

فهرست مطالب

۸۱۴	درد ارجاعی
۸۱۴	درد احشایی
۸۲۰	حس های حرارت

بخش ۱۰ - دستگاه عصبی: (۲) حس های ویژه

۸۲۴	فصل ۵۰ - چشم: (۱) اپتیک بینایی
۸۲۴	اصول فیزیکی اپتیک
۸۲۹	اپتیک چشم
۸۳۶	سیستم مایع چشم - مایع داخل چشمی

۸۴۰	فصل ۵۱ - چشم: (۲) عملکرد گیرنده های و عصبی شبکه
۸۴۰	آناتومی و عملکرد اجزاء ساختاری شبکه
۸۴۳	تصور بین دید
۸۴۹	دید رنگی
۸۵۱	عملکرد عصبی شبکه

۸۵۹	فصل ۵۲ - چشم: (۳) نوروفیزیولوژی مرکزی بینایی
۸۵۹	مسیرهای بینایی
۸۶۰	سازمان بندی و عملکرد قشر بینایی
۸۶۳	الگوهای نورونی تحریک طی آنالیز تصویر بینایی
۸۶۵	حرکات چشم و کنترل آنها
۸۷۰	کنترل خودمختار تطابق و قطر مردمک

۸۷۴	فصل ۵۳ - حس شنوایی
۸۷۴	پرده صماخ و سیستم استخوانی
۸۷۶	خلزون
۸۸۳	مکانیسم های مرکزی شنوایی

۸۸۹	فصل ۵۴ - حس های شیمیایی - چشایی و بویایی
۸۸۹	حس چشایی
۸۹۴	حس بویایی

بخش ۹ - دستگاه عصبی: (۱) اصول کلی و فیزیولوژی دستگاه های حسی

۷۴۹	فصل ۴۶ - سازمان دهی دستگاه عصبی، عملکردهای بنیادین سیناپس ها و میانجی های عصبی
۷۵۰	طرح کلی دستگاه عصبی
۷۵۳	سطوح اصلی عملکرد دستگاه عصبی مرکزی
۷۵۴	مقایسه دستگاه عصبی با یک رایانه
۷۵۴	سیناپس های دستگاه عصبی مرکزی
۷۷۲	خصوصیات ویژه انتقال سیناپسی

۷۷۴	فصل ۴۷ - گیرنده های حسی، مدارهای نورونی برای پردازش اطلاعات
۷۷۴	انواع گیرنده های حسی و محرک هایی که تشخیص می دهند
۷۷۶	تبدیل محرک های حسی به ایمپالس های عصبی
۷۸۱	انتقال سیگنال های دارای شدت های متفاوت در راه های عصبی
۷۸۱	- جمع زمانی و فضایی
۷۸۱	انتقال و پردازش سیگنال ها در مجموعه های نورونی
۷۸۸	پایداری و ناپایداری مدارهای نورونی

۷۹۰	فصل ۴۸ - حواس پیکری: (۱) سازمان دهی حسی، حس های لامسه و وضعیت
۷۹۰	طبقه بندی حس های پیکری
۷۹۰	کشف و انتقال حس های لمسی
۷۹۳	مسیرهای حسی انتقال سیگنال های پیکری به دستگاه عصبی مرکزی
۷۹۳	انتقال در سیستم ستون خلفی - نوار میانی
۸۰۴	انتقال سیگنال های حسی در مسیر قدامی طرفی

۸۰۷	فصل ۴۹ - حواس پیکری: (۲) درد، سردرد و حس حرارت
۸۰۷	درد تند و درد کند و کیفیت آنها
۸۰۷	گیرنده های درد و محرک های آنها
۸۰۹	مسیرهای دوگانه برای انتقال سیگنال های درد به دستگاه عصبی مرکزی
۸۱۲	دستگاه سرکوب درد ("ضد درد") در مغز و نخاع

