گزارش وبینار کارکردهای اجرایی

سخنران: فاطمه اصغریان اصل- کارشناسی ارشد دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان

زمان : ۱۹ خرداد ۱۴۰۰ ساعت ۱۹- ۱۷

این وبینار توسط کارگروه علوم اعصاب شناختی شاخه دانشجویی نقشه برداری مغز ایران برگزار شد. خانم اصغریان در قسمت سوم این ارائه، به ادامه مباحث مرتبط به کارکردهای اجرایی پرداختند.

شرح و مباحث اصلی سخنرانی:

کنترل: مطابقت رفتار با زمینه

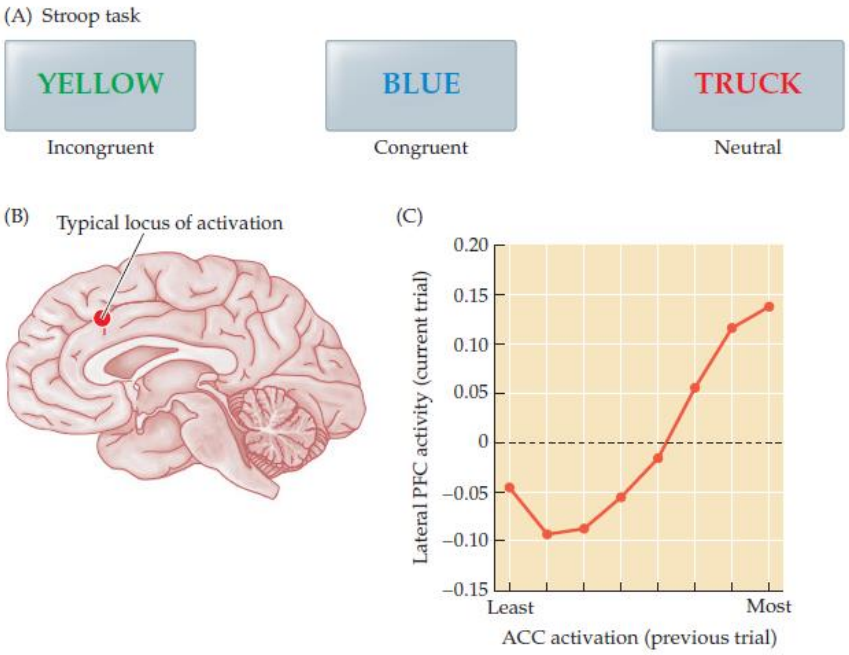
یک سوال کلی در مورد عملکرد اجرایی این است که چه چیزی مغز را وادار به درگیر شدن فرآیندهای خاص می‌کند. به عنوان مثال، چه چیزی تعیین می‌کند که آیا قوانین فعلی پاسخ - محرک برای دستیابی به یک هدف کافی ا ست یا قوانین جدیدی لازم ا ست؟ عملکردهای اجرایی هزینه دارد. تلاش برای انجام وظیفه اجرایی آگاهانه (به عنوان مثال، فکر کردن در مورد قوانینی که در رفتار فردی وجود دارد) می تواند پردازش خودکار را کند یا مختل کند. برای اینکه عملکردهای اجرایی به طور موثر اجرا شوند، مغز باید منابعی رو برای نظارت بر موفقیت فعالیت های رفتاری و حل تعارضات احتمالی بین فعالیت ها تخصیص بدهد. فرآیندهای مربوط به نظارت و حل تعارض به عنوان سیستم های کنترل شناخته میشوند.

نظارت بر تعارضات

دیدگاه اولیه کنترل رفتاری در سال ۱۹۹۰ توسط مایکل پوزنر و استیون پترسن مطرح شد. آنها فرضیه وجود سه سیستم کلی را مطرح کردند: یکی برای نگهداشتن هوشیاری/ گوش بزنگی، دیگری جهت دادن به محرک های حسی و مورد سوم برای شناسایی و تشخیص رخدادهایی که برای پردازش آنها به منابع اضافی نیازه است. آخرین مورد از این عملکردها ظارت بر درگیری نامیده می شود.

مطالعات PET و fMRI نشان می دهد در شرایط تضاد زیاد بین پا سخ ها ، فعال شدن در شکنج cingulate قدامی افزایش می یابد.

