

سَيِّدُ الْاَعْمَالِ



# cerebellum

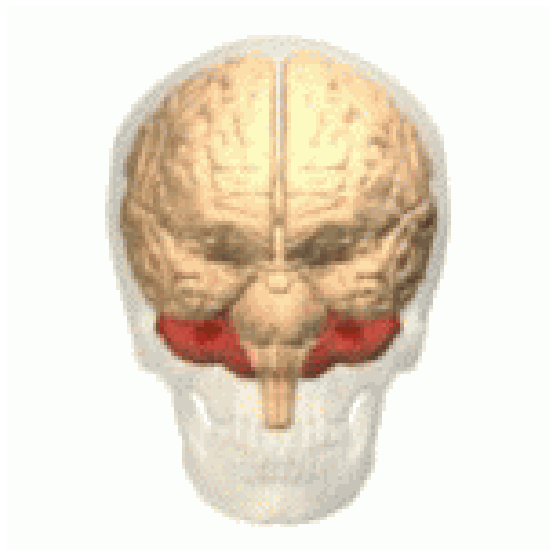
---

واحد: کنترل سیستم های عصبی عضلانی

استاد: دکتر مالکی

ارائه دهنده: مهدیه قزوینی

پاییز ۱۴۰۴



# فهرست مطالب

---

❖ مقدمه

❖ آناتومی

❖ آسیب مخچه و اختلالات

❖ عملکرد

❖ مدل های داخلی

❖ جمع بندی



## مقدمه

---



حجم ۱۰٪ از کل مغز  
تعداد نورون ها بیش از ۵۰٪ (نشانه ی چیست؟)

## نقش مخچه

---

❖ واحد پیش بینی و تنظیم حرکت

❖ صادر کننده ی فرمان نیست!!

❖ قبل از حرکت آن را تنظیم میکند.



# آناتومی

❖ حفره خلفی جمجمه

❖ پشت ساقه مغز

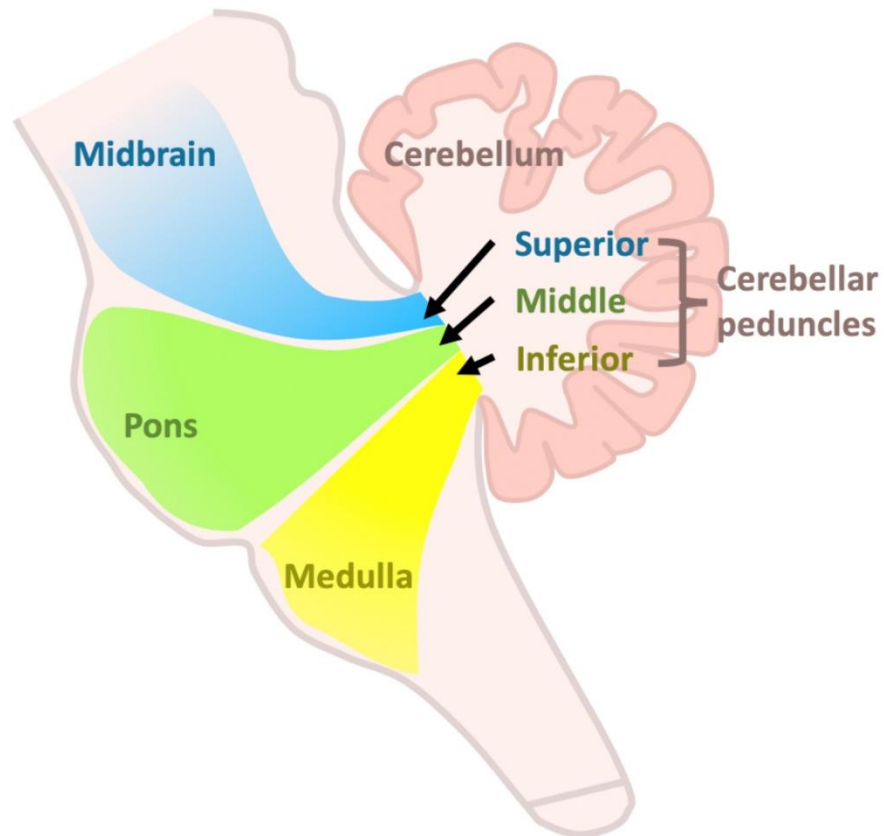
❖ زیر لوب های پس سری

❖ اتصال به ساقه مغز با پایه های:

❖ تحتانی

❖ خلفی (میانی)

❖ فوقانی



# اجزای مخچه

---

دو بخش اصلی دارد.