بخش ۱ - دستگاه عصبی نورولوژی حرکتی و انسجامی ۹۰۱

فصل ۵۵ - اعمال حرکتی نخاع؛ رفلکس های نخاعی ۹۰۲

۹۰۲	سازمان بندی نخاع برای اعمال حرکتی
۹۰۴	گیرنده های حسی عضله؛ دوک های عضلانی و اندام های وتری
۹۱۱	گلژی و نقش آنها در کنترل عضله
۹۱۳	رفلکس خم کننده و رفلکس های عقب کشیدن
۹۱۳	رفلکس اکستانسور متقاطع
۹۱۳	مهار متقابل و عصب دهی متقابل
۹۱۴	رفلکس های وضعیتی و حرکتی

فصل ۵۶ - کنترل اعمال حرکتی به وسیله قشر و ساقه مغز ۹۱۸

۹۱۸	قشر حرکتی و مسیر قشری - نخاعی
۹۲۶	کنترل اعمال حرکتی توسط ساقه مغز
۹۲۸	حس های دهلیزی و حفظ تعادل

فصل ۵۷ - همکاری مخچه و عقده های قاعده ای در کنترل کلی حرکات ۹۳۵

۹۳۵	مخچه و اعمال حرکتی آن
۹۳۵	عقده های قاعده ای و عملکردهای حرکتی آنها
۹۴۴	انسجام بخش های زیادی از کل سیستم کنترل حرکتی

فصل ۵۸ - قشر مغز، اعمال هوشمندانه مغز، یادگیری و حافظه ۹۵۶

۹۵۶	آناتومی فیزیولوژیک قشر مغز
۹۵۷	اعمال نواحی قشری اختصاصی
۹۶۶	عمل جسم پینه ای و رابط قدامی در انتقال افکار، خاطره ها، آموخته ها و سایر اطلاعات بین دو نیمکره مخ
۹۶۷	افکار، هوشیاری و حافظه

فصل ۵۹ - مکانیسم های رفتاری و انگیزشی مغز - دستگاه لیمبیک و هیپوتالاموس ۹۷۴

۹۷۴	سیستم های تحریک کننده - برانگیزاننده مغز
۹۷۸	سیستم لیمبیک
۹۷۹	هیپوتالاموس، مرکز اصلی کنترل دستگاه لیمبیک
۹۸۵	اعمال اختصاصی سایر قسمت های دستگاه لیمبیک

فصل ۶۰ - حالات فعالیت مغز - خواب، امواج مغزی، صرع سایکوزها و دمانس خواب ۹۸۹

فصل ۶۱ - دستگاه عصبی خودمختار و مدولای غده فوق کلیوی ۱۰۰۶

۱۰۰۶	سازمان بندی عمومی دستگاه عصبی خودمختار
۱۰۰۹	خصوصیات پایه عملکرد سمپاتیک و پاراسمپاتیک
۱۰۲۰	تحریک انتخابی اندام های هدف توسط دستگاه های سمپاتیک و پاراسمپاتیک یا تخلیه است جمعی

فصل ۶۲ - جریان خون مغز، مایع مغزی - نخاعی و متابولیسم مغز ۱۰۲۵

۱۰۲۵	جریان خون مغز
۱۰۲۹	گردش خون مویرگی مغز
۱۰۳۰	سیستم مایع مغزی - نخاعی
۱۰۳۶	ابولایسم مغز

بخش ۱۲ - فیزیولوژی دستگاه گوارش ۱۰۳۷

فصل ۶۳ - اصول کلی عملکرد گوارشی - حرکت، کنترل عصبی و جریان خون و میکروبیوتای روده ۱۰۳۸

۱۰۳۸	اصول کلی حرکت لوله گوارش
۱۰۴۱	کنترل عصبی عملکرد گوارشی، سیستم عصبی روده ای
۱۰۴۴	کنترل هورمونی تحرک دستگاه گوارش
۱۰۴۶	انواع حرکات عملکردی دستگاه گوارش
۱۰۴۸	جریان خون گوارشی - گردش خون احشایی
۱۰۵۱	میکروبیوتای دستگاه گوارش

فصل ۶۴ - انتقال و مخلوط سازی غذا در دستگاه گوارش ۱۰۵۳

۱۰۵۳	خوردن غذا
۱۰۵۶	عملکردهای حرکتی معده
۱۰۶۰	حرکات روده باریک
۱۰۶۲	حرکات کولون
۱۰۶۵	سایر رفلکس های خودکار که در فعالیت رودهای مؤثر هستند

