مخچه
دکتر نیک‌روان
دانشگاه سمنان
پاییز ۹۲

فهرست مطالب

۱. مخچه

۲. عملکردهای مخچه

۳. مخچه دهلیزی

٤. مکانیسم دهلیزی تثبیت چشم ها و هماهنگی سر و چشم

٥. مخچه نخاعی و کنترل بازخوردی حرکات قسمت های انتهایی اندام

٦. مخچه مغزی و کنترل برنامه توالی و زمانبندی حرکات پیچیده

مخچه

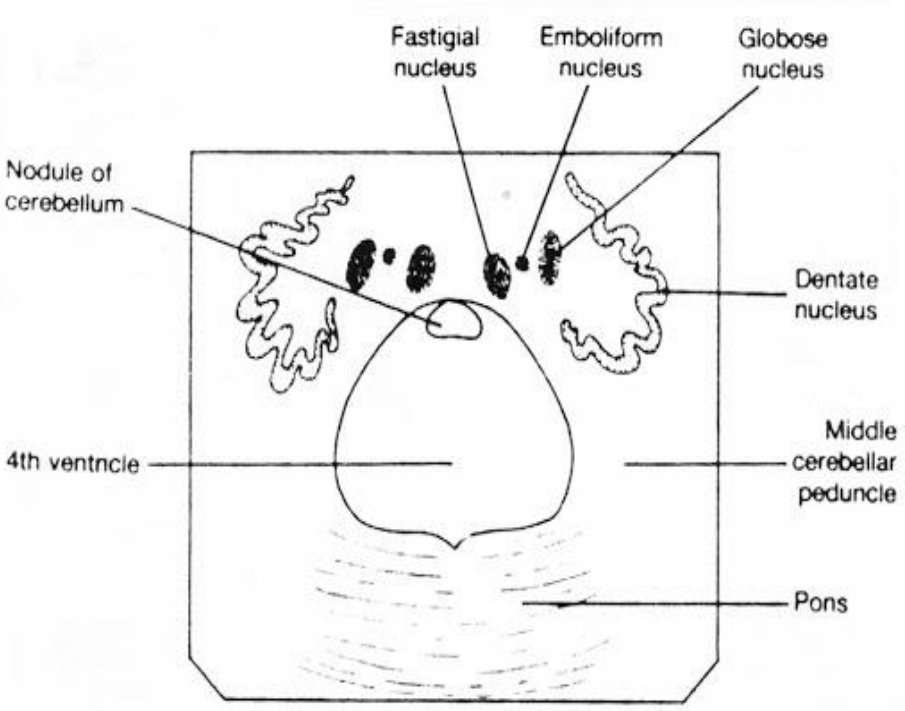
❖مخچه(Cerebellum) :

مخچه بخشی از سیستم عصبی مرکزی است که بعد از نیمکره ها بزرگترین قسمت عصبی است. مخچه در قسمت پشت ساقه مغز قرار گرفته است که در فاصله بین مخچه و ساقه مغز و بطن چهارم واقع شده است، به وسیله ۳ جفت مسیر عصبی به نام پایکها مخچه با سایر قسمت های دستگاه عصبی مرکزی ارتباط برقرار می کند.

