



-پیام های مختلفی که توسط گیرنده های مختلف از محیط دریافت می شود، توسط مسیرهای خاصی به قشر حسی می رسد. در واقع فیزیولوژی حرکت بیانگر این است که بدن چه پاسخی در دریافت این پیام های حسی می دهد.

در این بخش به این مباحث پرداخته می شود:

- ۱) رفلکس های نخاعی یا نقش spinal cord
- ۲) نقش قشر و ساقه مغز در حرکت
- ۳) کمکی که عقده های قاعده ای و مخچه در تنظیم و تعدیل و هماهنگی حرکت دارند.
- ۴) فعالیت های سطوح عالی مغز
- ۵) سیستم لیمبیک
- ۶) خواب و فعالیت های مغز

به طور کلی برای اینکه یک حرکت را مفید و مناسب بدونیم، چند ویژگی وجود دارد: (در این جا عمدتاً منظور و حرکات ارادی است)

۱: آن حرکت رنج مناسبی داشته باشد: اگر فرض کنیم می خواهیم مدادی را در دست بگیریم، قشر مخ دستور می دهد که دستان را به مداد برسانیم، به محض رسیدن به مداد stop می کنیم یعنی دستان دقیقاً در محلی که مداد وجود دارد متوقف می شود (یعنی نه از مداد رد می شویم و نه قبل از رسیدن به آن متوقف می شویم) ← ویژگی مهم حرکت

۲: آن حرکت سرعت (rate) مناسبی داشته باشد: حرکت با سرعت مناسب، هدف و شرایط انجام شود. به طور مثال می خواهیم از عرض خیابان عبور کنیم، ابتدا شرایط ترافیک، عبور و مرور ماشین ها و عرض خیابان را می سنجیم و متناسب با آن سرعتمان را تنظیم می کنیم.

۳: حرکت نیروی (force) مناسبی داشته باشد: اگر قشر مخ دستور داد که یک خودکار را بگیریم، عضلات ما متناسب با وزن خودکار نیروی مناسبی ایجاد می کند تا ما بتوانیم خودکار را در دست بگیریم. (تا خودکار رو نگیریم آروم نمی گیریم D:)

۴: انتخاب مسیر (direction) مناسب برای حرکت: باید مناسبترین مسیر برای رسیدن به هدف را انتخاب کنیم؛ به طور مثال اگر بخواهیم پنجره اتاق را باز کنیم، n مسیر مختلف وجود دارد و ما باید مناسبترین مسیر را انتخاب کنیم (الزاماً مناسبترین مسیر کوتاهترین مسیر نیست!)

پس برای داشتن یک حرکت مناسب و مفید این ویژگی ها را نیاز داریم:

- ۱) رنج مناسب range
- ۲) سرعت مناسب rate
- ۳) نیروی مناسب force
- ۴) جهت مناسب direction



برنامه ریزی برای داشتن یک حرکت مناسب، سلسله مراتب و برنامه ریزی و اجرای خاصی وجود دارد که بالاترین سطح آن تعیین استراتژی حرکت می باشد. استراتژی حرکت: فرض می کنیم می خواهیم به آن سمت خیابان رویم و از سوپر مارکت خوراکی تهیه کنیم ← این میشه استراتژی حرکت برای برآورده کردن نیازمان

استراتژی معمولاً در بخش هایی که به آن قشر های ارتباطی گفته می شوند، ( association area of neocortex ) به کمک basal ganglia انجام می شود.

حال برای رسیدن به این استراتژی باید تاکتیک هایی را اعمال کنیم مثل اینکه: از جایمان بلند شویم، در اتاق را باز کنیم، کلید آسانسور را بزنیم، به طبقه همکف برویم و...

در واقع اینها تاکتیک های هستند که برای رسیدن به هدف برنامه ریزی می شوند و از لحاظ سلسله مراتب در سطح middle قرار دارد. تاکتیک ها در قسمت motor cortex و با همکاری cerebellum انجام می شود. در نهایت، بعد از اعمال تاکتیک ها، بالاخره وقت اجرا (execution) می باشد که از لحاظ سلسله مراتب در پایین ترین سطح قرار دارد.