فصل ۶۵ - اعمال ترشحی دستگاه گوارش ۱۰۶۶

۱۰۶۶	اصول کلی ترشح در دستگاه گوارش
------	-------------------------------

درجه حرارت بدن به وسیله تعادل تولید گرما در مقابل از دست دادن گرما کنترل می‌شود. ۱۱۹۹
تنظیم درجه حرارت بدن - نقش هیپوتالاموس ۱۲۰۵
اختلالات تنظیم دمای بدن ۱۲۱۱

بخش ۱۲ - غدد درون‌ریز و تولیدمثل ۱۲۱۵

فصل ۷۵ - مقدمه‌ای بر غدد درون‌ریز ۱۲۱۶
هماهنگی اعمال بدن توسط پیام‌رسان‌های شیمیایی ۱۲۱۶
ساختمان شیمیایی و ساخت هورمون‌ها ۱۲۱۷
ترشح و حمل هورمون‌ها در خون و پاک‌شدن آن‌ها از خون ۱۲۲۱
مکانیسم عمل هورمون‌ها ۱۲۲۳

فصل ۷۶ - هورمون‌های هیپوفیز و کنترل آنها توسط هیپوتالاموس ۱۲۳۳

غده هیپوفیز و ارتباط آن با هیپوتالاموس ۱۲۳۳
هیپوتالاموس ترشح هیپوفیز را تنظیم می‌کند. ۱۲۳۵
اعمال فیزیولوژیک هورمون رشد ۱۲۳۷
هیپوفیز خلفی و ارتباط آن با هیپوتالاموس ۱۲۴۶

فصل ۷۷ - هورمون‌های متابولیک تیروئید ۱۲۵۰

ساخت و ترشح هورمون‌های متابولیک تیروئید ۱۲۵۰
اعمال فیزیولوژیک هورمون‌های تیروئید ۱۲۵۵
تنظیم ترشح هورمون تیروئید ۱۲۶۰

فصل ۷۸ - هورمون‌های قشر فوق کلیه ۱۲۶۸

کورتیکواستروئیدها: مینرالوکورتیکوئیدها، گلوکوکورتیکوئیدها و آندروژن‌ها ۱۲۶۸
ساخت و ترشح هورمون‌های قشر فوق کلیه ۱۲۶۹
اعمال مینرالوکورتیکوئیدها - آلدوسترون ۱۲۷۳
اعمال گلوکوکورتیکوئیدها ۱۲۷۸

فصل ۷۹ - انسولین، گلوکاگون و دیابت قندی ۱۲۹۳

انسولین و اثرات متابولیک آن ۱۲۹۴
گلوکاگون و اعمال آن ۱۳۰۶
خلاصه تنظیم غلظت گلوکز خون ۱۳۰۸

فصل ۸۰ - هورمون پاراتیروئید، کلسی‌تونین، متابولیسم کلسیم و فسفات، ویتامین دی، استخوان و دندان‌ها ۱۳۱۷

خلاصه تنظیم کلسیم و فسفات در مایع خارج سلولی و

ترشح بزاق ۱۰۶۹
ترشح معدی ۱۰۷۱
ترشح لوزالمعده‌ای ۱۰۷۷
ترشح صفرا از کبد ۱۰۸۱
ترشحات روده باریک ۱۰۸۵
ترشح موکوس توسط روده بزرگ ۱۰۸۶

فصل ۶۶ - هضم و جذب در دستگاه گوارش ۱۰۸۸

هضم غذاهای مختلف با هیدرولیز ۱۰۸۸
اصول پایه جذب در دستگاه گوارش ۱۰۹۴
جذب در روده باریک ۱۰۹۵
جذب در روده بزرگ: تشکیل مدفوع ۱۱۰۰

فصل ۶۷ - فیزیولوژی اختلالات گوارشی ۱۱۰۲

بخش ۱۳ - متابولیسم و تنظیم دما ۱۱۱۳

فصل ۶۸ - متابولیسم کربوهیدرات‌ها و ساخت آدنوزین تری فسفات ۱۱۱۴

فصل ۶۹ - متابولیسم لیپیدها ۱۱۲۸

ساختار شیمیایی اصلی تری‌گلیسریدها (چربی‌های خنثی) ۱۱۲۸
انتقال لیپیدها در مایعات بدن ۱۱۳۰