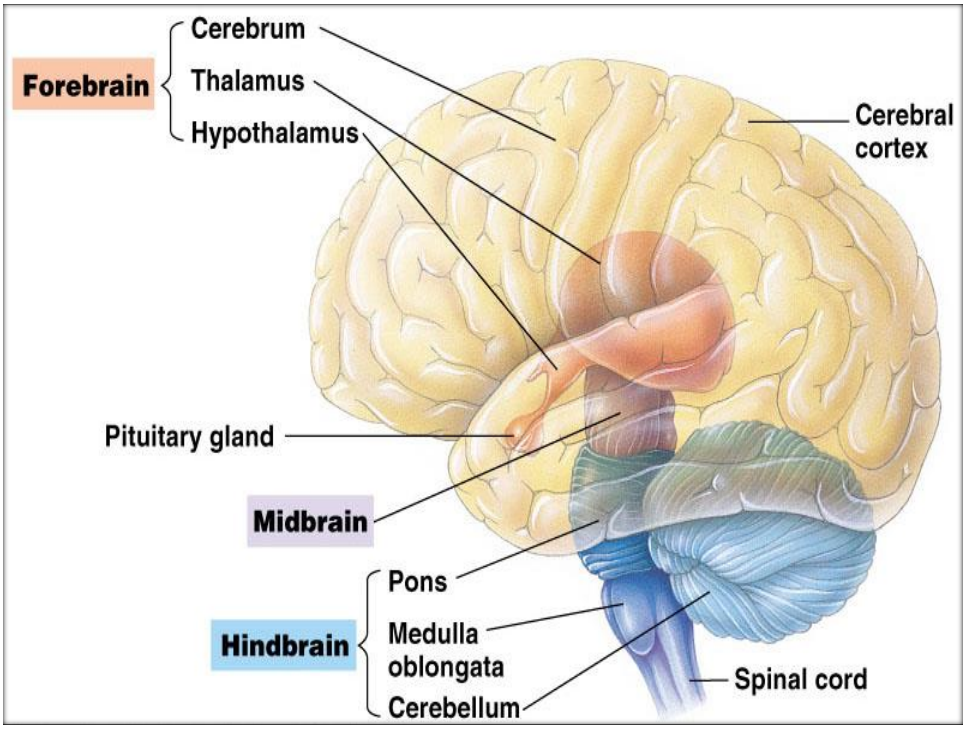
مخچه متشکل از ۲ نیمکره جانبی که بوسیله ورمیس که نوار باریکی است به هم وصل می شوند. در این ناحیه بخش اعظم کنترل مخچه ای مربوط به حرکات محوری بدن، حرکات گردن، شانه ها و مفاصل خاصره می شود. در هر نیمکره مخچه ۴ هسته وجود دارد:

۱) هسته دانه دار
۲) هسته لختی شکل
۳) کروی
۴) شیروانی یا فاستیژی که نزدیک به ورمیس بوده و عملکرد آن مربوط به تعادل فرد است.

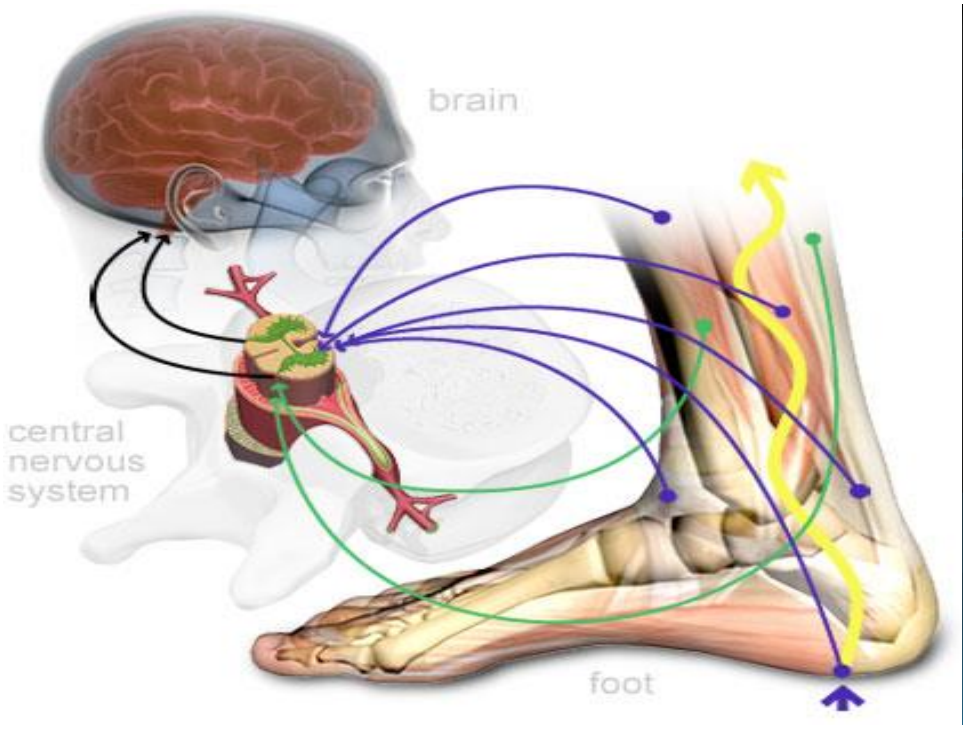
مخچه به وسیله شیار عمقی به سه لوپ تقسیم می شود: ۱.لوپ قدامی ۲.لوپ خلفی۳.لوپ فلوکولوندولر