در واقع برای execution، بخش های بالایی، یعنی بخش هایی مثل قشر مخ و motor cortex که در برنامه ریزی حرکت نقش داشته اند، یک سری دستور های حرکتی را به brain stem می فرستند. این دستور ها از brain stem عبور می کند و به نخاع می رود و از آنجا هم به اندام هدف ( مثل دست یا پا )

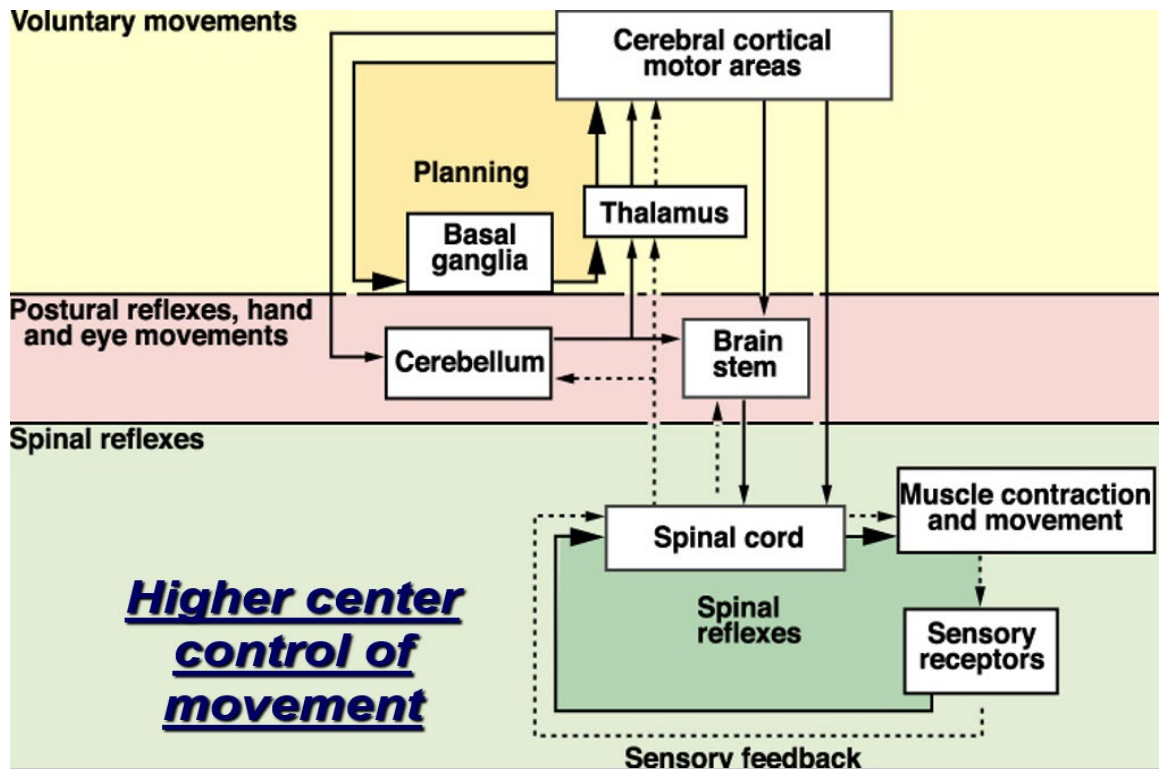
| The Motor Control Hierarchy |           |                                               |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
| Dr.A.Rafati                 |           |                                               |
| Level                       | Function  | Structures                                    |
| High                        | Strategy  | Association areas of neocortex, basal ganglia |
| Middle                      | Tactics   | Motor cortex, cerebellum                      |
| Low                         | Execution | Brain stem, spinal cord                       |

به طور کلی حرکات را به سه دسته تقسیم می کنیم:

۱. حرکاتی که در سطح spinal cord برنامه ریزی می شوند: عمدتاً رفلکسها این دسته از حرکات را تشکیل می دهند و این حرکات تحت اراده ما نیستند.

۲. حرکاتی که برنامه ریزی آنها در سطح ساقه مغز انجام می شود: brain stem به کمک cerebellum این حرکات را برنامه ریزی می کنند و عمدتاً حرکاتی که مربوط به رفلکس های تعادل، موقعیت، حرکات چشم ها در این بخش برنامه ریزی می شوند.

۳. حرکات ارادی که در سطح قشر مغز برنامه ریزی می شود و دستورهای اجرایی به سمت سطوح پایین تر می روند.



**نکته مهم:** اگرچه رفلکسها درس سطح spinal cord برنامه ریزی می شوند ولی شدت و حدت و تسهیل و تعدیل این رفلکسها تحت تاثیر مراکز بالاتر هم قرار دارند، یعنی این رفلکسها به وسیله پیام هایی که از قشر و ساقه مغز می آیند تعدیل می شوند، و همچنین برعکس آن نیز صادق است: پیام هایی که منجر به حرکات ارادی می شوند قشر مخ فقط دستور آن را صادر می کند در صورتی که این پیام ها باید از spinal cord عبور کند تا برنامه هدف برسد. پس دیوار و مرزی بین این سه حرکت وجود ندارد و برای اینکه حرکتی به نحو احسن انجام شود حتماً ارتباط و هماهنگی بین بخش های مختلف وجود دارد (هرچند کم یا زیاد)

-رفلکس های نخاعی (neural reflexes): پیام هایی که در سطح نخاع برنامه ریزی می شود.