فصل ۷۰ - متابولیسم پروتئین ۱۱۳۶

فصل ۷۱ - کبد ۱۱۵۵

تشریح فیزیولوژیک کبد ۱۱۵۵
سیستم عروقی و لنفاوی کبد ۱۱۵۶
اعمال متابولیکی کبد ۱۱۵۸

فصل ۷۲ - تعادل‌های غذایی: تنظیم تغذیه، چاقی و گرسنگی شدید؛ ویتامین‌ها و مواد معدنی ۱۱۶۴

در شرایط پایدار دریافت و برون‌ده انرژی با هم در تعادل هستند ۱۱۶۴
تنظیم دریافت غذا و ذخیره انرژی ۱۱۶۷

فصل ۷۳ - انرژی و میزان متابولیسم ۱۱۸۸

فصل ۷۴ - تنظیم درجه حرارت بدن و تب ۱۱۹۹

دماهای طبیعی بدن ۱۱۹۹

اعمال هورمون های تخمدانی - استرادیول و پروژسترون ۱۳۲
تنظیم ریتم ماهانه زنانه - اثر متقابل بین هورمون های تخمدانی
و هیپوتالاموسی - هیپوفیزی ۱۳۳
عملکرد جنسی زن ۱۳۸۵

فصل ۸۳ - حاملگی و شیردهی ۱۳۸۹
بلوغ و بارور شدن تخمک ۱۳۸۹
تغذیه ابتدایی رویان ۱۳۹۱
آناتومی و عملکرد جفت ۱۳۹۲
عوامل هورمونی در دوران حاملگی ۱۳۹۵
زایمان ۱۴۰۲
شیردهی (Lactation) ۱۴۰۵
فصل ۸۴ - فیزیولوژی جنین و نوزاد ۱۴۱۰

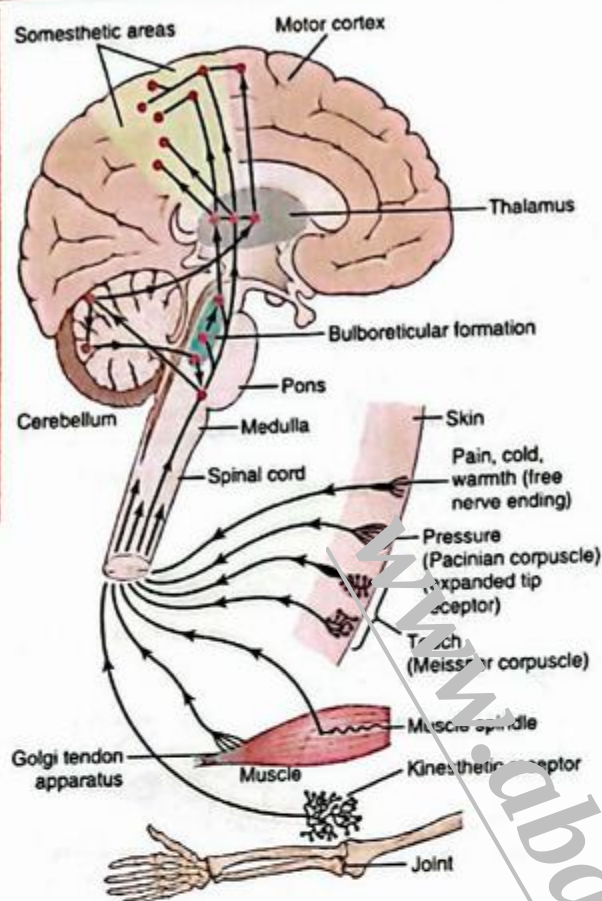
بخش ۱۵ - فیزیولوژی ورزش ۱۴۲۵
فصل ۸۵ - فیزیولوژی ورزش ۱۴۲۶
واژه یاب ۱۴۴۴

بلاسم ۱۳۱۷
استخوان و رابطه آن با کلسیم و فسفات خارج سلولی ۱۳۲۰
ویتامین D ۱۳۲۶
هورمون پاراتیروئید ۱۳۲۹
کلسیونین ۱۳۳۳
خلاصه کنترل غلظت یون کلسیم ۱۳۳۴
فیزیولوژی دندان ها ۱۳۳۹

