

ارتباط هیپوکمپ با یادگیری، حافظه و مسیرارتباطی آن

یادگیری

یادگیری را می توان به صورت تغییرات رفتاری که در اثر تجربه ی پدید آمده، تعریف کرد و حافظه مطابق با ذخیره سازی این تجربیات است. بدیهی است که این دو پدیده به یکدیگر وابستگی دارد، و باید با هم بررسی شود [۱, ۲]. Wang بیان می دارد که یادگیری و حافظه با دخالت تشکیل ارتباط های سیناپسی جدید در سیستم عصبی ایجاد می شود [۱]. نظر دیگر این است که قسمت اعظم موارد یادگیری و حافظه با دخالت تغییرات بیوشیمیایی در مسیرهای عصبی موجود ایجاد می شود. از آنجایی که رفتارها شکل های متفاوتی دارند، انواع مختلفی از یادگیری نیز وجود دارد. روانشناسان معتقدند که یادگیری توسط قرار گرفتن ارگانسیم ها در معرض انواع اختصاصی تجارب حسی شکل می گیرد [۳].

یادگیری از یک نظر به دو دسته تقسیم می شود:

◆ **یادگیری اجتماعی:** به طور مثال اگر حیوانی، حیوان هم‌نوع خود را در حال انجام تمرین مشخصی ببیند، سریع تر از حیوانی که چنین صحنه ای را ندیده، آن حرکات را یاد می گیرد [۵].

◆ **یادگیری غیر اجتماعی:** شامل یک پاسخ حرکتی بر اثر یک واکنش حسی است و خود انواعی دارد. یادگیری ساده، یادگیری وابسته و یادگیری پیچیده [۵, ۶].

حافظه

توانایی ذخیره سازی و بازخوانی اطلاعات آموخته شده را حافظه گویند. به عبارت دیگر حافظه، عبارت از ترکیبی از روندهای مختلف اکتساب، تثبیت، ذخیره و به خاطر آوری اطلاعات است [۷]. فرآیندهای تثبیت و ذخیره سازی حافظه،

نتیجه ی یک مجموعه از رویدادهای نورویولوژیکی وابسته به زمان است که پس از شکل گیری ابتدایی حافظه رخ می دهد. به علاوه این نوسان در فرآیندهای مربوط به ذخیره سازی حافظه بطور کامل می تواند کمی بعد از تجربه یادگیری اصلی روی دهد. بسیاری از مواد مانند گلوکز و هورمون های آدرنال اپی نفرین، نور اپی نفرین و تحت شرایط خاص، گلوکوکورتیکوئیدهایی مثل کورتیزول، که طی دوره های هوشیاری، استرس و هیجان به درون خون آزاد می شوند ارتباط نزدیکی با نوسانات حافظه دارند [۸].

انواع حافظه

در علم فیزیولوژی حافظه به دو بخش تقسیم شده است:

◆ حافظه بیانی (Declarative):

حافظه ای است که در مورد حقایق، افکار و حوادثی که می توانند آگاهانه به یاد آورده شوند، ایجاد می گردد. مفهومی که افراد به طور معمول از واژه حافظه در ذهن دارند، همین نوع از حافظه است. این حافظه، حافظه هوشیارانه برای اسم یک دوست، تعطیلات تابستان گذشته و... است. حافظه بیانی در انسان و نیز حیوانات مطالعه می شود [۹].

◆ حافظه غیر بیانی یا مفهومی (Non-Declarative):

برخلاف حافظه بیانی، غیر آگاهانه است و قابل بیان نیست. این نوع حافظه کاربرد گسترده ای دارد و به روندهای یادگیری متفاوتی گفته می شود که شامل توانایی اجرای یک مهارت حرکتی و نیز شکل گیری عادات است [۱۰].

حافظه بیانی و بسیاری از انواع حافظه مفهومی بر اساس طول مدت ذخیره اطلاعات نیز تقسیم بندی شده اند:

◀ **حافظه کوتاه مدت (Short-term):** ذخیره موقت

اطلاعات در آن برای ثانیه ها تا دقیقه ها طول می کشد.

◀ **حافظه میان مدت (Intermediate):** مرحله ای از پردازش در هیپوکامپ یا جایی دیگر که در آن اطلاعات را به شکل طولانی تری تبدیل می نماید.

◀ **حافظه طولانی مدت (Long-term):** اطلاعات در آن برای سال ها و گاهی تمام عمر ذخیره می شود. از نظر آزمایشگاهی و عملی، برخی از محققان حافظه را به دو نوع تقسیم کرده اند:

✓ **حافظه جاری (working):** اطلاعات آموخته شده طی جلسه محدود آموزش (Trial) ذخیره می شود که این اطلاعات فقط برای انجام وظایف همان جلسه ضروری است و پس از اتمام این جلسه، فراموش می شود.