تعارض پاسخ هنگامی بوجود می آید که اطلاعاتی که به یک پاسخ نادرست اشاره می کنند زودتر یا همزمان با اطلاعات نشان دهنده پاسخ صحیح در دسترس باشند. تسک Stroop نمونه خوبی از پارادایمی است که چنین تعارضاتی را ایجاد می کند

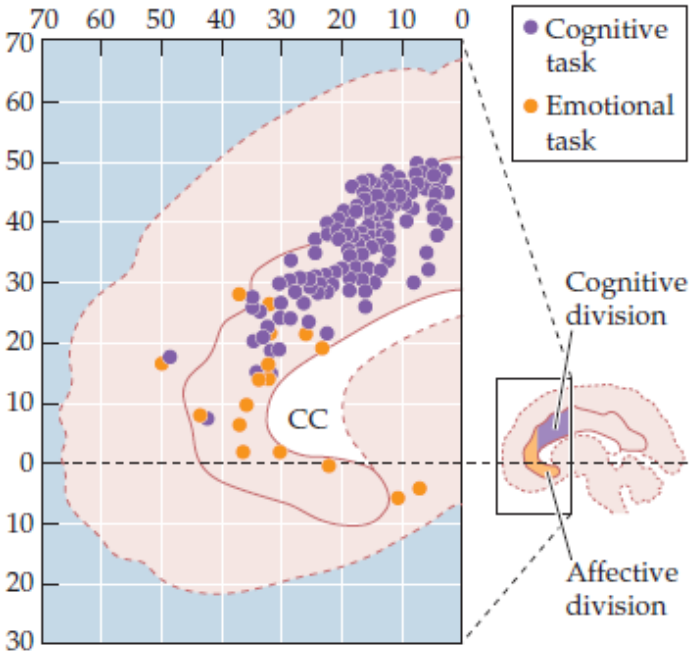


افراد می توانند کلمات رنگی را خیلی سریع بخوانند و رنگ جوهر چاپ شده آن کلمات تأثیر کمی در سرعت خواندن این کلمات (یا فشار دادن یک دکمه نشان دهنده نام رنگ) دارد. اما هنگامی که از آنها خواسته می شود رنگ جوهر چاپ شده را نام ببرید (یا دکمه ای را نشان دهید که رنگ جوهر را فشار دهید) ، وقتی رنگ جوهر با کلمه چاپی ناسازگار است، تداخل ایجاد کند و آهسته تر عمل می کنند.

مطالعات تصویربرداری عصبی نشان میدهد که فعالیت anterior cingulate cortex در این تسک افزایش پیدا می کند.

علاوه بر این، این فعال سازی (و کاهش سرعت در زمان پاسخ) بیشتر زمانی است که ترایال قبلی همخوان است تا یک ترایال ناهمخوان (حمایت از ایده فرآیند نظارت بر تعارض به جای انتخاب رفتار). افزایش فعال شدن در anterior cingulate cortex (ACC) در یک ترا یال منجر به افزایش فعال شدن dorsolateral prefrontal cortex در ترایال بعدی می شود.

یک فراتحلیل نشان می دهد که قسمت پشتی anterior cingulate gyrus به خواسته های کنترل شناختی پاسخ می دهد، در حالی که مناطق شکمی تر از پردازش عاطفی پشتیبانی می کنند.



چالش های مدل نظارت بر تعارض

اگرچه این ایده که سلولهای عصبی داخل anterior cingulate gyrus از نظارت و حل تعارض پشتیبانی می‌کنند، مطالعات اخیر چالش هایی را ایجاد کرده است.

یک سوال این است که چه نوع نظارتی رخ می دهد. در حالی که فعال سازی در این منطقه معمولاً هنگامی مشاهده می شود که دو قانون بالقوه برای رفتار در تضاد باشد (به عنوان مثال، نامگذاری رنگ جوهر در مقابل خواندن یک کلمه رنگی)، فعال سازی این منطقه همچنین برای بازخورد پاسخ های صحیح یا سایر نتایج سودمند م شاهده شده ا ست. نظارت بر تعارض ممکن ا ست در مراحل پردازش زودتر از مرحله ا صلی پا سخ نیز رخ دهد. بنابراین، medial prefrontal cortex ممکن است اشکال درگیری را در مراحل پردازش غیر از تولید پاسخ، کنترل کند.

سوال دیگر این است که آیا افزایش فعال شدن در ترایال های خطا به خود خطاها ارتباط دارد یا به فرآیند دیگری.