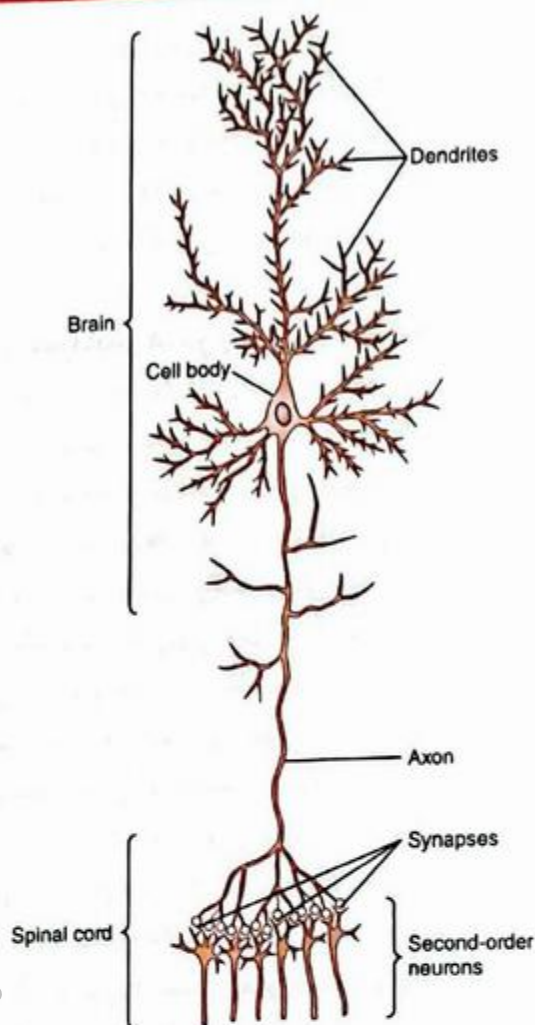
فصل ۸۱ - اعمال تولید مثلی و هورمونی مردانه (و عملکرد غده پینه آل) ۱۳۴۴
اسپرماتوژنز ۱۳۴۵
عمل جنسی مرد ۱۳۵۱
تستوسترون و سایر هورمون های جنسی مردانه ۱۳۵۳

فصل ۸۲ - فیزیولوژی زنان پیش از حاملگی و هورمون های زنانه ۱۳۶۵
تشریح فیزیولوژیک اندام های جنسی زنانه ۱۳۶۵
سیستم هورمونی زنانه ۱۳۶۶
چرخه ماهانه تخمدان: عملکرد هورمون ها ۱۳۶۸
گنادوتروپیک ۱۳۶۸

www.abadisteb.pub



شکل ۲-۴۶. محور حسی - پیکری دستگاه عصبی.



شکل ۱-۴۶. ساختار یک نورون بزرگ در مغز که قسمت‌ها، عملکردی آن نشان داده شده است.

شکل ۳-۴۶، محور اعصاب حرکتی "اسکلتی"
دستگاه عصبی برای تنظیم انقباض عضلات اسکلتی را نشان می‌دهد. موازی با این محور، یک دستگاه دیگر به نام دستگاه اعصاب خود مختار وجود دارد که عضلات صاف، غدد و سایر دستگاه‌های داخلی بدن را تنظیم می‌کند (در فصل ۶۱ در این باره صحبت شده است).

توجه کنید همان طور که در شکل ۲-۴۶ و شکل ۳-۴۶ نشان داده شده است، عضلات اسکلتی از طریق بسیاری از قسمت‌های دستگاه عصبی مرکزی تنظیم می‌شوند. این قسمت‌ها عبارتند از: (۱) نخاع؛ (۲) ماده مشبک در بصل‌النخاع، پل مغزی و مزانسفال؛ (۳) عقده‌های قاعده‌ای، (۴) مخچه و (۵) قشر حرکتی. هر یک از این مناطق نقش خاصی دارند، مناطق پایین‌تر عمدتاً مسؤول پاسخ‌های خودکار و ناگهانی عضلات به محرک‌های حسی و مناطق بالاتر مسؤول حرکات عضلانی پیچیده‌تر هستند که توسط روند پردازش افکار در مغز تنظیم می‌شوند.