✓ **حافظه مرجع (Reference):** ابعادی از حافظه است که در آن اطلاعات آموخته شده ممکن است به جای یک جلسه منفرد آموزش، در همه جلسات آموزش مورد استفاده قرار گیرد.

مراحل تشکیل حافظه

ایجاد و تشکیل حافظه به ۴ مرحله تقسیم می شود که عبارت است از:

◀ **مرحله اکتساب یا آموزش (Acquisition):**

در این مرحله اطلاعات پس از وارد شدن به سیستم عصبی در مدارهای خاصی از سیستم اعصاب مرکزی که در ارتباط با اعمال حافظه هستند (مانند هیپوکامپ) رمز بندی یا کدگذاری می شوند [۱۱].

◀ **مرحله ذخیره سازی اطلاعات (Storage):**

در این مرحله از طریق فعالیت نورونی اطلاعات در مدارهای عصبی حفظ میشوند. احتمالاً این فعالیت های نورونی باعث ایجاد تغییراتی خاص در سیناپس های ذخیره کننده اطلاعات می شوند. در سیستم عصبی بر اثر یادگیری مطالب جدید، سیناپس ها و مسیرهای نورونی جدیدی ایجاد می شوند [۱۱].

◀ **تثبیت (Consolidation):**

روند ذخیره اطلاعات در حافظه طولانی مدت تثبیت نامیده می شود [۹]. این مرحله بسیار حساس است و طی آن با فعال شدن ژن هایی خاص، پروتئین های اساسی جهت شکل گیری حافظه طولانی مدت سنتز می شود [۱۱].

◀ **مرحله بازگویی یا یادآوری (Recall or Retrieval):**

فراخوانی یا بازیابی حافظه، دسترسی مجدد به حوادث و اطلاعاتی است که در گذشته در مغز کدگذاری و

تثبیت شده اند. در این مرحله، اطلاعات برای ایجاد ادراک یا برون ده حرکتی از محل هایی که در آن ذخیره شده اند باز خوانی می شود [۹].

آناتومی یادگیری و حافظه

مغز دارای ساختمان پیچیده ای بوده و حافظه و یادگیری نیز پدیده های پیچیده ای است. به همین دلیل مطالعه در زمینه ی اساس عصبی حافظه و یادگیری بسیار به کندی پیش می رود. تصویر فیزیکی یا جایگاه حافظه در مغز را Engram می گویند. در دهه ۱۹۲۰ یک فیزیولوژیست آمریکایی به نام Karl Lashley، آزمایشاتی جهت بررسی اثرات تخریب ناحیه های مختلف مغزی بر یادگیری انجام داد و پس از تحقیقات طولانی نتیجه گرفت که حافظه در یک نقطه از مغز مستقر نشده بلکه با شبکه های نورونی در سراسر مغز در هم آمیخته و منتشر شده است.

مطالعات اخیر نشان می دهد هیچ بخشی از مغز به عنوان ذخیره ای برای تمام حافظه خدمت نمی کند، بلکه انواع خاص حافظه در محل های ویژه قرار می گیرد. از جمله نواحی مغز که در یادگیری و حافظه دخیل است می توان بخش میانی لوب گیجگاهی را بیان داشت. یکی از قسمت های اصلی بخش میانی لوب گیجگاهی ناحیه هیپوکامپ است که در ایجاد چند نوع حافظه دخیل است [۱۲].

امروزه مشخص شده است که نواحی خاصی از مغز از جمله مخچه، هیپوکامپ، آمیگدال و کورتکس بیشتر در حافظه دخیل است. دانشمندان معتقدند در حافظه بیانی، بیشتر نواحی کورتکس به ویژه لوب گیجگاهی و هیپوکامپ دخیل بوده ولی در حافظه غیر بیانی بیشتر سیستم های حسی و حرکتی در گیر است [۱۱].

هیپوکامپ

تشکیلات هیپوکامپ (Hippocampal formation) بخشی از لوب گیجگاهی را به خود اختصاص می دهد که خود از چندین بخش به هم مرتبط شامل: جسم هیپوکامپ، شکنج دندانه ای (Dentate gyrus) و سابیکولوم (Subiculum) است. جسم هیپوکامپ و شکنج دندانه ای بخشی از آرکتوکورتکس است و سابیکولوم بخشی انتقالی کورتکس را در بر می گیرد. یعنی حد وسط بین آرکتوکورتکس و نئوکورتکس است. هیپوکامپ

با تشکیل حافظه دارد. شکل پذیری سیناپسی هم شامل تغییرات کوتاه مدت در قدرت کارایی انتقال سیناپس می شود و هم تغییرات درازمدت در ساختمان و تعداد سیناپس ها را در بر می گیرد [۱۶].