به طور کلی برای انجام رفلکسها به نحو احسن پارامترهای وجود دارد که ما آن را به صورت یک قوس رفلکسی تعریف می کنیم. قوس رفلکسی شامل این بخش ها می باشد:

Neural Reflexes

(1) stimulus ( محرک)

(2) sensory receptor

(3) sensory (afferent) neuron

- 4 CNS integration
- 5 Efferent(motor) neuron
- 6 ( Effector( target tissue
- 7 (Response (movement
- 8 Feedback to CNS

در توضیح شکل زیر یک رفلکس نخاعی را مشاهده می‌کنیم که از یک محرک stimulus شروع شده و در مرحله بعد به رسپتورها می‌رسیم که این رسپتورها در حقیقت دوک های عضلانی و golgi tendon ها هستند که از طریق فیبر های حسی ( نورون های حسی) به نخاع می‌روند. ( در واقع نخاع محلی است که مرکز جامعیت دهنده، تعبیر کننده و تفسیر کننده می باشد)

## Neural Reflexes: Overview

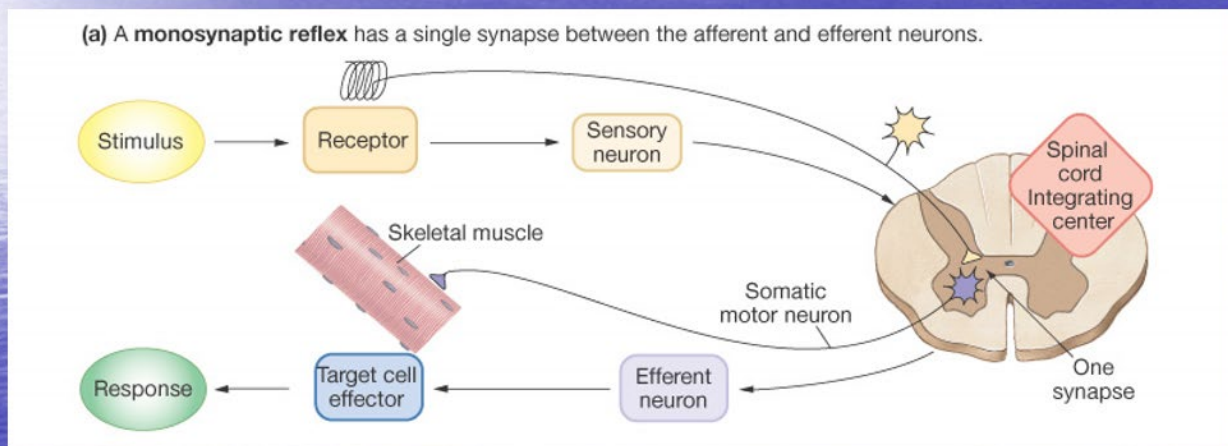


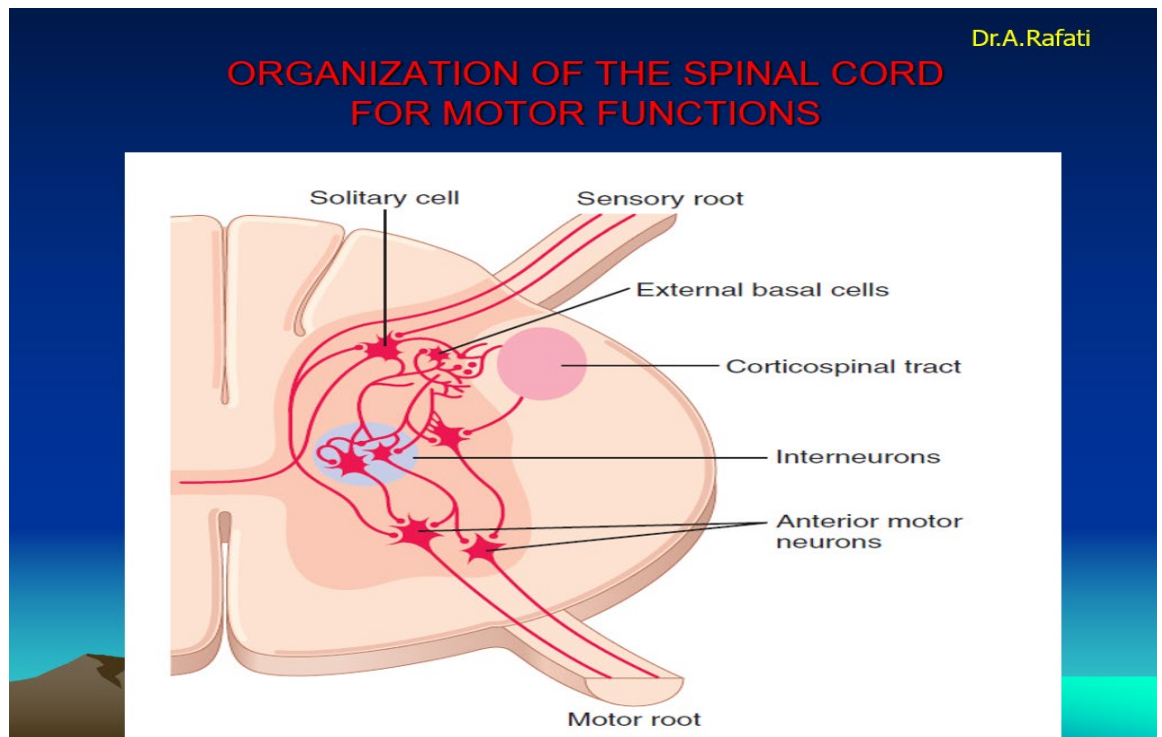
Figure 13-1a: Monosynaptic and polysynaptic somatic motor reflexes