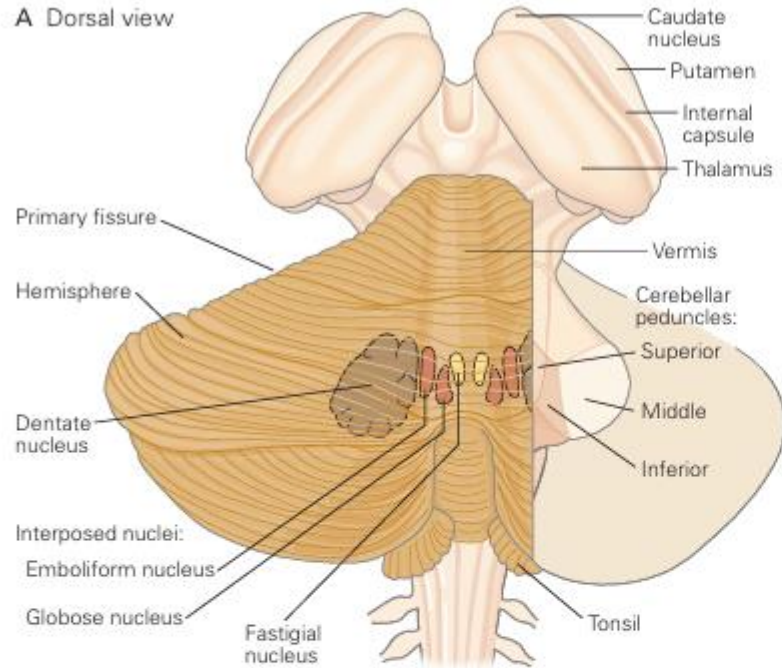
۱ قشر مخچه، خاکستری و پردازش

۲. بخش سفید شامل هسته های عمقی : خروجی نهایی /

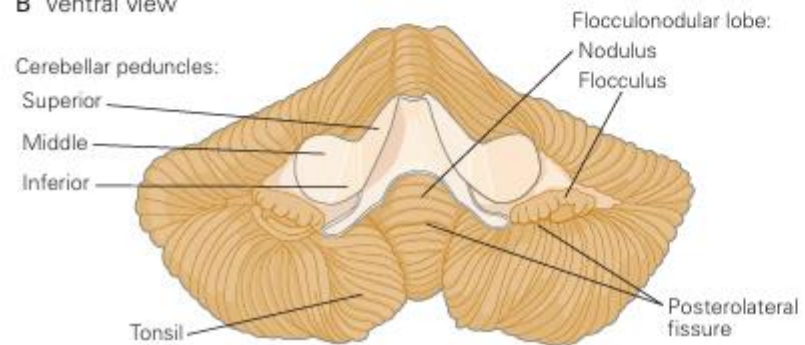
سه هسته: فاستیژیال (کنترل تنه و تعادل) - اینترپوز (اندامها) - دندانه دار (برنامه ریزی و حرکات دقیق)