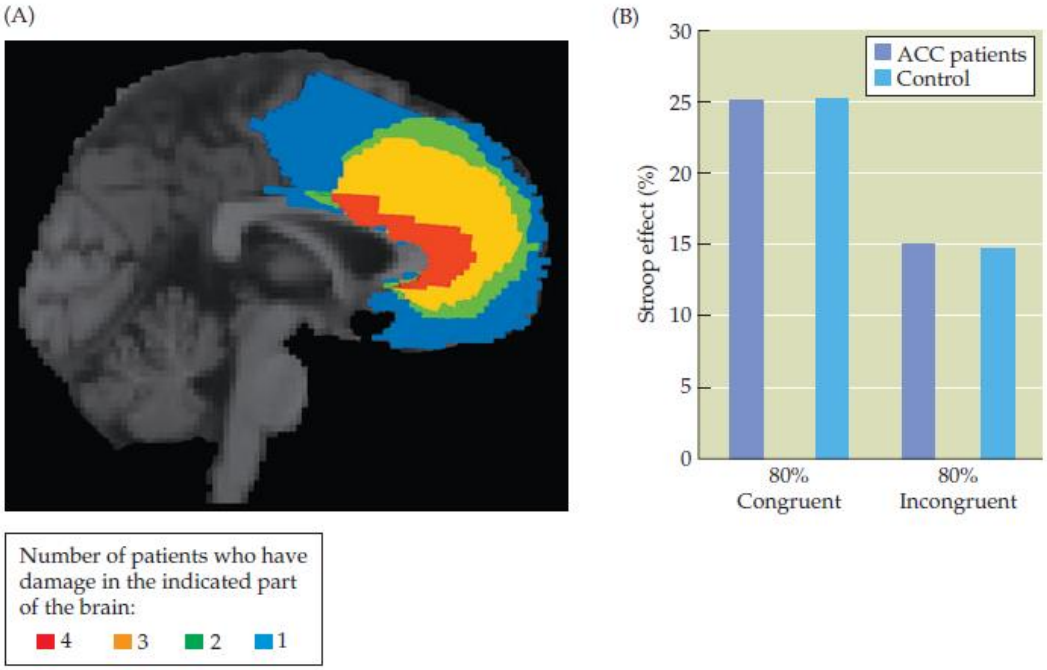
شواهدی در برابر این ایده که anterior cingulate gyrus برای نظارت بر تعارض ضروری است:

اطلاعات در این موضوع بر اساس مطالعه بیمارانی است که anterior cingulate gyrus آسیب دیده است.

(الف) نقشه های رنگی مناطق همپوشانی ضایعات را نشان می دهد. همه بیماران در ناحیه پشتی (دورسال) cingulate cortex آسیب دیدند.

ب) با وجود این که بیماران آهسته تر از افراد کنترل پاسخ می دهند، میزان اثر استروپ مشابه بود.

این تشابه در هر دو ترایال همخوانی و نا همخوانی وجود داشت. این نتایج نشان می دهد که anterior cingulate gyrus آسیب دیده برای اثرات تداخل نرمال در تسک استروپ، حداقل در شرایط آزمایش شده ضروری نیست.