در نخاع دو حالت ممکن است پیش بیاید:

1) نورون حسی که از ریشه پشتی نخاع وارد شده، بدون هیچ واسطه گری با نورون حرکتی سیناپس می دهد و نورون حرکتی از ریشه جلویی خارج میشود — که به چنین وضعیتی monosynaptic reflex گفته می شود که فقط یک سیناپس رخ داده است.

2) حالت بعد در واقع سیناپسهای پیچیده تری نسبت به حالت قبل هستند که عمدتاً همین حالت در نخاع بیشتر رخ می دهد (نسبت به monosynaptic reflex) در این حالت، یک یا چند نورون رابط (interneuron) در بین نورون های حسی و حرکتی قرار می گیرد که به آن polysynaptic reflex گفته می شود. (حتی اگر فقط یک نورون رابط بین نورون حسی و حرکتی قرار داشته باشد)

در نهایت، در هر کدام از حالت های بالا، نورون حرکتی (motor neuron) پیامی را که از ریشه anterior نخاع خارج میشود به اندام هدف (عضله اسکلتی) می برد. (اگر محرک (stimulus) در ابتدای این مثال کشش عضله بوده است، response یا جوابی که عضله می دهد انقباضی است)



اکنون می خواهیم بخش های مختلف این قوس رفلکسی را بیشتر بشناسیم:  
Motor function of the spinal cord: the cord reflexes

پیامهای حسی از طریق ریشه پشتی (dorsal) وارد نخاع شده، در آنجا انشعابات را ایجاد می کند که بخشی از این انشعابات به قسمت های بالاتر رفته و باعث درک حس برای ما میشود و بخشی از آنها هم در همان نخاع با فیبرهای حرکتی (anterior motor neuron) سیناپس می دهد و ریشه قدامی (anterior root) از نخاع خارج می شود.

-در نخاع interneuron های بسیار زیادی وجود دارد که بخشی از آنها تحریکی و بخشی دیگر مهار می باشند.