بخش حرکتی دستگاه عصبی اندام‌های افکتور (اجرایی)

می‌توان گفت که یکی از مهم‌ترین نقش‌های دستگاه عصبی، تنظیم فعالیت‌های مختلف بدنی است. این هدف از چند طریق به دست می‌آید: (۱) انقباض عضلات اسکلتی مناسب در کل بدن، (۲) انقباض عضلات صاف احشاء داخلی و (۳) ترشح مواد شیمیایی فعال از غدد درون‌ریز و برون‌ریز در بسیاری از قسمت‌های بدن. این فعالیت‌ها در مجموع، اعمال حرکتی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند و عضلات و غدد بدن نیز اندام‌های اجرایی نامیده می‌شوند. زیرا آنها ساختارهای آناتومیک حقیقی هستند که وظایفی را طبق سیگنال‌های عصبی انجام می‌دهند.

اعمال زیر را به انجام برسانند: (۱) حرکات راه رفتن، (۲) رفلکس‌هایی که باعث می‌شوند بخش‌های مختلف بدن از اشیاء درازا دور شوند، (۳) رفلکس‌هایی که باعث سخت شدن پاها برای حفظ بدن درخلاف جهت جاذبه می‌شوند و (۴) رفلکس‌هایی که جریان خون موضعی عروق، حرکات دستگاه گوارش یا دفع ادرار را تنظیم می‌کنند. در واقع، سطوح فوقانی دستگاه عصبی اغلب تنها از طریق ارسال مستقیم سیگنال به بخش‌های محیطی بدن عمل نمی‌کنند بلکه سیگنال‌هایی را به مراکز تنظیمی نخاع می‌فرستند و در واقع به مراکز نخاع "دستور می‌دهند" اعمال خود را انجام دهند.

سطح مغزی تحتانی یا سطح زیر قشری

بسیاری از فعالیت‌های ناخودآگاه بدن توسط مناطق تحتانی مغز یعنی بصل‌النخاع، پل مغزی، مزانسفال، هیپوتالاموس، تالاموس، مخچه و عقده‌های قاعده‌ای تنظیم می‌شود. برای مثال، تنبیه ناخودآگاه فشار شریانی و تنفس عمدتاً در بصل‌النخاع و پل مغزی انجام می‌شود. تنظیم تعادل یک فعالیت مشترک بین قسمت‌های قدیمی‌تر مخچه و ماده سفید بصل‌النخاع، پل مغزی و مزانسفال است. رفلکس‌های تغذیه‌ای نظیر ترشح بزاق و مکیدن لب‌ها در پاسخ به طعم غذا توسط مناطقی در بصل‌النخاع، پل مغزی، مزانسفال، آمیگدال و هیپوتالاموس تنظیم می‌شوند. بسیاری از الگوهای احساسی نظیر خشم، هیجان، پاسخ جنسی، واکنش به درد و واکنش به لذت، حتی پس از تخریب قسمت اعظم قشر مخ همچنان رخ می‌دهند.

سطح مغزی فوقانی یا سطح قشری

پس از بر شمردن کلیه اعمال دستگاه عصبی که در سطح نخاع و سطح تحتانی مغز رخ می‌دهند، این سؤال مطرح می‌شود که چه اعمالی توسط قشر مخ انجام می‌شوند؟ پاسخ به این سؤال پیچیده است. در ابتدا باید گفت که قشر مخ یک منبع بزرگ حافظه است. قشر مخ هرگز به تنهایی عمل نمی‌کند و همیشه در همراهی با مراکز تحتانی دستگاه عصبی فعالیت می‌کند.

بدون وجود قشر مخ، اغلب عملکرد مراکز تحتانی دقیق نیست. ذخیره حجم زیاد اطلاعات موجود در قشر مخ معمولاً این فعالیت‌ها را به فعالیت‌های تعیین‌کننده و دقیق تبدیل می‌کند.