# آناتومی

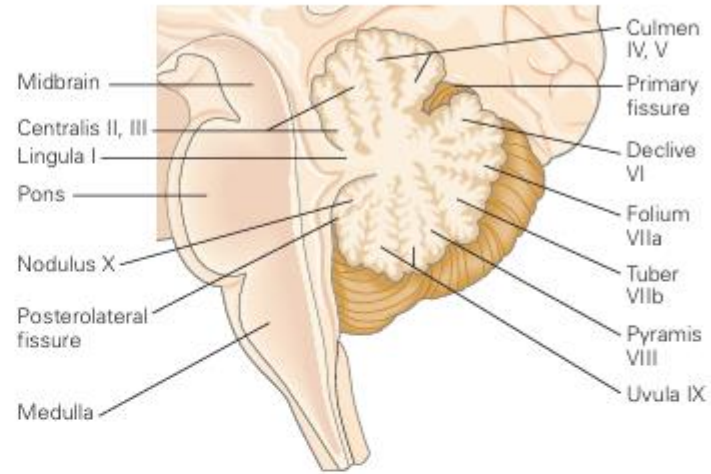
A Dorsal view



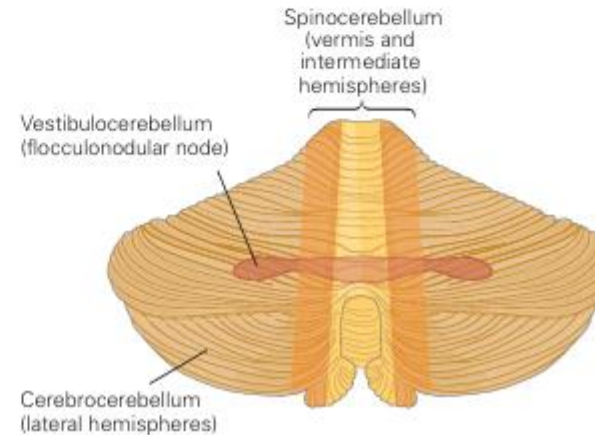
B Ventral view



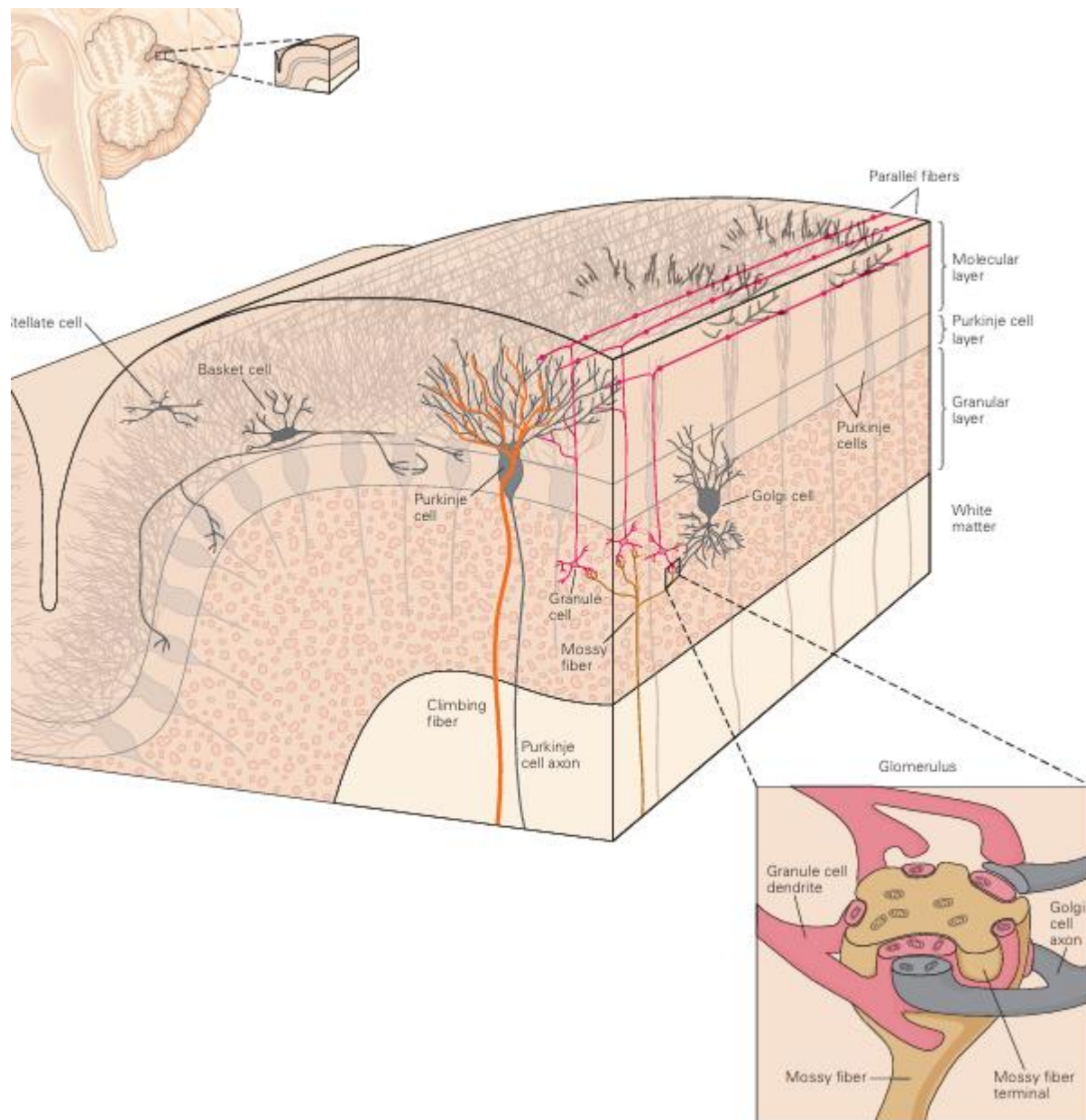
C Midsagittal section



D Motor and cognitive functional regions

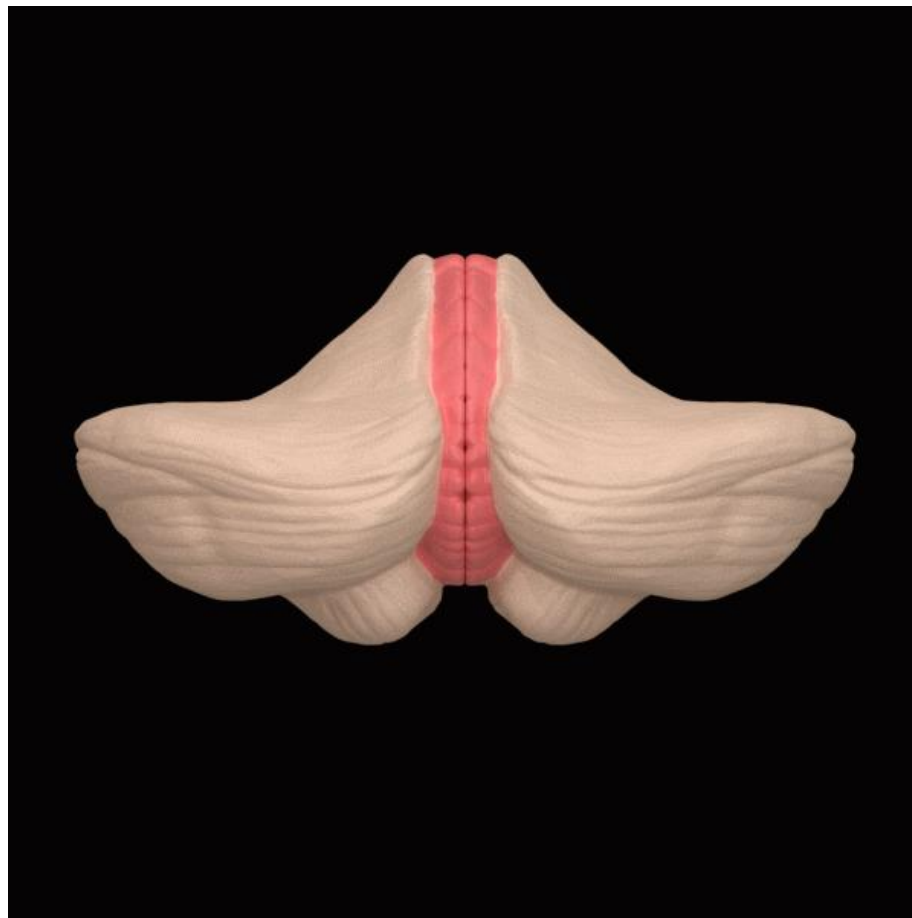


# قشر مخچه



از سه لایه با سلول های متنوع تشکیل شده است

<https://sketchfab.com/tatiana-rodriguez89/collections/neuro-69802372ff034d518ada744f0de7c016>



# آسیب به مخچه

نواقص معمول مشاهده شده در بیماری‌های مخچه.

## الف. تأخیر در شروع حرکت

یک آسیب در نیمکره چپ مخچه باعث تأخیر در شروع حرکت می‌شود. از بیمار خواسته می‌شود هر دو دست خود را همزمان و با شنیدن علامت شروع، مشت کند. همان‌طور که در ثبت‌های حسگر فشار نشان داده شده است، دست چپ دیرتر از دست راست مشت می‌شود.

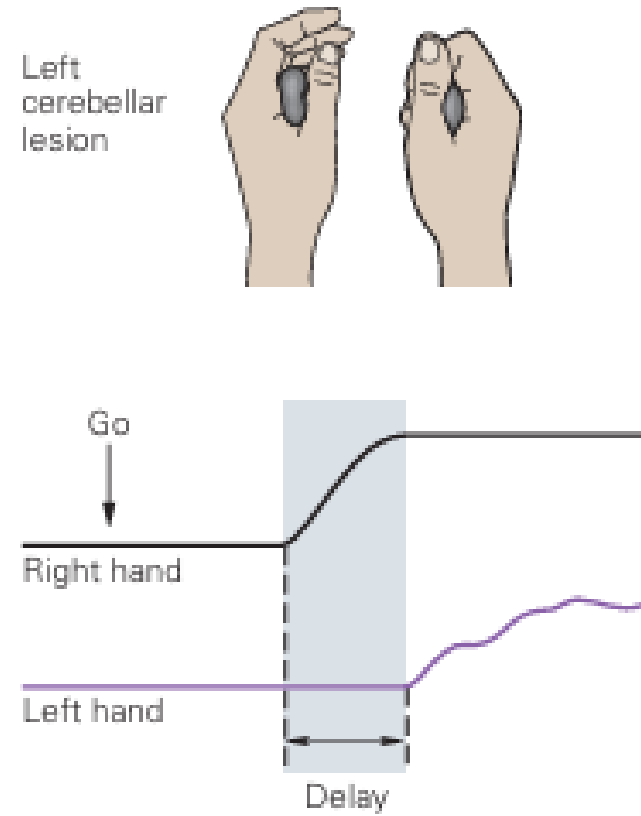
## ب. خطا در دقت و مسیر حرکت

بیماری که باید دست خود را از حالت بالا آورده و نوک بینی خود را لمس کند، در دقت مسیر و محدوده حرکت مشکل دارد (حالت نارساییستی) و مجبور است شانه و آرنج خود را به صورت جداگانه حرکت دهد (تجزیه حرکت). لرزش دست با نزدیک شدن انگشت به بینی افزایش می‌یابد.