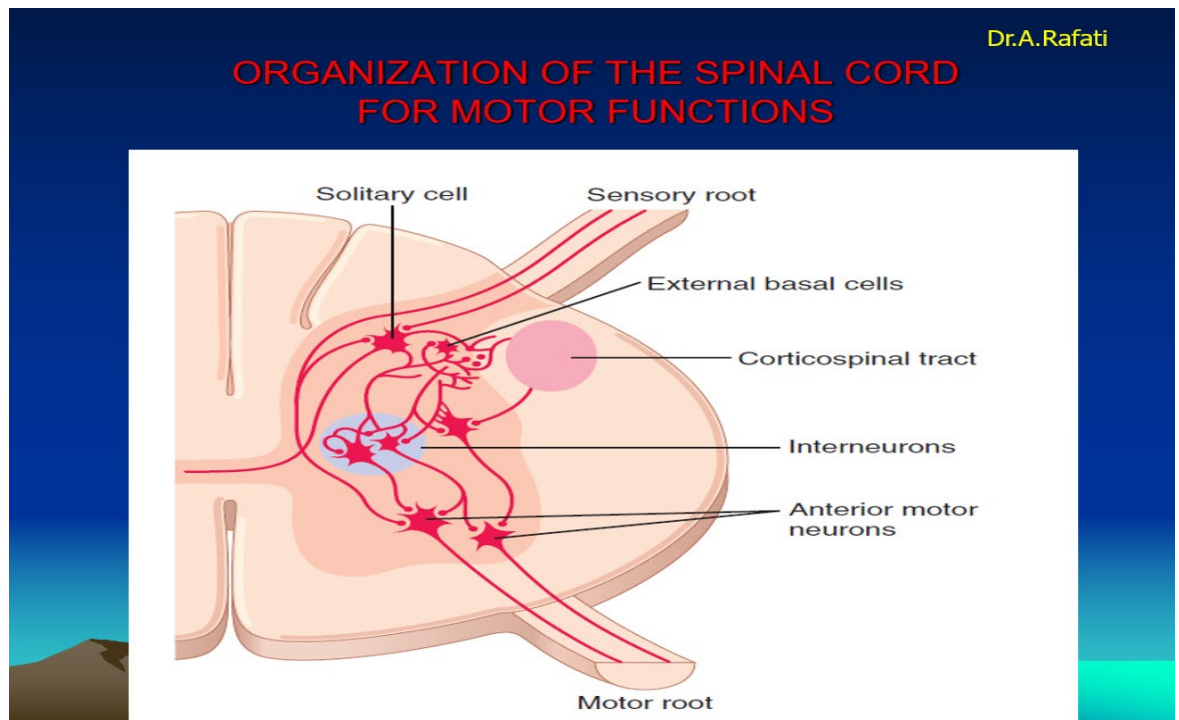


نورون های حرکتی ( motor neuron ) که از ریشه قدامی نخاع خارج می شوند بر دو نوع هستند:

(۱) آلفا موتونورون (۲) گاما موتونورون

(۱) آلفا موتونورون:

ماده میانجی آن استیل کولین می باشد و الزاما تحریکی است. ( در واقع اگر پیام صادر شده توسط آلفا موتور نورون به عضله رفت، عضله تحریک می شود مگر اینکه در ماده خاکستری نخاع تعدیل شود، یعنی یک اینترنورون مهاری در ماده خاکستری نخاع وجود داشته باشد و مانع از تحریک آلفا موتور نورون شود. « پس نتیجه میگیریم برنامه ریزی برای رفلکس های نخاعی در نخاع و توسط اینترنورون ها صورت می گیرد .



در شکل عکس ۲ مشاهده می کنید که فیبرهای حسی از گیرنده های حسی حرکت کرده، از طریق dorsal root ganglion وارد posterior horn می شوند.

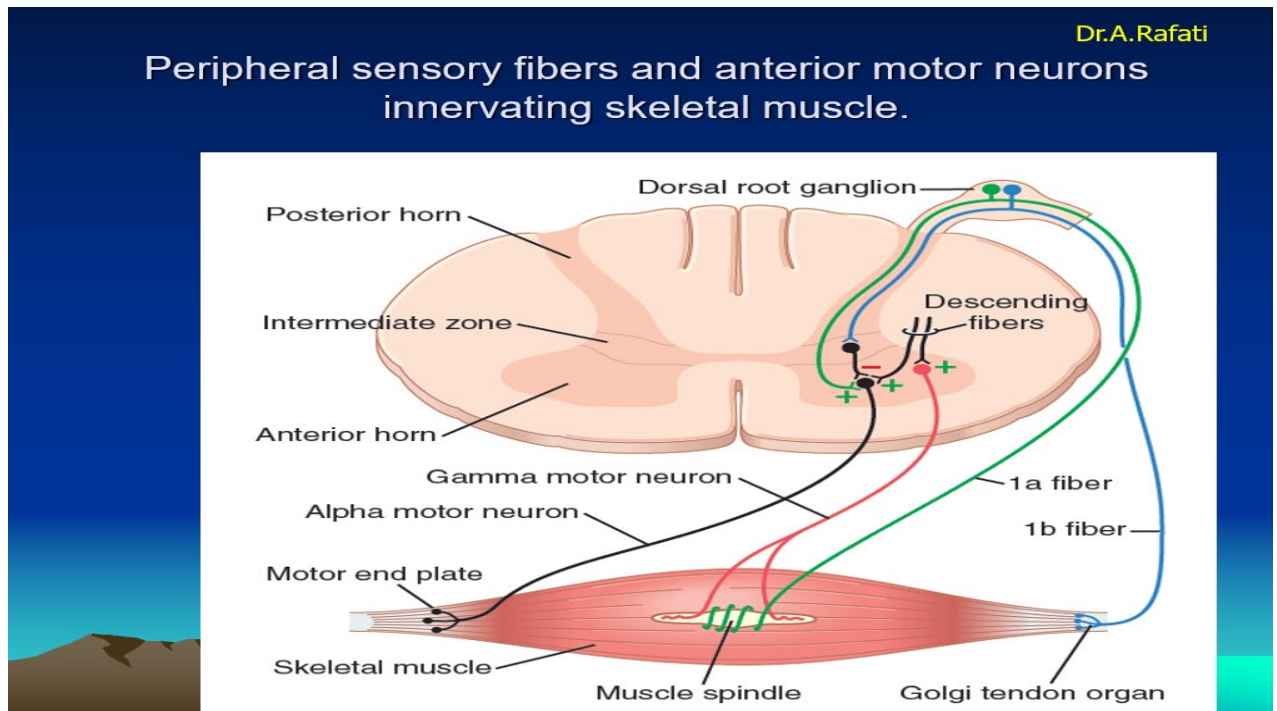
-فیبر های حسی وارد شده دو نوع هستند:

(۱) 1a fiber :

قطرترین فیبر حسی است (۱۷ میکرو متر) با سرعت بسیار بالا، که منشأ آن گیرنده های ( muscle spindle ) در درون عضله هستند.