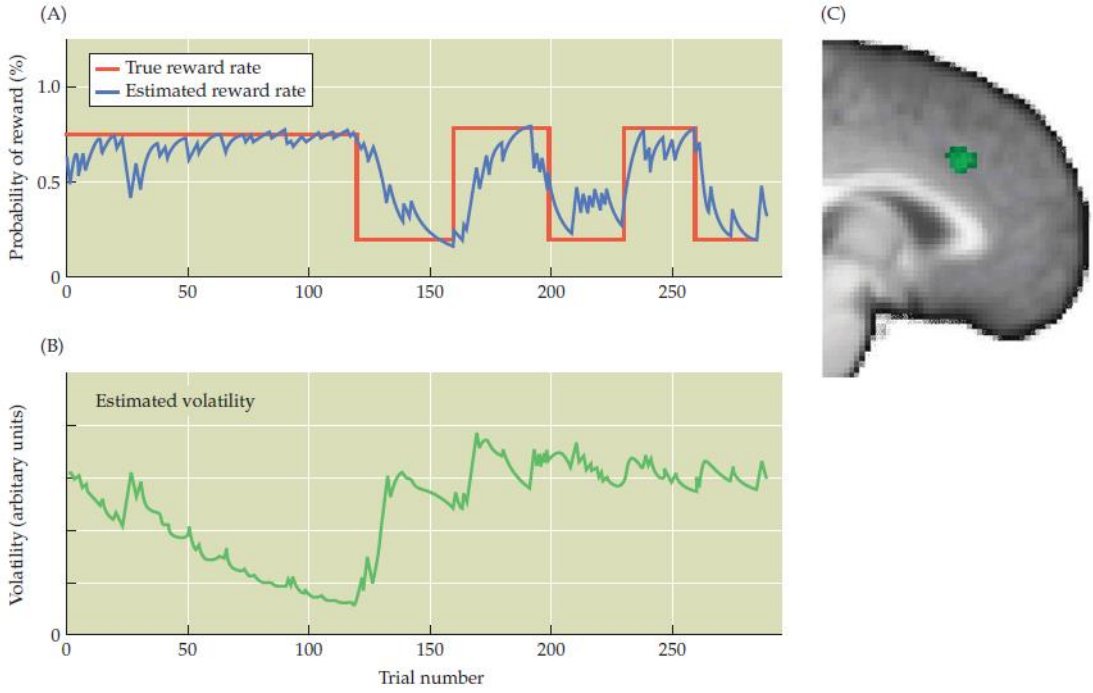


فعال سازی در dorsomedial prefrontal cortex ، نوسانات محیط فعلی را ردیابی می کند.

شرکت کنندگان یک بازی ساده انجام دادند که در آن حدس می زدند کدام یک از دو گزینه - یک جعبه آبی یا یک جعبه سبز - با پاداش پولی همراه است. (الف) طی ۱۲۰ ترایال اول آزمایش، احتمال پاداش برای جعبه آبی ۷۵ درصد و جعبه سبز ۲۵ درصد ثابت نگه داشته شد. سپس، طی ۱۷۰ ترایال بعدی، احتمال پاداش (یعنی کدام مورد به احتمال زیاد منجر به پاداش می شود) در دو گزینه، در بلوک های حدود ۳۰ ترایالی کم و زیاد می شود. نشان داده شده است نرخ واقعی پاداش و نرخ پاداش می تواند توسط یک الگوریتم آماری تخمین زده شود که فقط نتایج پاداش را کنترل می کند.

ب) الگوریتم آماری همچنین "نو سانات" محیط را تخمین می زند. نو سان کم به معنای ثبات قوانین پاداش ا ست. نوسان زیاد به این معنی است که تصور می شود قوانین پاداش با گذشت زمان تغییر می کنند.

ج) فعال سازی در منطقه ای در dorsomedial prefrontal cortex برای ردیابی نو سانات در محیط تصمیم گیری، در طی مرحله آزمایش هنگامی که شرکت کنندگان نتایج را مونیتور می کردند، پیدا شد.



اســتدلال می شــود که این فعالیت می تواند به عنوان یک ســیگنال یادگیری باشــد که پیش بینی های مربوط به تســک را تغییر می دهد، مانند تخمین های فرد در مورد اینکه کدام محرک ممکن اســت بعد اتفاق بیفتد یا چه مقدار کنترل اجرایی برای انجام در ســطح قابل قبول لازم اســت. به طور قابل توجهی، ســیگنال های مربوط به اشتباهات غیر منتظره یا نتایج منفی باید به طور کلی قوی تر از سیگنال های مربوط به اشتباهات پیش بینی شده یا نتایج مثبت باشند، زیرا موارد اول برای یادگیری در آینده اهمیت بیشتری دارند.

این دیدگاه می تواند تکالیف یادگیری پاداش را توصــیف کند که در آن dorsomedial prefrontal cortex افزایش فعالیت را تحت شــرایط بی ثباتی محیط نشــان می دهد - یعنی وقتی قوانین مربوط به اقدامات و نتایج با گذشت زمان پایدار نیستند (شکل ۱۳,۱۷).

سازمان عملکردی dorsomedial prefrontal cortex

در حالی که تلاش زیادی برای تمایز زیر مناطق درونی lateral prefrontal cortex انجام شده است، تحقیقات کمتری بر روی تقسیمات عملکردی درdorsomedial prefrontal cortex متمرکز شده است. یک بررسی اولیه توسط ریچارد ریدرینوخوف و همکارانش نشان داد که انواع فرآیندهای کنترل شناختی در سراسر dorsomedial prefrontal cortex، بدون هیچ گونه سازمان مشخصی، با هم ادغام می شوند.