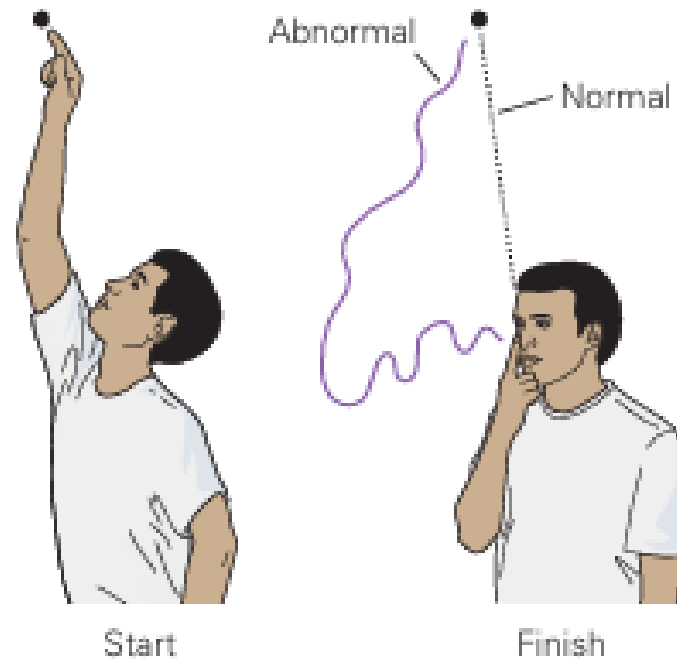
## پ. ناتوانی در انجام حرکات متناوب سریع

از فرد خواسته شد تا در حالی که آرنج خود را خم و راست می‌کند، به سرعت حرکات چرخشی ساعد به داخل و خارج را به طور متناوب انجام دهد. نمودارهای ثبت موقعیت دست و ساعد، الگوی طبیعی حرکات متناوب و همچنین الگوی نامنظم (نارسایی در انجام حرکات متناوب سریع) که مشخصه اختلالات مخچه است را نشان می‌دهد.