(۲) 1b fiber :

نسبت به a1 قطر کمتری و بالطبع سرعت کمتری نیز دارند و منشاء آنها golgi tendon (رستپورهای درون تاندون) می باشد.



توجه: فیبر a1 که از muscle spindle منشا گرفته، وارد ماده خاکستری نخاع شده و مستقیماً یک سیناپس می دهد (monosynaptic) و خارج می شود.

گیرنده های حسی عضله (muscle sensory receptors):  
بر دو نوع هستند:

- ۱) muscle spindle (دوک عضلانی)
- ۲) golgi tendon

**دوک عضلانی (muscle spindle):** دوک های عضلانی که در دل عضله قرار گرفتند (جاهایی که عضله اسکلتی حجیم تر و متورم تر است) در واقع این نوع گیرنده های حسی، نسبت به کشش عضله حساس هستند (هم کشش استاتیک و هم کشش دینامیک)

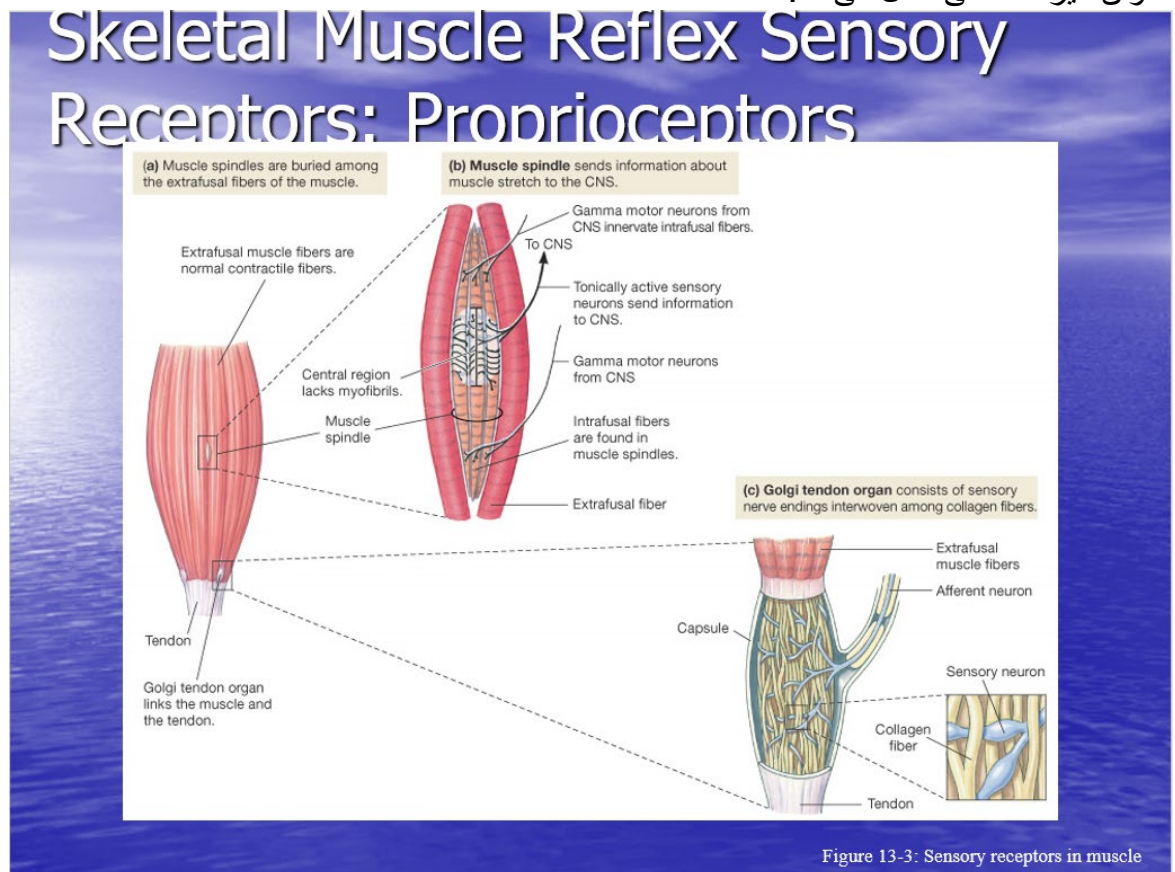
تفہیم بیشتر: با مثالی کشش دینامیک و استاتیک را روشن سازی کنیم:  
فرض می کنیم عضلات در حالت استراحت قرار دارد و در وضعیت A می باشد لحظاتی بعد عضله در حالت انقباض قرار دارد و در وضعیت B می باشد طول عضله در حالت های A و B کشش استاتیک (ایستا) نام دارد و به سرعت تغییر طول عضله از وضعیت A به B کشش دینامیک گفته می شود.