LTP یا تقویت بلند مدت، یک افزایش در انتقال پیام بین دو نورون است که در اثر تحریک همزمان آنها ایجاد می شود. LTP یکی از مهم ترین پدیده های پلاستیسته سیناپسی است و بنابراین در تغییر توان سیناپس های شیمیایی نقش دارد. یکی از مکانیسم های مهم دخیل در تشکیل حافظه، LTP است و نقش گیرنده های گلوتاماتی در آن بسیار با اهمیت است [۱۷].

منابع:

1. Wang J-H, Ko GY, Kelly PT. Cellular and molecular bases of memory: synaptic and neuronal plasticity. *Journal of clinical neurophysiology*. 1997;14(4):264-93.
2. Meneses A, Perez-Garcia G. 5-HT 1A receptors and memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2007;31(5):705-27.
3. Kandel ER. Cellular mechanisms of learning and the biological basis of individuality. *Principles of neural science*. 1991;65:1009-31.
4. Castellano C, Cabib S, Puglisi-Allegra S. Psychopharmacology of memory modulation: evidence for multiple interaction among neurotransmitters and hormones. *Behavioural brain research*. 1996;77(1):1-21.
5. Rendell L, Fogarty L, Hoppitt WJ, Morgan TJ, Webster MM, Laland KN. Cognitive culture: theoretical and empirical insights into social learning strategies. *Trends in cognitive sciences*. 2011;15(2):68-76.
6. Oscar-Berman M. Clinical and experimental approaches to varieties of memory. *International journal of neuroscience*. 1991;58(3-4):135-50.
7. Nielson KA, Lorber W. Enhanced post-learning memory consolidation is influenced by arousal predisposition and emotion regulation but not by stimulus valence or arousal. *Neurobiology of learning and memory*. 2009;92(1):70-9.
8. Squire LR, Kandel ER. *Memory: From mind to molecules*: Macmillan; 2000.
9. Nestler EJ, Malenka R, Hyman SE, Hyman SE, Malenka R. *Molecular basis of neuropharmacology: a foundation for clinical neuroscience*: Appleton & Lange; 2001.

بخشی از سیستم لیمبیک است که در مکانیسم بقا حافظه (memory retention) شرکت می کند. هیپوکامپ از قاعده مغز جلویی و سبتوم، آوران های کولینرژیک دریافت می کند که در اعمال حافظه و یادگیری نقش مهمی دارند [۱۳].

نورواناتومی هیپوکامپ

به علت تشابه جسم هیپوکامپ با شاخ بز کوهی، به آن شاخ آمون (Corn of Ammonis) یا CA می گویند. CA به ۴ ناحیه تقسیم می شود که به ترتیب CA1 تا CA4 را شامل می شود. ناحیه CA1 و CA3 بخش عمده هیپوکامپ را به خود اختصاص داده است.

هیپوکامپ دارای سه لایه سلولی است:

- ✓ لایه مولکولی (Molecular layer): محل تلاقی اکسون ها و دندریتها را شامل می شود.
- ✓ لایه سلول های پیرامیدال (Pyramidal cell): از نورون های بزرگی تشکیل یافته اند که شکل آن ها هرمی است و در واقع سلول های اصلی هیپوکامپ را شامل می شوند.
- ✓ لایه سلول های چند شکل (Polymorphic layer): این لایه شبیه لایه ششم نئوکورتکس است و در زیر Alveus واقع شده و شامل اکسون و دندریت ها و نورون های رابط است [۱۴].

نقش هیپوکامپ در یادگیری و حافظه

هیپوکامپ، نقش مهمی در حافظه دارد. نظر براین است که فعالیت تنای هیپوکامپی که نورونهای کولینرژیک مسیر سبتو هیپوکامپ را درگیر می کند با تثبیت حافظه (consolidation) مرتبط است. همچنین عمل مهاری نورون های سروتونرژیک رافه پشتی روی فعالیت کولینرژیک هیپوکامپ، ممکن است با فرآیندهای حافظه ای مرتبط باشد.

در هیپوکامپ بین نقایص رفتاری و کاهش استیل کولین ترانسفراز، ارتباط بیشتری نسبت به کورتکس وجود دارد و تخریب قسمت های خاص هیپوکامپ، برای تخریب حافظه و یادگیری کافی است. این یافته ها اشاره به این مطالب دارد که هیپوکامپ یک منطقه بحرانی برای کنترل فرآیندهای حافظه و یادگیری است [۱۵].

مکانیسم های تشکیل حافظه در هیپوکامپ از دیدگاه مولکولی

شکل پذیری سیناپسی (Synaptic Plasticity) تغییر در قدرت عملکرد سیناپس است و این پروسه ارتباط مستقیمی