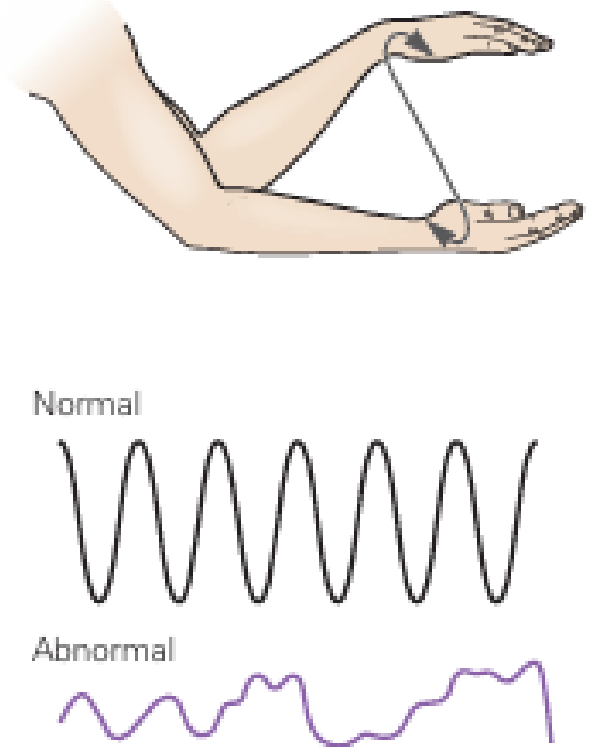
### A Delayed movement



### B Range of movement errors



### C Patterned movement errors

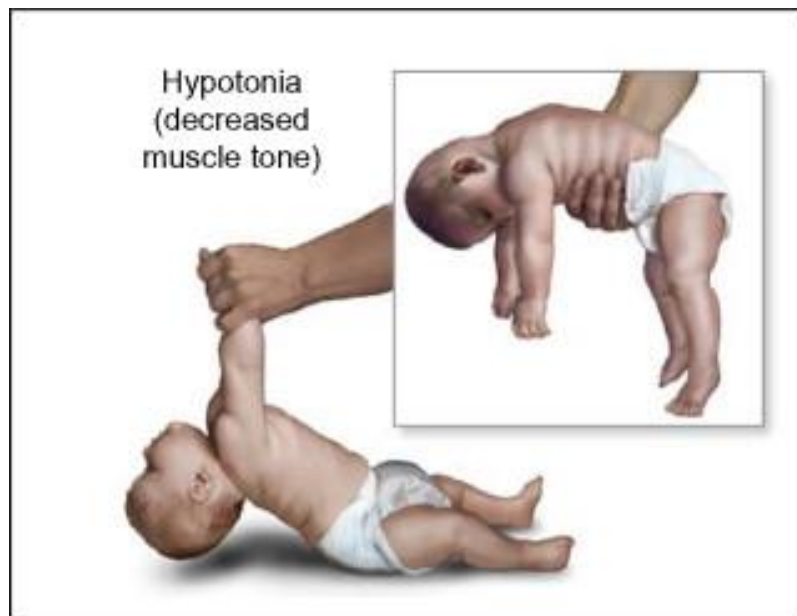
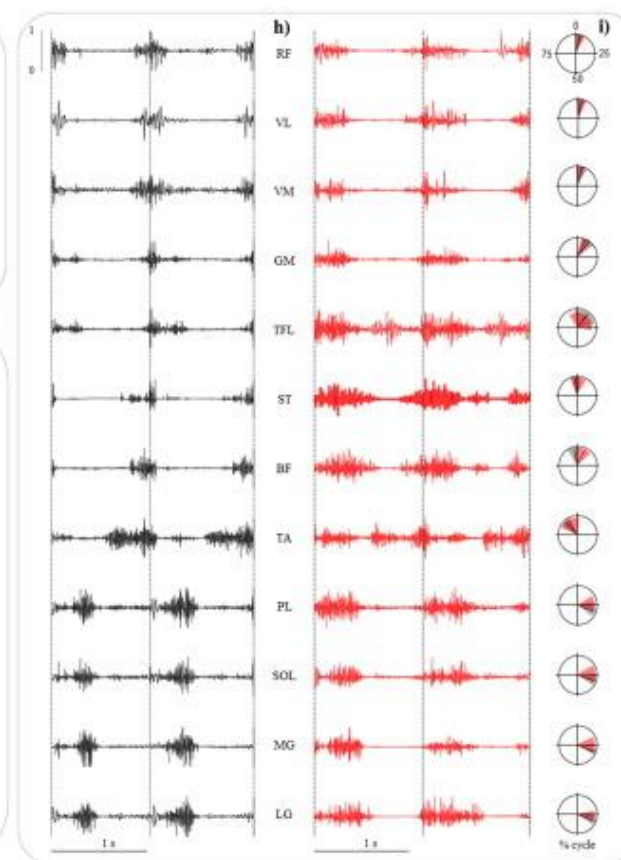
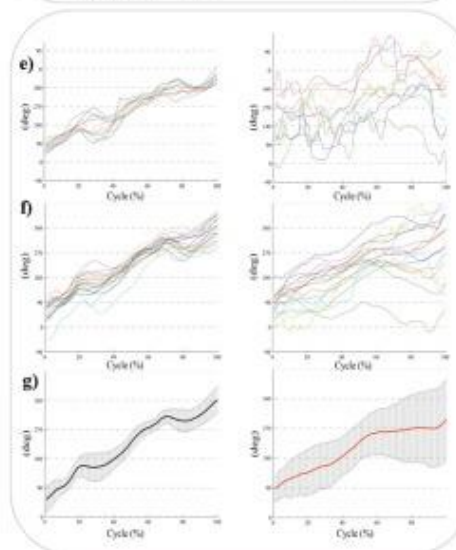
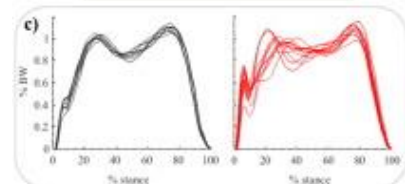
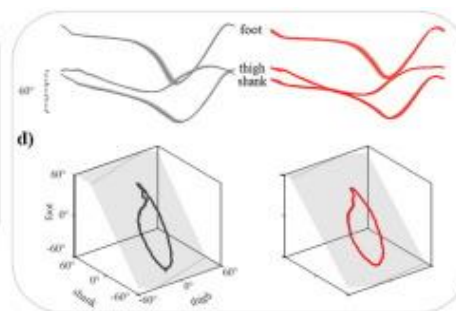
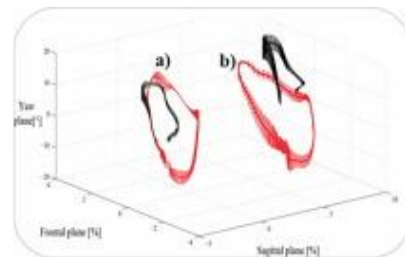
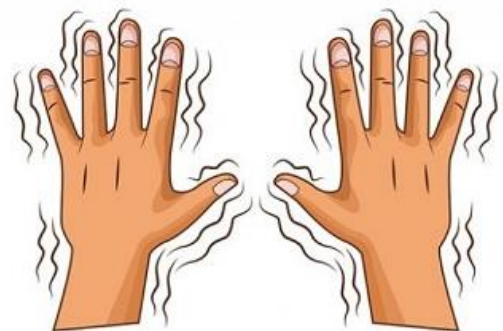


# دسته بندی آسیب به مخچه

---

- ❖ هیپوتونی
- ❖ آستازی و آباسی
- ❖ آتاکسی و دیسمتری
- ❖ لرزش انتهایی





|                        |                                              |                                                      |                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| قشری - پلی - مخچه‌ای   | انتقال ایمپالس‌ها از قشر مخ                  | لوب‌های پیشانی، آهیانه‌ای، گیجگاهی و پس سری          | از طریق هسته‌های پل و الیاف خزه مانند به قشر مخچه            |
| مخی - زیتونی - مخچه‌ای | انتقال ایمپالس‌ها از قشر مخ                  | لوب‌های پیشانی، آهیانه‌ای، گیجگاهی و پس سری          | از طریق هسته‌های زیتونی تحتانی و الیاف بالارونده به قشر مخچه |
| مخی - مشبکی - مخچه‌ای  | انتقال ایمپالس‌ها از قشر مخ                  | مناطق حسی - حرکتی                                    | از طریق تشکیلات مشبک                                         |
| نخاعی - مخچه‌ای قدامی  | انتقال ایمپالس‌ها از عضلات و مفاصل           | دوک‌های عضلانی، اندام‌های تاندونی و گیرنده‌های مفصلی | از طریق الیاف خزه مانند به قشر مخچه                          |
| نخاعی - مخچه‌ای خلفی   | انتقال اطلاعات از عضلات و مفاصل              | دوک‌های عضلانی، اندام‌های تاندونی و گیرنده‌های مفصلی | از طریق الیاف خزه مانند به قشر مخچه                          |
| کونئوسربلار            | انتقال اطلاعات از عضلات و مفاصل اندام فوقانی | دوک‌های عضلانی، اندام‌های تاندونی و گیرنده‌های مفصلی | از طریق الیاف خزه مانند به قشر مخچه                          |
| عصب دهلیزی             | انتقال اطلاعات مربوط به موقعیت و حرکات سر    | اوتریکول، ساکول و مجاری نیم‌دایره                    | از طریق الیاف خزه مانند به قشر لوب فلوکولوندولار             |
| سایر الیاف آوران       | انتقال اطلاعات از مغز میانی                  | هسته قرمز، تکتوم                                     | قشر مخچه                                                     |