مخچه از قدیم یک "ناحیه ساکت مغز" خوانده شده است و این موضوع به طور عمده به این دلیل است که تحریک الکتریکی این ساختار هیچ گونه احساسی تولید نمی‌کند و به ندرت موجب حرکت می‌شود. با این وجود حذف مخچه واقعاً موجب غیرطبیعی شدن شدید حرکت ما می‌شود. مخچه به ویژه برای کنترل فعالیت‌های عضلانی بسیار سریع از قبیل دویدن، ماشین نویسی، نواختن پیانو و حتی صحبت کردن اهمیت حیاتی دارد. نبود این ناحیه از مغز موجب ناهماهنگ شدن تقریباً کامل این فعالیت‌ها می‌شود. با وجودی که نبود مخچه موجب فلج شدن هیچ عضله‌ای نمی‌شود.



در واقع مخچه به طور مداوم اطلاعات جدید را از نواحی کنترل حرکت (در مغز و نخاع) دریافت می‌کند. هم چنین اطلاعاتی از قسمت‌های مختلف بدن از قبیل ماهیچه، مفصل، پوست، چشم و گوش دریافت می‌کند. سپس مخچه حرکاتی را که واقعاً انجام شده‌اند را با حرکاتی که مورد نظر سیستم حرکتی بوده مقایسه می‌کند. اگر این دو حرکت به طور رضایت بخشی با هم نخوانند، آن گاه پیام‌های مناسب برای لحظه‌ای مجدداً به داخل سیستم حرکتی ارسال می‌شوند تا سطوح فعالیت عضلات ویژه را کاهش یا افزایش دهند. همچنین مخچه هنگامی که حرکت کنونی فرد هنوز در حال انجام است، در برنامه ریزی حرکت متوالی بعدی (در جزیی از ثانیه جلوتر از آن) به قشر مغز کمک می‌کند.



مخچه از حرکات کنونی خود نیز درس می‌گیرد. به این معنی که اگر حرکتی آن طوری که دقیقاً مورد نظر بوده انجام نشود، مدار نورونی مخچه یاد می‌گیرد که دفعه بعد حرکت قوی تر یا ضعیف تری انجام دهد. از جمله علایمی که نشانه صدمه خوردن به مخچه است، عبارتند از: اختلال در تکلم، تلوتلو خوردن هنگام راه رفتن و لرزش در جریان انجام کار ارادی. هم چنین صدمه به مخچه باعث می‌شود که شخص توانایی انجام حرکات دقیق را نداشته باشد. به عنوان مثال نتواند خط راست بکشد یا با چکش روی میخ بکوبد. البته باید توجه داشت که نوع اختلال ایجاد شده بستگی به نوع آسیب وارد شده دارد. به عنوان مثال در صورت وارد آمدن آسیب جزیی به قشر مخچه، فرد می‌تواند حرکات معمول خود را به آهستگی انجام دهد.

عملکردهای مخچه

عملکرد مخچه در کنترل کلی حرکت:
سیستم عصبی از مخچه جهت هماهنگ سازی اعمال حرکتی در سه سطح استفاده می کند.

۱. حفظ تون عضلانی

۲. حفظ تعادل

۳. کنترل حرکات ارادی

مخچه دهلیزی

این سطح به طور عمده از لوپ های فلوکولوندولر مخچه و بخش های مجاور ورمیس تشکیل شده و مدارهای نورونی را جهت انجام بیشتر حرکات تعادلی بدن فراهم می کند. بخش دهلیزی از نظر تکاملی حدودا همزمان با دستگاه دهلیزی در گوش داخلی تکامل می یابد و فقدان و یا نابودی این بخش باعث اختلال شدید تعادل و حرکات وضعیتی بدن می شود.