در واقع وظیفه muscle spindle ها، حس کردن طول عضله و سرعت تغییر طول عضله می باشد.

اگر به شکل زیر توجه کنید (شکل ۳)، فیلم های خارج دوکی (extrafusal fiber) ها را مشاهده می کنید، که به دلیل داشتن عوامل انقباضی وظیفه انقباض عضله را به عهده دارند. در درون این فیبر های خارج دوکی، intrafusal fiber ها را مشاهده می کنید که در واقع یک سری فیبر های عضلانی تغییر ماهیت یافته هستند که در درون یک کپسول قرار گرفتند.

به مجموع intrafusal fiber ها و کپسول آنها muscle spindle گفته می شود که در درون extrafusal fiber قرار دارند.

در دو سمت بالا و پایین فیبرهای داخل دوکی ( intrafusal fiber ) عوامل انقباضی وجود دارد ( خطوط تیره و روشن) ولی قسمت وسط آنها عاری از عوامل انقباضی می باشد و در واقع همین بخش وسط آن ها می باشد که به عنوان گیرنده حسی عمل می کند.



: 1a fiber

به صورت مارپیچ حلقوی دور بخش وسطی فیبرهای داخل دوکی (بخش حسی) قرار گرفته اند و به هر علتی که این حلقه ها از هم دیگر باز می شوند ، باعث باز شدن کانال های ورودی یون مثبت می شوند و ورود یون مثبت سدیم به سلول را خواهیم داشت که این به معنای تحریک شدن فیبر حسی می باشد.





- هرچه این مارپیچ حلقوی از همه بیشتر باز شود تعداد کانال های یون مثبت ای که باز می شود هم بیشتر می شود ← تعداد پتانسیل عمل که به مرکز فرستاده می شود هم بیشتر می شود و ما تغییر طول ماهیچه را حس می کنیم.

حلقه های مارپیچی که توسط 1a fiber به دور intrafusal fibers پیچیده شده بودند، به دو صورت باز می شوند (تحریک صورت می گیرد):

۱) دوطرف بخش حسی که دارای خطوط تیره و روشن بود و قابلیت انقباضی داشت، ( بالا و پایین intrafusal fiber ) منقبض بشود و در نتیجه انقباض دو طرف، بخش حسی که در وسط قرار گرفته نیز کشیده می شود و حلقه ها از هم باز می شوند « تحریک صورت می گیرد.

۲) از آنجایی که تاندون فیلمهای داخل دوکی متصل به تاندون های خارج دوکی می باشد، اگر فیبر های خارج دوکی کشیده شوند، بالطبع به دنبال آن فیبرهای داخل دوکی نیز کشیده می شود « این کشیدگی توسط قسمت وسط فیبر های داخل دوکی احساس می شود» تحریک صورت می گیرد.

رستپورهای درون تاندون ها ( Golgi receptors ):

انتهای فیبرهای حسی پراکنده ای هستند که بین رشته های کلاژنی که در تاندون هستند قرار دارند و فیبر حسی مختص آنها 1a fiber میباشد. ( که پیام را از آنها به نخاع میبرد ) و وظیفه golgi tendon گزارش فشار و نیروی اعمال شده بر روی عضله است ( force and tension )