شواهد به دست آمده در سال های اخیر نشان می دهد که زیر مناطق خاص در dorsomedial prefrontal cortex ممکن است از کارکردهای اجرایی مجزایی پشتیبانی کند. این نتیجه نشان می دهد که این منطقه ممکن است در حل تعارضات در سطوح بالاتر (به عنوان مثال، "تعارض تصمیم") بر خلاف اقدامات حرکتی رقابتی، مهم باشد.

مطالعات دیگر نشان داده است که انواع پیچیده فرآیندهای کنترل به طور فزاینده باعث فعال شدن تدریجی در مناطق قدامی تر درdorsomedial prefrontal cortex می شود

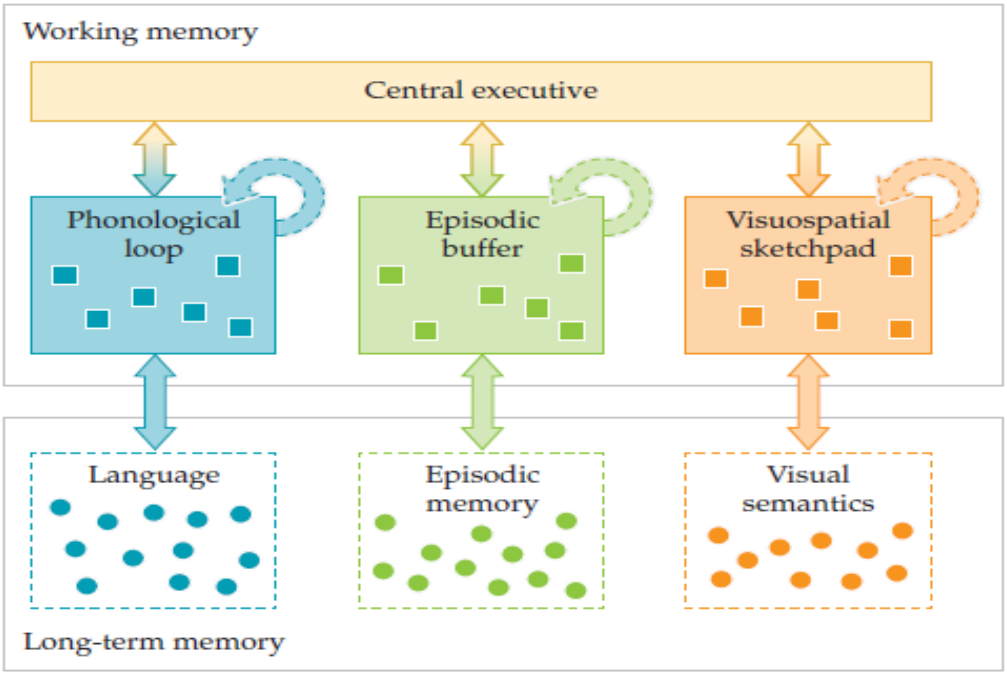
حافظه فعال: حفظ اطلاعات و قوانین در طول زمان

این فرایندها، که به طور جمعی از آنچه غالباً حافظه فعال نامیده می شود پشتیبانی می کنند، شامل نگهداری و دستکاری موقت اطلاعاتی است که در حال حاضر برای حواس موجود نیست اما برای دستیابی موفقیت آمیز به اهداف رفتاری کوتاه مدت ضروری است. همانطور که از این اصطلاح پیداست، حافظه فعال یک فرایند فعال است که نه تنها باید اطلاعات مهم را حفظ کند، بلکه باید اطلاعات بی ربط را متناسب با اهداف رفتاری فعلی مهار کند.