* بخش دهلیزی چه نقشی در تعادل ایفا می کند که امکان انجام آن به وسیله سایر سیستم های عصبی ساقه مغز امکان پذیر نیست؟

پاسخ: این حقیقت است که در کسانی که دچار اختلال عملکرد مخچه دهلیزی هستند در جریان انجام حرکات سریع تعادل بیشتر از هنگام سکون مختل می شود، به ویژه هنگامی که این حرکات تغییر جهت شی در تعادل ایفا می کند که امکان انجام آن به وسیله سایر سیستم های عصبی ساقه مغز امکان پذیر نیست.

برای مغز چگونه امکان پذیر است که بداند چه زمانی حرکت را متوقف کند تا عمل متوالی بعدی را انجام دهد؟

✓پاسخ این است که سیگنال های محیطی علاوه بر اطلاع رسانی درباره وضعیت قسمت های مختلف بدن به مغز در مورد این که این قسمت ها با چه سرعتی و در کدام جهت در حال حرکت هستند نیز انجام وظیفه می کند، این وظیفه مخچه دهلیزی می باشد (محاسبه سرعت ها و جهت ها).

مکانیسم دهلیزی تثبیت چشم ها و هماهنگی سر و چشم

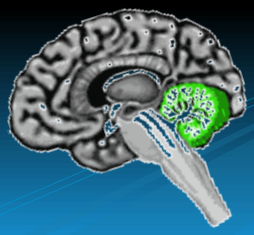
هر بار که سر ناگهان می چرخد پیام های مجاری نیم دایره باعث چرخش چشم ها به همان اندازه ولی در خلاف جهت چرخش سر می شود. این امر ناشی از رفلکس هاست که از طریق هسته های دهلیزی و دسته طول میانی به هسته های اوکولوموتور هدایت می گردند. پس هماهنگی دست و چشم با هماهنگی سر و چشم شروع می شود.

ساکاد

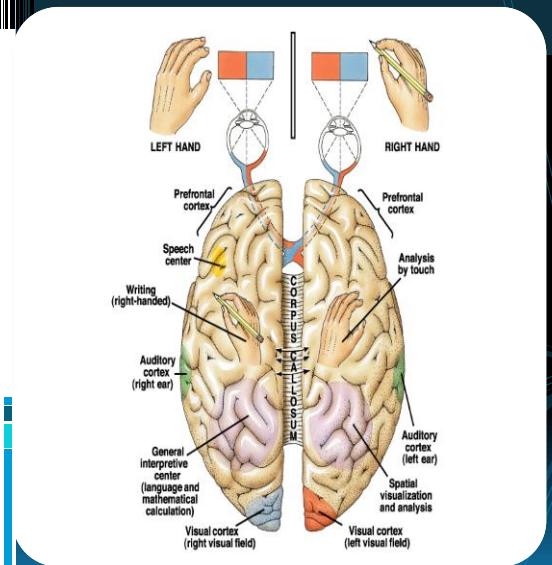
معرف حرکات جهشی سریع و منقطع چشم در هنگام تعقیب شئ مورد نظر توسط چشم و یا در تکلیف خیره شدن است.

برای دنبال کردن هدف قابل پیش بینی یا موقعیت هدفی که از خط وسط بدن دور می شود گردن و سر با انقباضات خود سر را تثبیت کرده و پایه ای برای حرکات سریع چشم ها فراهم می کند.

علاوه بر ساکادها که مکانیسم عصبی هستند و به تثبیت دید روی یک شئ کمک می کنند، بازتاب های دهلیزی چشمی به چشم ها اجازه می دهند تا حتی در حین حرکات سریع سر روی هدف ثابت بماند، بازتاب های بینایی جنبشی به ماکمک می کند اشیا متحرک را تعقیب کنیم.



حرکات چشم و دست



معمولا به طورهمزمان صورت می گیرد و به ندرت اتفاق می افتد که حرکات دست قبل از اتمام حرکات چشم و سر به سوی هدف آغاز نشده باشد. این مسئله موضوع هماهنگی چشم و دست را مطرح می کند.