| مسیر                      | عملکرد                                | مبدأ                        | انتهای                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| globose-emboliform-rubral | تأثیر بر فعالیت حرکتی همان طرف        | هسته‌های کروی و لخته‌ای شکل | به هسته قرمز مقابل، سپس از طریق نوار روبرواسپینال تقاطع یافته به نورون‌های حرکتی همان طرف در نخاع                                                                    |
| dentothalamic             | تأثیر بر فعالیت حرکتی همان طرف        | هسته دندان‌های              | به هسته شکمی - خارجی طرف مقابل تالاموس، سپس به قشر حرکتی طرف مقابل مخ؛ نوار قشری - نخاعی در خط وسط متقاطع می‌شود و نورون‌های حرکتی همان طرف را در نخاع کنترل می‌کند. |
| fastigial vestibular      | تأثیر بر تون عضلات اکستانسور همان طرف | هسته شیروانی                | عمدتاً به هسته‌های دهلیزی خارجی همان طرف و طرف مقابل؛ نوار دهلیزی - نخاعی به نورون‌های حرکتی همان طرف نخاع                                                           |
| fastigial reticular       | تأثیر بر تون عضلات همان طرف           | هسته شیروانی                | به نورون‌های تشکیلات مشبک؛ نوار مشبکی - نخاعی به نورون‌های حرکتی همان طرف نخاع                                                                                       |