عبور می‌کند، این سیناپس‌ها دفعه بعد برای انتقال همان نوع سیگنال توانمندتر می‌شوند. این روند، تسهیل نام دارد. پس از آنکه سیگنال‌های حسی چندین بار از سیناپس‌ها عبور کردند، سیناپس‌ها به حدی تسهیل می‌شوند که حتی سیگنال‌هایی که بدون وجود محرک حسی ورودی، در خود مغز تولید شده‌اند نیز می‌توانند از طریق همان توالی مشابه سیناپسی منتقل شوند. این موضوع برای شخص، درکی از تجربه احساسات اصلی فراهم می‌کند، هر چند که این واقعه تنها خاطره تجربه حسی است.

ما از مکانیسم دقیق تسهیل طولانی مدت سیناپس‌ها در روند حافظه، اطلاعات اندکی داریم ولی مطالب موجود در این باره و در مورد سایر جزییات روند حافظه حسی در فصل ۵۸ توضیح داده شده‌اند.

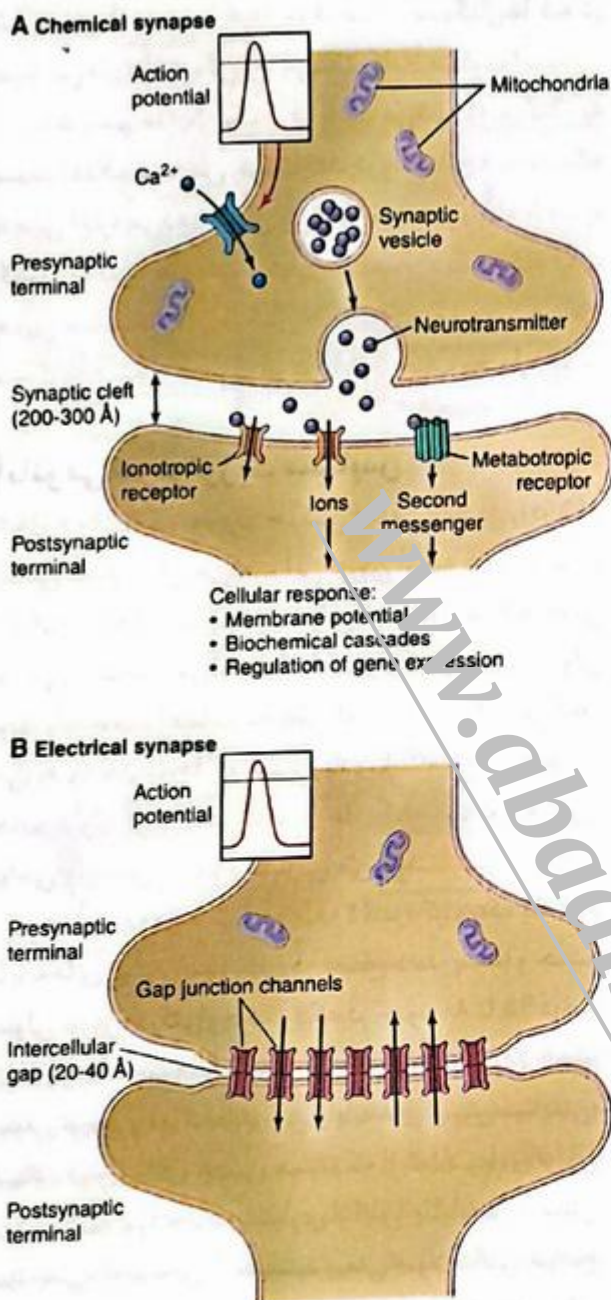
وقتی خاطرات در دستگاه عصبی ذخیره شدند، در واقع به جزئی از مکانیسم پردازش مغز برای "تفکر" در آینده تبدیل می‌شوند. به این ترتیب در حین روند تفکر، مغز تجربیات حسی جدید را با خاطرات ذخیره شده مقایسه می‌کند؛ خاطرات کمک می‌کنند که مغز اطلاعات حسی جدید مهم را انتخاب کند و آنها را برای استفاده‌های آتی به مناطق ذخیره حافظه بفرستد یا به منظور ایجاد پاسخ‌های بدنی آنی، آنها را به سمت مناطق حرکتی به راه بیندازد.

سطوح اصلی عملکرد دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی انسان توانایی‌های عملکردی ویرایشی را از هر مرحله از سیر تکامل انسان به ارث برده است. سه سطح اصلی دستگاه عصبی مرکزی که از این وراثت پدید آمده‌اند، خصوصیات عملکردی ویژه‌ای دارند: (۱) سطح نخاعی، (۲) سطح مغزی تحتانی یا سطح زیر قشری و (۳) سطح مغزی فوقانی یا سطح قشری.