مخچه نخایی وکنترل بازخوردی حرکات انتهایی اندام ها

این سطح شامل بخش اعظم ورمیس واقع در قسمت قدامی و خلفی مخچه به اضافه نواحی بینابینی مجاور در دو طرف ورمیس می شود. این سطح مدار نورونی جهت هماهنگ سازی حرکت های قسمت های انتهایی اندام ها به ویژه دست ها و انگشتان دست را فراهم می کند.

ناحیه بینابینی هر نیمکره مخچه هنگامی که حرکتی انجام می شود ۲ نوع اطلاعات را دریافت می کند:

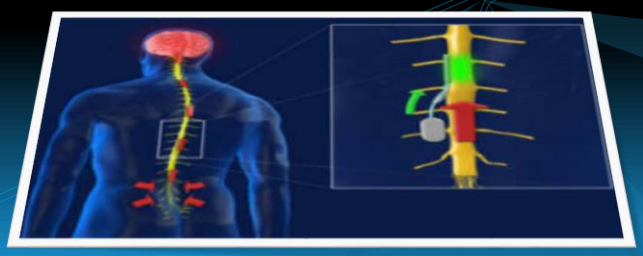
۱- اطلاعات قشر حرکتی مغز و هسته قرمز که خصوصیات برنامه حرکتی متوالی مورد نظر بر ای چند لحظه بعد را به مخچه اطلاع می دهد.

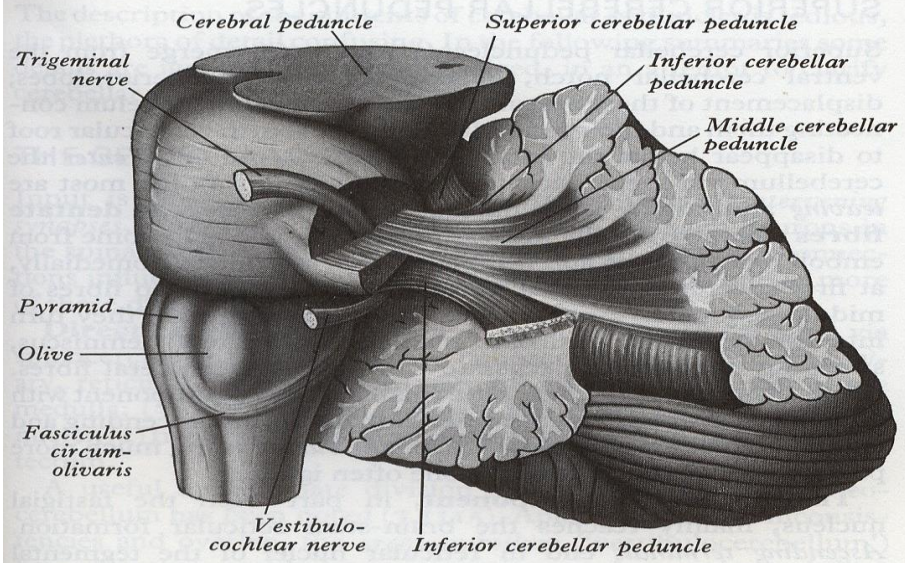
۲- اطلاعات فیدبکی از بخش های محیطی بدن به ویژه از قسمت انتهایی اندام ها که چه حرکاتی در زمان حاضر به صورت واقعی انجام می شود.

پس از مقایسه حرکات مورد نظر با حرکات انجام شده توسط ناحیه بینابینی مخچه سلول های هسته ای واسطه ای، سیگنال های اصلاح کننده خود را می فرستند به:

۱ قشر حرکتی مغز از طریق هسته های رله کننده تالاموس

۲ ناحیه سلول های درشت (در بخش تحتانی) هسته قرمز که منشا راه قرمزی – نخاعی است. راه قرمزی نخاعی به نوبه خود به راه قشر نخاعی ملحق می شود و به نورون های حرکتی در شاخ قدامی ماده خاکستری نخاع عصب دهی می کند که این نورون ها بخش های انتهایی اندام ها به ویژه دست ها و انگشتان دست را کنترل می کنند.