مدل بدلی

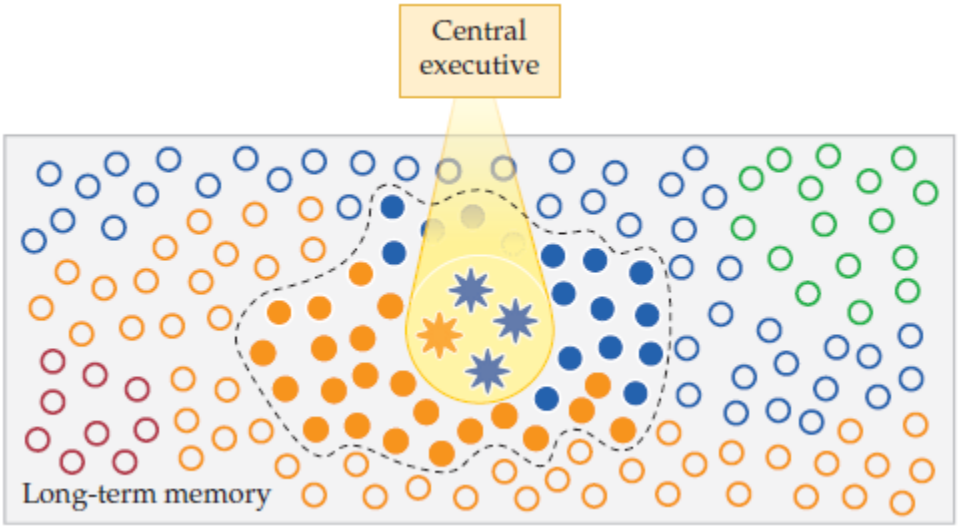
یک مدل تأثیرگذار از حافظه فعال که توسط روانشناس آلن بددلی در دهه ۱۹۷۰ ارائه شد. در نسخه جدیدتر، این مدل از سه بافر حافظه با ظرفیت محدود و یک سیستم کنترل تشکیل شده است. هر بافر حافظه نوع متفاوتی از ارائه را حفظ می کند: حلقه واجی ارائه های مبتنی بر صدا را نگهداری می کند، لوح دیداری فضایی دارای ارائه‌های فضایی و اشیا است و یک بافر اپیزودیک شامل ارائه های چند مدله یکپارچه است. فرض بر این است که سیستم کنترل در این مدل، که بددلی آن را مدیر مرکزی نامید، منابع پرداز شی را به بافرهای حافظه اختصاص می دهد و دستکاری می کند. هر بافر حافظه دارای دو جز است: منبع ذخیره ای که اطلاعات را به طور مختصر در خود نگه می دارد و مکانیزم تکرار است که این اطلاعات را قبل از پراکنده شدن مجدد فعال می کند.

در مورد حلقه واجشـــناختی، این دو مولفه به ترتیب به عنوان انبار واجشـــناختی وتمرین ذهنی گفتار ناملفوظ شـــناخته می شـــوند. بددلی فرایند تمرین ذهنی گفتار ناملفوظ را شـــبیه به گفتار فرعی - یعنی "صـــدای درونی" دانست که بعضی اوقات هنگام خواندن یا شمارش "می شنویم".



مدل کووان

یک مدل جایگزین، پیشنهاد شده توسط روانشناس نلسون کاوان، ادعا می‌کند که حافظه فعال در دو سطح سازمان یافته اســت. اولین ســطح حافظه فعال متشــکل از ارائه حافظه طولانی مدت در یک "حالت فعال" اســت. در تعداد حافظه های طولانی مدت که می توان همزمان فعال کرد محدودیت مشـــخصـــی وجود ندارد، اما فعال ســـازی به ســـرعت از بین می رود مگر اینکه تکرار شـــود. در این مدل، برخلاف مدل بدلی، ارائه های حافظه فعال برای انواع مختلف اطلاعات (کلامی، تصـــویری و غیره) همه در یک منبع حافظه بلند مدت مشـــابه نگهداری می شـــوند تا در منابع حافظه فعال جداگانه. سطح دوم حافظه فعال در مدل کووان شامل ارائه های فعال شده ای است که در مرکز کنترل اجرایی قرار دارند و می توانند همزمان چهار مورد را در خود جای دهند.



تفاوت دو مدل:

مدل بدلی نشـــان می دهد که مناطقی که به صـــورت فعال ارائه های حافظه فعال را ذخیره می کنند با آنهایی که حافظه های طولانی مدت را ذخیره می کنند متفاوت اســـت، در حالی که مدل کووان نشـــان می دهد که هر دو منطقه یکسان هستند.

با توجه به اینکه ارائه حافظه طولانی مدت اطلاعات حسی در قشرهای حسی و ارتباطی مربوط به هر نوع اطلاعات محرک ذخیره می شـــود، مدل کوآن نشـــان می دهد که نگهداری حافظه فعال باید با فعالیت پایدار در این مناطق همراه باشد.

