیند را رونویسی می‌نامند.

اسیدهای ریبونوکلیتیک بر اساس اطلاعات حاصل و ایفای نقش خود به سه گروه اسید ریبونوکلیتیک پیک، اسید ریبونوکلیتیک ناقل و اسید ریبونوکلیتیک ریبوزومی طبقه‌بندی می‌شوند.

اسید ریبونوکلیتیک پیک: پیام‌ها را رونویسی کرده و اطلاعات را به ریبوزوم‌های موجود در شبکه آندوپلاسمی می‌آورد.

اسید ریبونوکلیتیک ناقل: این مولکول‌ها در هسته تولید می‌شوند و برای هر یک از ۲۰ اسید آمینه اختصاصی هستند و به آن‌ها متصل می‌شوند.

اسید ریبونوکلیتیک ریبوزومی: نقش اصلی آن پروتئین‌سازی است و در فرآیند رونویسی نیز نقش مهمی دارد.

(آزاد ۹۰)

کج مثال ۷: فاصله بین دو یاخته عصبی را می‌گویند.

(۴) آلکون

(۳) گره رانویه

(۲) تکه پایانی

(۱) سیناپس

پاسخ: گزینه «۱» فاصله بین دو یاخته عصبی را سیناپس می‌گویند. پایانه سیناپسی در واقع با نورونی که آن را تحریک می‌کند، تماس ندارد، بلکه بین پایانه سیناپسی و جسم یاخته فاصله کوتاهی وجود دارد؛ این فاصله را سیناپس می‌گویند.

(سراسری ۹۵)

کج مثال ۸: خطای پدیدآمده در فرآیند همانندسازی را چه می‌نامند؟

(۴) رونویسی

(۳) شکاف‌پذیری

(۲) جهش

(۱) اتوزوم

پاسخ: گزینه «۲» اطلاعات لغات رمز باید در تقسیم سلولی بدون تغییر به سلول جدید انتقال داده شوند. بنابراین زنجیره مضاعف «اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک» از ویژگی‌های همانندسازی برخوردار است. فرآیند همانندسازی بدین ترتیب است که در ابتدا در یک محل معین از زنجیره اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک شکافی ایجاد می‌شود و پس از باز شدن زنجیره اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک فرآیند همانندسازی آغاز می‌شود و در نتیجه دو زنجیره جدید به وجود می‌آیند که هر کدام دربرگیرنده یک زنجیره اصلی و یک زنجیره جدید تولیدشده مکمل زنجیره اصلی هستند. فرآیند همانندسازی یک فرآیند بسیار پیچیده است و ممکن است خطایی در آن پیش بیاید. این خطا را جهش می‌نامند که سبب بروز تغییراتی در ارگانیزم می‌شود.

کج مثال ۹: به ترتیب کدام یک از موارد زیر از ویژگی همانندسازی و رونویسی برخوردارند؟

(۴) DNA - RNA

(۳) DNA - DNA

(۲) RNA - DNA

(۱) RNA - RNA

پاسخ: گزینه «۲» DNA همانندسازی و RNA رونویسی می‌کند.

(سراسری ۹۶)

کج مثال ۱۰: فرآیند همانندسازی در کدام اسید آغاز می‌گردد؟

(۴) ریبونوکلیتیک پیک

(۳) دزاکسی ریبونوکلیتیک

(۲) ریبونوکلیتیک

(۱) ریبونوکلیتیک ریبوزومی

پاسخ: گزینه «۳» اسیدهای نوکلئیک، مولکول‌های بزرگی هستند که از چند زنجیره نوکلئوتید تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین اسیدهای نوکلئیک سلول، اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک (DNA) و اسید ریبونوکلیتیک (RNA) هستند. زنجیره مضاعف اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک (DNA) از ویژگی همانندسازی برخوردار است. بدین معنی که ابتدا در یک محل معین از زنجیره اسید دزاکسی ریبونوکلیتیک شکافی ایجاد می‌شود و پس از باز شدن زنجیره‌های اسید دزاکسی فرآیند همانندسازی آغاز می‌گردد.