Dissection of the left cerebellar hemisphere and its peduncles (by the late E B Jamieson, University of Edinburgh).

انجام حرکات سریع هدفدار و برنامه ریزی شده اندام تحتانی بر عهده این بخش می باشد.

عمل مخچه در جلوگیری از افزایش دامنه حرکت بسیار مهم است، زیرا اختلال این مکانیسم در مخچه باعث لرزش حرکتی یا لرزش ارادی می شود در حالی که عملکرد مخچه ویژگی اصلی و پایه یک سیستم تخفیف دهنده نوسان یا دمپینگ است.

مخچه در کنترل حرکات پرتابی نیز نقش دارد در صورت حذف مخچه در کنترل حرکات ۳ تغییر عمده رخ می دهد:

* حرکات آهسته بوجود می آید و دارای نیروی اضافه ای که مخچه در شروع این حرکات به عضلات آگونیست می دهد، نیست.
* تولید نیرو ضعیف است.
•پایان حرکت به آهستگی انجام می شود که موجب می گردد حرکت از نقطه مورد نظر بسیار فراتر رود.

مخچه مغزی و کنترل برنامه توالی و زمان بندی حرکات پیچیده

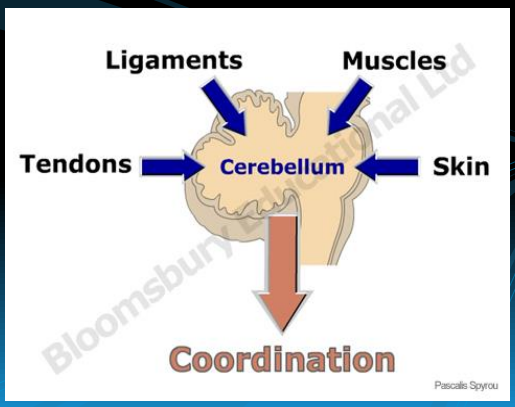
این سطح شامل نواحی طرفی بزرگ نیمکره های مخچه در خارج نواحی بینابینی می شود. این سطح کمابیش تمام سیگنال های ورودی خود را از قشر حرکتی مغز و نواحی بیش حرکتی و حسی-پیکری مجاور دریافت می کند. سطح مخچه مغزی سیگنال های خروجی خود را به سمت بالا به مغز باز می گرداند و به صورت فیدبکی با سیستم حس پیکری قشر مغز به منظور برنامه ریزی حرکات متوالی اندام ها و بدن عمل می کند و این حرکات را حدود یک دهم ثانیه بیش از حرکات واقعی برنامه ریزی می کند. این مسئله شکل گیری "تصویر حرکتی" اعمالی که انجام خواهند شد نام دارد.

تکامل مخچه مغزی باعث توانایی انسان برای برنامه ریزی و انجام طرح های متوالی پیچیده به ویژه استفاده از دست ها و انگشتان و نیز تکلم می باشد و تخریب این قسمت باعث عدم هماهنگی شدید این توانایی ها می شود.

مخچه با ۲ جنبه مهم اما غیر مستقیم کنترل حرکتی سر و کار دارد:

۱. برنامه ریزی حرکات متوالی

۲. زمانبندی حرکات متوالی



یکی از مهمترین صفات عمل حرکتی طبیعی توانایی شخصی برای تداوم موزون و نرم از یک حرکت به حرکت بعدی با یک توالی منظم است. در غیاب نواحی جانبی بزرگ نیمکره های مخچه ای این توانایی به ویژه در مورد حرکات سریع که یکی بعد از دیگری در ظرف چند دهم ثانیه انجام می شود شدیدا مختل می شوند.

عمل مهم دیگر نواحی جانبی نیمکره های مخچه، تامین زمانبندی مناسب برای حرکت بعدی است. در غیاب این نواحی شخص قادر به تعیین زمان حرکت بعدی نیست. در نتیجه حرکت بعدی ممکن است بسیار زودتر یا به احتمال زیاد دیرتر شروع شود این ضایعات باعث ناتوانی در اجرای حرکات موزون می شود.