تفاوت دیگر این ا ست که مدل بددلی ن شان می دهد که اجزا "ذخیره" و " تمرین برای هر بافر به مناطق مختلف مغز بستگی دارد ، در حالیکه مدل کوآن اینگونه نیست. بعلاوه ، اگرچه مدل ا صلی حافظه کاری بددلی ، نگهداری ا شیا بصری و اطلاعات مکانی را به یک مولفه حافظه فعال ("لوح دیداری فضایی")، اکنون مشخص شده است که مکانیسم های نگهداری ا شیا و فضایی می توانند در هر دو سطح رفتاری و عصبی جدا شوند. بنابراین ، اگرچه هر دو مدل برای تو ضیح طیف گ سترده ای از پدیده های رفتاری ا ستفاده شده ا ست، به نظر می ر سد مدل کوان با تحقیقات اخیر بهتر پشتیبانی شود.

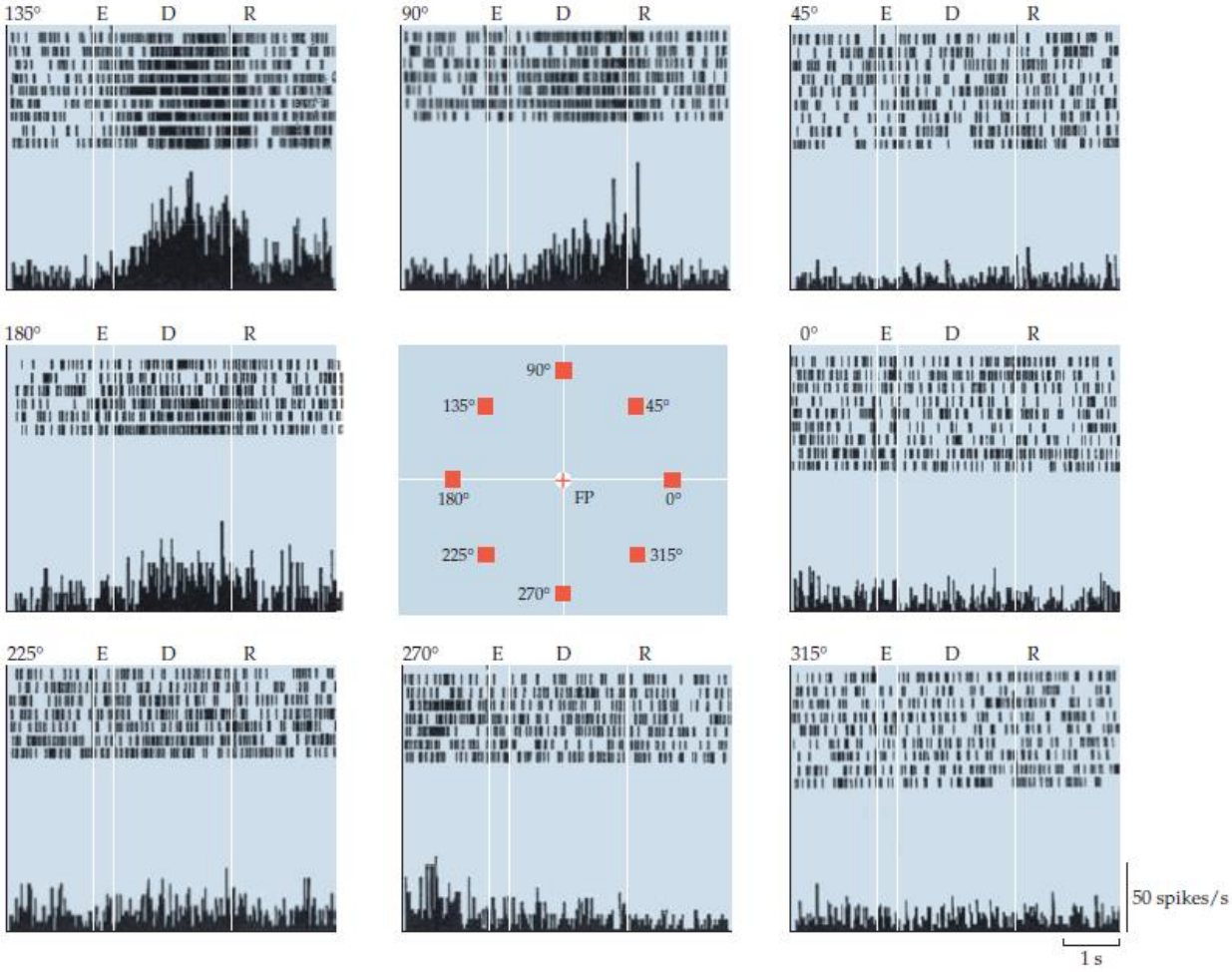
بسترهای عصبی حافظه فعال

بحث زیر بر اساس مدل کوان است - یعنی یک فرایند اجرایی که به طور گذرا نمایش های حسی را فعال می کند - برای بررسی نحوه تعامل قشر پیشانی با قشرهای حسی برای پشتیبانی از حافظه فعال.

مطالعات مبنای عصبی حافظه فعال معمولاً بر روی آنچه فعالیت دوره تأخیر نامیده می شود متمرکز شده است. مدت تأخیر مدت زمانی است که بین فعال سازی اولیه اطلاعات در حافظه فعال و استفاده از آن اطلاعات برای اجرای یک عمل خاص وجود دارد.

شواهد اولیه و قابل توجهی در مورد نقش نورونهای dorsolateral prefrontal cortex در حافظه فعال از ضبط های تک واحدی در میمون ها بدست آمده است. هنگامی که میمون ها برای چند ثانیه یک مکان را در حافظه فعال نگه می دارند - نورونها در dorsolateral prefrontal cortex در آن دوره تأخیر به طور مداوم شلیک می کنند.