سطح نخاعی

ما اغلب تصور می‌کنیم که نخاع تنها محل هدایت سیگنال‌های محیطی بدن به مغز یا در جهت عکس، از مغز به بدن است. این موضوع بسیار از حقیقت به دور است. حتی پس از قطع نخاع در قسمت فوقانی گردن، بسیاری از عملکردهای فوق‌العاده سازمان یافته نخاع همچنان به انجام می‌رسند. برای مثال، مدارهای نورونی در نخاع می‌توانند



شکل ۴۶-۵. آناتومی فیزیولوژیک یک سیناپس شیمیایی (A) و یک سیناپس الکتریکی (B).

مطلوب می‌کند. آنها همیشه سیگنال‌ها را در یک جهت منتقل می‌کنند یعنی از نورونی که ماده ناقل را ترشح می‌کند و نورون پیش سیناپسی نامیده می‌شود به سمت نورونی که ماده ناقل بر آن اثر می‌کند و نورون پس سیناپسی نام دارد. این روند همان اصل هدایت یک طرفه در سیناپس‌های

می‌کند که ناقل یا میانجی عصبی (neurotransmitter) یا به طور ساده ماده ناقل نامیده می‌شود و این ناقل به نوبه خود بر پروتئین‌های گیرنده موجود در غشای نورون بعدی اثر می‌کند و باعث تحریک یا مهار نورون یا تغییر حساسیت آن می‌شود (ویدئو ۱-۴۶). تاکنون بیش از ۵۰ ماده ناقل مهم شناخته شده‌اند. برخی از شناخته شده‌ترین ناقل‌ها عبارتند از: استیل کولین، نوراپی نفرین، اپی نفرین، هیستامین، اسید گاما آمینوبوتیریک (GABA)، گلیسین، سروتونین و گلو تامات.

در سیناپس‌های الکتریکی سیتوپلاسم سلول‌های مجاور به طور مستقیم توسط خوشه‌هایی از کانال‌های یونی به نام اتصالات شکافی^(۱) که امکان حرکت آزادانه یون‌ها از درون یک سلول به سلول دیگر را فراهم می‌کنند، با هم در تماس هستند. درباره این اتصالات در **فصل ۴** صحبت شد. همین اتصالات شکافی و سایر اتصالات مشابه باعث می‌شوند که پتانسیل‌های عمل از یک فیبر عضله صاف احساسی به فیبر بعدی (**فصل ۸**) و از یک سلول عضله قلبی به سلول بعدی (**فصل ۹**) منتقل شوند.

با وجودی که بیشتر سیناپس‌های مغز از نوع شیمیایی هستند، اما سیناپس‌های الکتریکی و شیمیایی می‌توانند همزمان در سیستم عصبی مرکزی وجود داشته باشند و با یکدیگر در تعامل باشند. هدایت دوطرفه سیناپس الکتریکی به آنها امکان می‌دهد تا به هماهنگی و فعالیت‌های گروه بزرگی از نورون‌های درهم پیچیده کمک نمایند. به عنوان مثال، سیناپس‌های الکتریکی میزان جمع‌بندی دپلاریزاسیون‌های زیر آستانه‌ای همزمان را در یک گروه از نورون‌های درهم تنیده تشخیص داده و بدین ترتیب امکان افزایش حساسیت عصبی را فراهم نموده و باعث تخلیه همزمان این گروه از نورون‌ها می‌گردند. همچنین، برخی از نورون‌های ترشح کننده هورمون در هیپوتالاموس از طریق سیناپس‌های الکتریکی با هم در ارتباط هستند. این امر امکان شلیک پتانسیل‌های عمل حدود زمانی مشابه را فراهم کرده و باعث تسهیل ترشح ناگهانی هورمون به درون گردش خون می‌شود.

هدایت "یک طرفه" در سیناپس‌های شیمیایی. سیناپس‌های شیمیایی یک خصوصیت بسیار مهم دارند که آنها را برای انتقال اکثر سیگنال‌های دستگاه عصبی بسیار