# تقسیم مخچه از نظر عملکرد

---

1. دهلیزی

2. نخاعی

3. مغزی

# مخچه دهلیزی

تنظیم تعادل

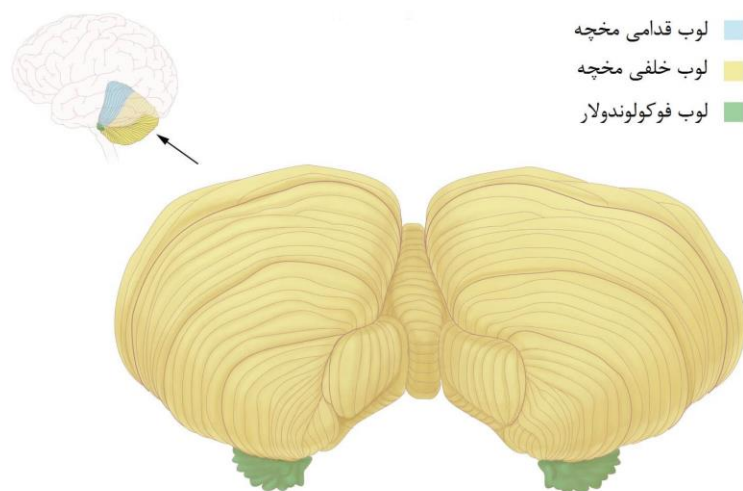
حرکات چشم

پوسچر بدن

ورودی از سیستم دهلیزی

اعصاب بینایی

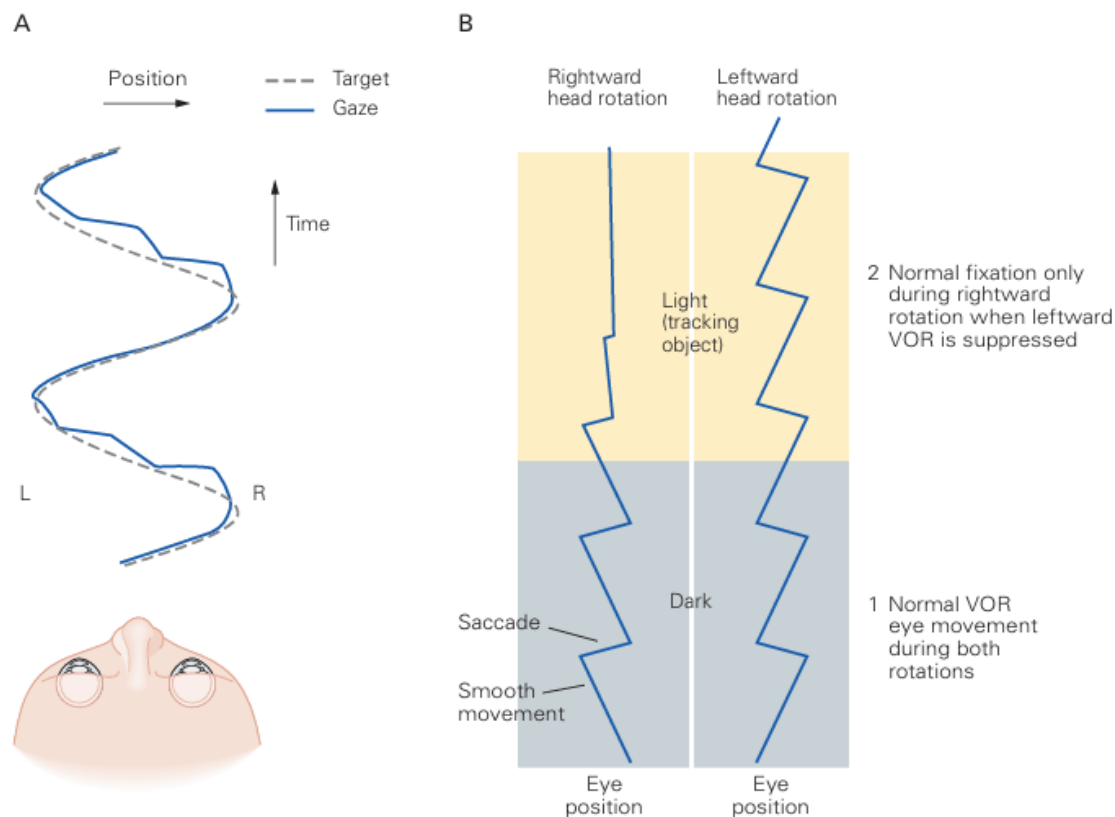
خروجی آن مستقیم به ساقه مغز میرود



# آسیب به مخچه دهلیزی

نقص در تعقیب هموار

مهار رفلکس دهلیزی چشمی



# مخچه نخاعی

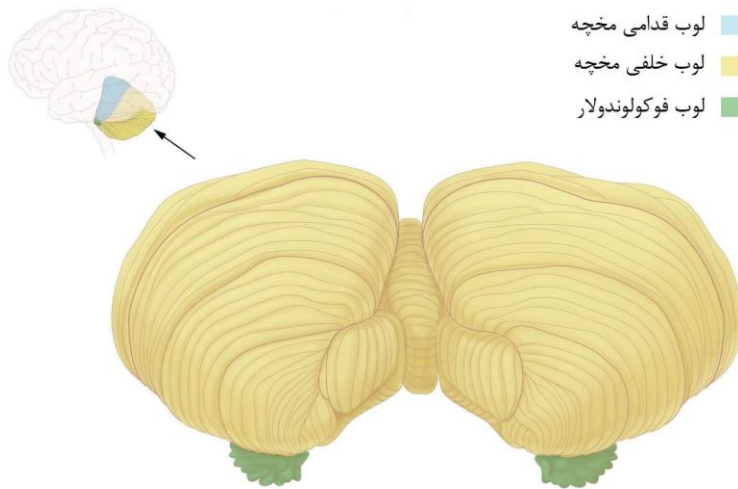
تنظیم حرکات بدن و اندامها

ورودی: گیرنده های محیطی (اغلب ورودی ها)

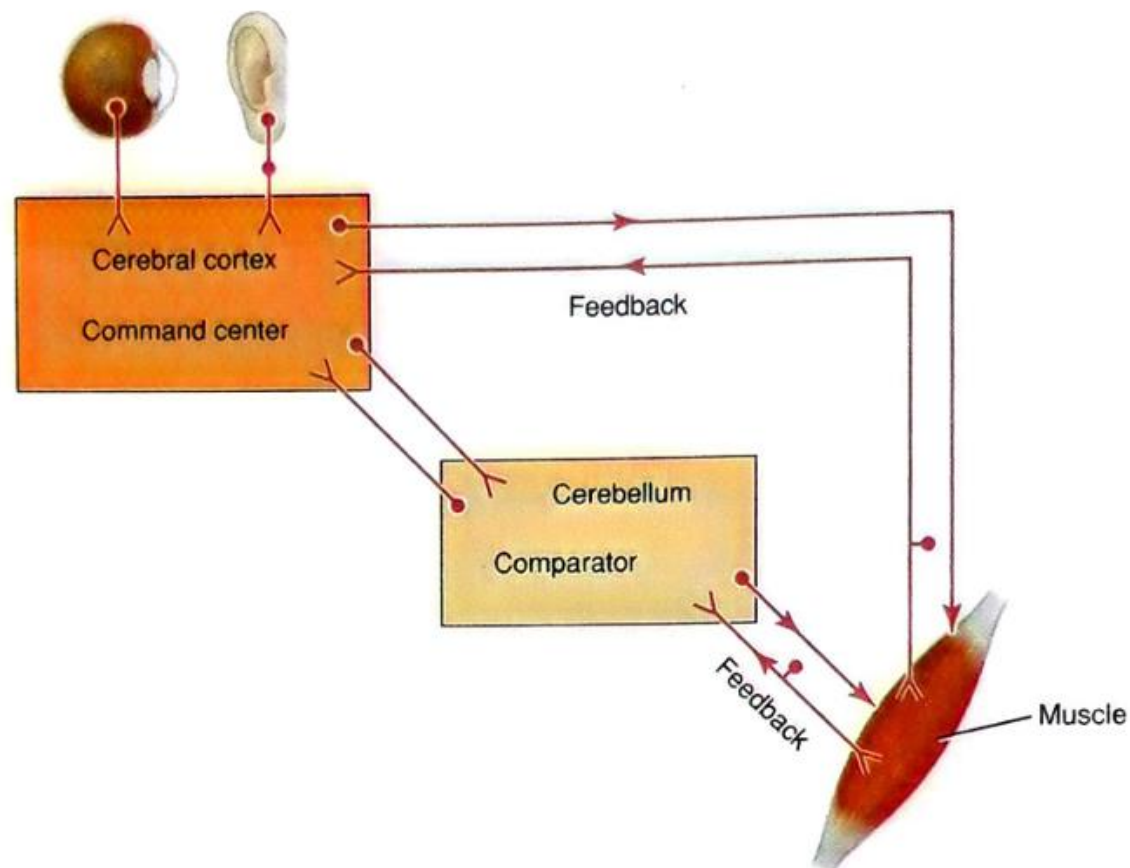
مسیر های نخاعی مخچه ای شکمی و پشتی

تسهیل سیستم حرکتی نزولی

مدل های داخلی



# ارتباطات و وظایف مخچه



شکل ۱۳-۶ مخچه به عنوان یک عضو تعدیل کننده

# مخچه مغزی

مخچه مغزی (همان نیمکره‌های بزرگ و طرفی مخچه) مثل یک برنامه‌ریز و طراح حرکات عمل می‌کند. قبل از اینکه شما حرکتی را شروع کنید، این بخش طرح کلی حرکت را می‌ریزد و آن را به قشر حرکتی مغز می‌فرستد تا اجرا شود. در واقع، کیفیت و زمان‌بندی حرکت را از قبل تنظیم می‌کند.



# عملکرد

**ورودی متفاوت:** برخلاف بخش‌های دیگر مخچه که اطلاعات را مستقیم از نخاع (حس لمس و وضعیت بدن) می‌گیرند، مخچه مغزی **ورودی خود را فقط از خود قشر مغز** (مناطق تفکر و برنامه‌ریزی) دریافت می‌کند.