کج مثال ۱۱: کدام یک از وظایف زیر، از وظایف اسید ریبونوکلیتیک پیک محسوب نمی‌شود؟

(۲) رونویسی و انتقال مولکول‌ها در هسته

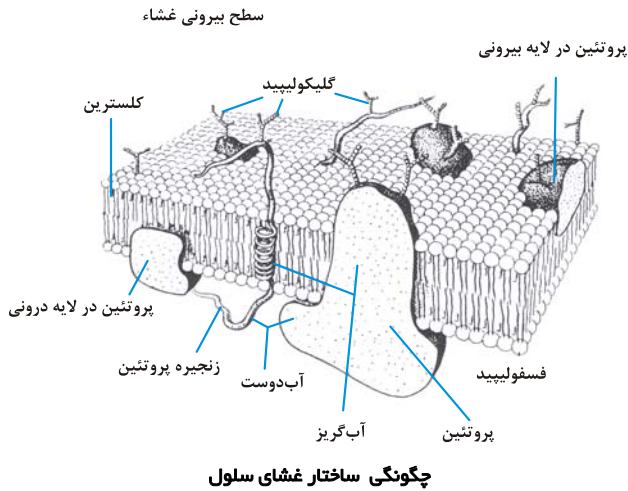
(۱) پروتئین‌سازی

(۴) همانندسازی

(۳) رونویسی پیام‌ها و انتقال پیام‌ها به شبکه آندوپلاسمی

پاسخ: گزینه «۳» وظیفه اصلی و مهم اسید ریبونوکلیتیک پیک این است که پیام‌ها را رونویسی کند و اطلاعات را به ریبوزوم‌های موجود در شبکه آندوپلاسمی آورد.

درسنامه (۲): غشای سلول و وظایف آن



جریان تبادل سلول با محیط اطراف خویش و فرآیند سوخت و ساز سلول به وسیله غشای آن انجام می‌شود. مواد اصلی غشای سلول را مولکول‌های فسفولیپیدی مرکب از شکل‌بندی‌های آب‌دوست و آب‌گریز تشکیل می‌دهند. قطر این لایه مضاعف چربی (لیپیدی) ۴ تا ۵ میلی‌میکرون است. افزون بر مولکول‌های فسفولیپیدی در بخش بیرونی غشاء، مولکول‌های قندی چربی (گلیکولیپیدی) وجود دارند و در بین مولکول‌های فسفولیپیدی تعدادی مولکول کلسترین قرار دارند که وجودشان برای استحکام غشاء ضرورت دارد.

نکته ۱۳: به ازای هر پنجاه مولکول چربی غشاء، یک مولکول ماده سفیده‌ای (پروتئین) در غشای سلول وجود دارد که گاهی از بیرونی‌ترین تا درونی‌ترین سطح غشاء را می‌پوشاند و بیشتر مواد سفیده‌ای (پروتئین‌ها) بخش بیرونی غشاء، از نوع قندی سفیده‌ای (گلیکوپروتئینی) هستند.

وظایف مولکول‌های سفیده‌ای غشاء

- ۱- مواد سفیده‌ای (پروتئینی) غشاء در لایه آب‌دوست چربی شکاف ایجاد می‌کنند، در نتیجه با مجرا و منفذ ایجادشده، ورود و خروج مولکول‌های آب و نمک میسر می‌شود.
- ۲- مواد سفیده‌ای غشاء نقش حامل را به عهده دارند؛ این مواد به وسیله‌ی ترکیب با مولکول‌های دیگر، آن‌ها را جابه‌جا می‌کنند.
- ۳- مواد سفیده‌ای غشاء در سوخت و ساز سلول شرکت می‌کنند.
- ۴- مواد سفیده‌ای غشاء نیز مانند مولکول کلسترین در استحکام غشاء نقش دارند.