مطالعات متنوعی نشان داد که سلولهای عصبیprefrontal برای خصوصیات خاص محرک در حال نگهداری انتخابی اند. همانطور که در شکل نشان داده شده است، یک نورون prefrontal ممکن است بیشترین میزان شلیک را هنگام نگه داشتن یک مکان فضایی مطلوب در حافظه از خود نشان دهد (به عنوان مثال ، ۱۳۵ درجه)، اما هنگام به خاطر سپردن یک مکان فضایی ترجیح داده نشده، شلیک کم و یا بدون هیچ گونه شلیکی باشد (به عنوان مثال ، ۲۷۰ درجه). از آن زمان نشان داده شده است که نورونهای Prefrontal cortex اطلاعات را نه تنها در مورد مکانهای فضایی، بلکه همچنین در مورد انواع محرکهای حسی ، حرکات خاص یا حتی ترتیب نسبی اطلاعات در یک توالی حفظ می کنند. علاوه بر این، ثبت ها از سلولهای عصبی در تعدادی از مناطق دیگر (به عنوان مثال، parietal (cortex, basal gangliaفعالیت دوره تأخیر را پیدا کرده است، که نشان می دهد چنین فعالیتی ممکن است یک ویژگی کلی پردازش اطلاعات همراه با کنترل رفتار باشد.



فعال سازی در lateral prefrontal cortex بر ا ساس یافته های مختلف زیر به حفظ فعال اطلاعات در حافظه فعال نسبت داده شده است:

۱- فعال ســازی این منطقه معمولاً در کل دوره تأخیر، چه در چند ثانیه و چه در ۲۴ ثانیه یا بیشــتر، در برخی از مطالعات ادامه دارد.

۲. هرچه قدر اطلاعات بیشــتری باســد در حافظه نگهداری بشــود، فعال ســازی به طور کلی افزایش می یابد (به عنوان مثال، حفظ پنج چهره در مقابل سه چهره)، اگرچه رابطه دقیق بین بار حافظه فعال و دامنه فعال سازی در تسک ها متفاوت است.

۳. افزایش فعال سازی با عملکرد بهتر حافظه کاری همراه ا ست، به طوری که وقتی از اطلاعات نگهداری شده در پایان دوره تأخیر به درستی استفاده شود، فعال سازی بیشتر است.

۴- افزایش فعال سازی با مقاومت در برابر اثرات حواس پرتی از یک تسک حافظه فعال رقابتی همراه است.

۵- وقتی تســـک به دســـتکاری اطلاعات در حافظه فعال (یعنی تغییر محتوا یا ترتیب اطلاعات مطابق با برخی قوانین) نیاز دارد، بیشتر از اینکه فقط اطلاعات را حفظ کند، فعال سازی بیشتر می شود.