**ارتباط خاص:** یک حلقه بسته مهم بین **قشر پیش حرکتی مغز → مخچه مغزی → تالاموس → دوباره قشر حرکتی** وجود دارد. این حلقه برای **تمرین ذهنی یک حرکت** (مثل تصور کردن شوت زدن) و **یادگیری حرکات جدید** بسیار مهم است.

**حجم بیشتر در انسان:** در انسان این بخش بسیار بزرگ‌تر از میمون‌هاست، درست مثل لب‌های پیشانی مغز ما که مرکز برنامه‌ریزی پیشرفته هستند.

# آسیب

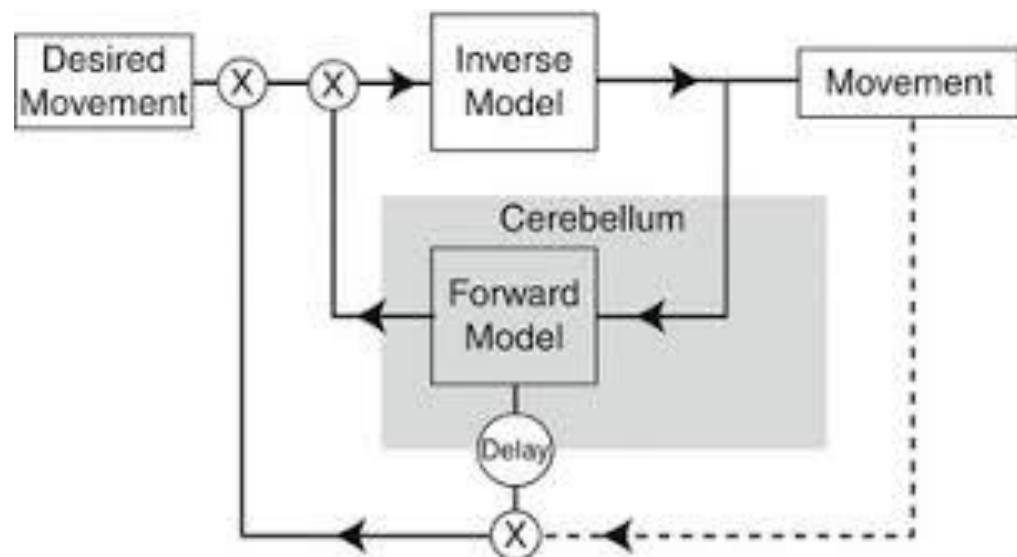
---

مختل شدن برنامه ریزی حرکت  
طولانی شدن زمان واکنش

## مدل های مخچه

■ مدل معکوس (inverse)

■ مدل پیش رو (forward)



# اهمیت

---

منظور از مدل این نیست که مخچه فرمول ریاضی حل می‌کند، بلکه یعنی مخچه یک نمایش درونی از رفتار بدن و عضلات دارد. بدون چنین مدل‌هایی، کنترل حرکات سریع، دقیق و چندمفصلی عملاً غیرممکن است؛ چون بازخورد حسی همیشه با تأخیر می‌رسد. در حرکات سریع، بازخورد حسی به‌تنهایی کافی نیست. به همین دلیل، مخچه باید انقباضات عضلانی را از پیش زمان‌بندی کند. مثال: حرکت سریع تک‌مفصلی است: ابتدا عضله آگونیست فعال می‌شود و سپس، پیش از آنکه بازخورد حسی برسد، عضله آنتاگونیست برای توقف حرکت فعال می‌شود. در بیماران مخچه‌ای، این فعال‌سازی آنتاگونیست به تأخیر می‌افتد و نتیجه آن overshoot و لرزش انتهایی است.

# Inverse Model

---

مخچه می تواند نقش «مدل معکوس» را هم داشته باشد. در این حالت، مخچه به جای پیش بینی نتیجه حرکت، محاسبه می کند که برای رسیدن به یک وضعیت یا هدف خاص، چه فرمان حرکتی باید صادر شود.

به بیان ساده:

ورودی: هدف حرکتی (مثلاً رسیدن دست به یک نقطه)

خروجی: الگوی مناسب فعال سازی عضلات

این مدل ها به ویژه در یادگیری حرکتی اهمیت دارند. با تمرین، مخچه یاد می گیرد که برای رسیدن به یک نتیجه مشخص، چه الگوی عضلانی دقیق تری لازم است.

# Forward Model

---

یکی از نقش‌های اصلی مخچه را «مدل پیشرو» است. در این حالت، مخچه با دریافت کپی فرمان حرکتی پیش‌بینی می‌کند که اگر این فرمان اجرا شود، وضعیت بدن چه تغییری خواهد کرد.

به زبان ساده‌تر:

ورودی: فرمان حرکتی

خروجی مدل: پیش‌بینی وضعیت آینده اندام

مثال: وقتی می‌خواهید فنجان را بردارید، مخچه قبل از اینکه بازخورد حسی برسد، پیش‌بینی می‌کند دست شما به کجا خواهد رسید و چه نیرویی لازم است. اگر وزن فنجان با انتظار متفاوت باشد، مخچه خیلی سریع پیش‌بینی خود را اصلاح می‌کند.

در آسیب مخچه، این پیش‌بینی دقیق انجام نمی‌شود؛ به همین دلیل اصلاح حرکت دیر اتفاق می‌افتد.

## جمع بندی

---

✓مخچه مانند یک سیستم کنترل هوشمند و تطبیقی عمل می کند.

✓عملکرد اصلی آن، مقایسه ی برنامه حرکتی ارسالی از مغز با وضعیت واقعی بدن (از طریق فیدبک حسی) است.

✓سپس، خطاها را در لحظه شناسایی و تصحیح می کند تا حرکات، دقیق، هماهنگ و روان باشند.

✓علاوه بر این، مخچه در یادگیری حرکات جدید و حتی برخی عملکردهای شناختی مانند زمان بندی و تداعی کلمات نیز نقش دارد.



با تشکر از توجه شما