فضای برون سلولی، نفوذپذیری و فشار اسمزی

تمام سلول‌های بدن توسط شکاف ظریفی از یکدیگر جدا هستند. این شکاف ظریف بین سلولی را فضای برون سلولی می‌نامند. مایع فضای برون سلولی حاوی تمامی انواع نمک‌ها و مواد موردنیاز برای حمایت سلول‌هاست که با گردش، دائماً در حال حرکت است و غلظت آن همیشه و در همه جا یکسان نگه داشته می‌شود.

نکته ۱۴: تمام سلول‌های ارگانیزم از محیط یکسان حیات برخوردارند که برنارد در قرن نوزدهم آن را محیط درونی بدن می‌نامد. ارگانیزم با شش‌ها، کلیه‌ها و کبد، غلظت مولکول‌های گاز، نمک و مواد غذایی موجود در فضای برون سلولی را با ایجاد تعادل برون سلولی تأمین می‌کند، این امر برای واکنش بهینه سلول‌ها اجتناب‌ناپذیر است. از برخورد ذرات مولکول‌ها، تغییر جهت حرکت پدید می‌آید که این نوع حرکت مولکول‌ها و یون‌ها را نفوذپذیری می‌نامند. برای مولکول‌های موجود در آب، نفوذپذیری مهم‌ترین فرآیند تبادل به شمار می‌آید.

نفوذپذیری برای سلول‌ها تا جایی که برای غشای سلول ممانعت ایجاد نکند، سبب انتشار مواد می‌شود. بنابراین نفوذپذیری مهم‌ترین مکانیزم تبادل بدن نیز تلقی می‌گردد. فرآیند نفوذپذیری (به استثنای انرژی حاصل از حرکت مولکولی) به انرژی نیازمند نیست و به این دلیل آن را انتقال غیرفعال می‌نامند. به غشای نیمه‌تراوا که مولکول‌های محلول نمک نمی‌توانند به محیط آب نفوذ کنند و فقط مولکول‌های آب به علت غلظت زیاد می‌توانند به محیط محلول نمک نفوذ داشته باشند، اُسمز (Osmose) گویند. همچنین چنانچه بخواهیم از نفوذ آب به محلول نمک جلوگیری به عمل آوریم، باید از محیط محلول نمک به صورت مکانیکی فشاری ایجاد کنیم تا به همان اندازه که با اُسمز، محلول آب به محلول آب نمک نفوذ پیدا می‌کند، از محیط محلول نمک، مولکول‌های آب به محیط محلول آب نیز نفوذ یابد؛ این فشار را معمولاً فشار اسمزی می‌نامند.

نکته ۱۵: میزان فشار اسمزی فقط به تعداد ذرات محلول در یک حجم معین وابسته است و اندازه و بار الکتریکی ذرات در میزان فشار اسمزی تأثیری ندارد.

تبادل سلول با محیط اطراف خویش

قبل از آن‌که مواد موجود در مایع فضای برون سلولی مورد استفاده قرار گیرد، باید آن مواد از غشاء عبور کند. این امر با نفوذپذیری (انتقال غیرفعال) و انتقال فعال (که به انرژی نیاز دارد) انجام می‌شود.

۱- نفوذپذیری غیرفعال یا نفوذپذیری تسهیل‌شده: نفوذپذیری از دو طریق غشای سلول، یا منافذ موجود در آن، امکان‌پذیر است. غشای سلول می‌تواند به دلیل وجود لایه چربی آب‌گریز، تنها به موادی اجازه عبور دهد که نه تنها در آب، بلکه در چربی محلول است. بنابراین مواد موجود در سطح بیرونی غشاء توسط یک مولکول حاصل در چربی محلول می‌شود و سپس از طریق لایه چربی وارد سلول می‌گردد و بدین ترتیب از طریق نفوذپذیری تسهیل شده، سلول می‌تواند مواد قندی را به درون خود انتقال دهد.