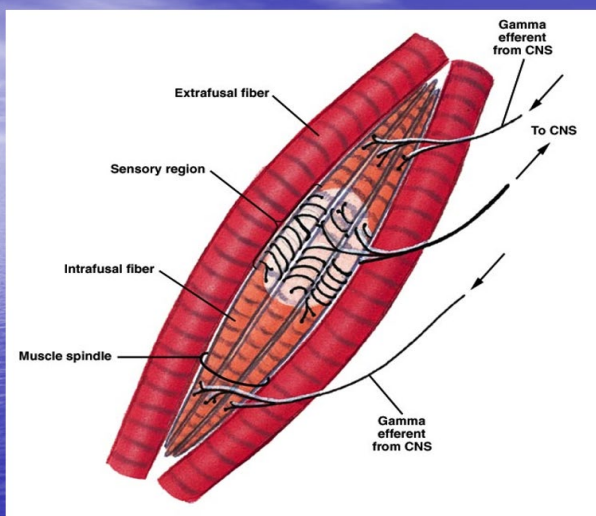
به نام خدا

جزوه نواریون دندانپزشکی ۹۸

درس: فیزیولوژی

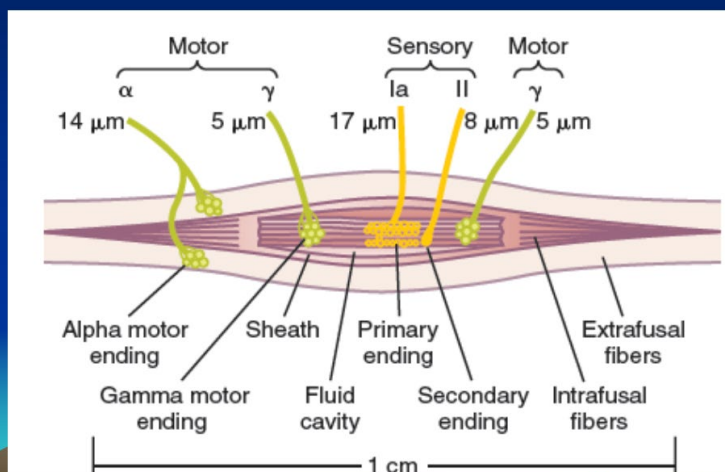
جله: ۲۵      مبحث: فیزیولوژی حرکت

تهیه کنندگان: ۱. محمدحسین همدالی ۲. فاطمه خدانی ۳. سید هادی حسینی ۴. شهیار شهبازی



Dr.A.Rafati

Muscle spindle, showing its relation to the large extrafusal skeletal muscle fibers



به طور کلی فیبرهای عضلانی داخل دوکی بر ۲ نوع هستند:

1. Nuclear bag fiber

در قسمت وسط این نوع فیبر یک برآمدگی (bag) وجود دارد که در واقع تجمع هسته ها در این قسمت را نشان می دهد

2. Nuclear chain fiber



به نام خدا

جزوه نواریون دندانپزشکی ۹۸

درس: فیزیولوژی

جله: ۲۰ مبحث: فیزیولوژی حرکت

تپیه کنندگان: ۱. محمدحسین همدالی ۲. فاطما خندان ۳. سید هادی حسینی ۴. شهیار شهابی



تجمع هسته ها در این نوع فیبر به صورت رشته ای (chain) و پشت سر هم می باشد. این نوع فیبر گزارش دهنده کشش های استاتیک می باشد.

-به طور کلی فیبرهای حسی که از بخش مرکزی فیبرهای داخل دوکی منشأ می گیرند ۲ نوع هستند:  
1a and II

**:1a fiber (primary afferent)**

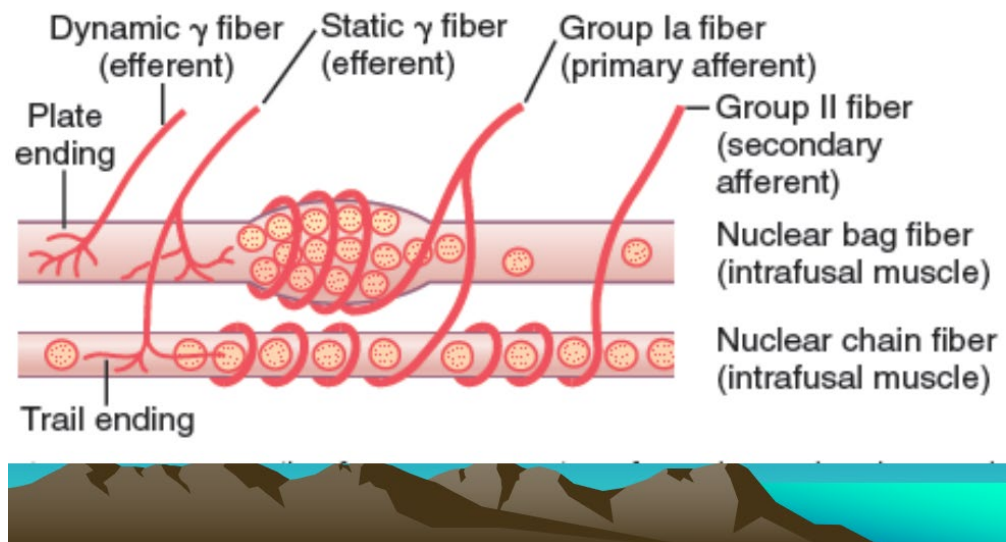
این فیبر حسی، هم به nuclear bag fiber و هم به nuclear chain fiber متصل می شود» بنابر این هر دو حس دینامیک و استاتیک را گزارش می کند.

**:II (secondary afferent)**

عمدتاً به فیبرهای عضلانی nuclear chain fiber متصل می شود» بنابر این فقط حسهای استاتیک را گزارش می دهد.

Dr.A.Rafati

## Details of nerve connections from the nuclear bag and nuclear chain muscle spindle fibers



جمع بندی: پس تا اینجا بحث گفتیم که:

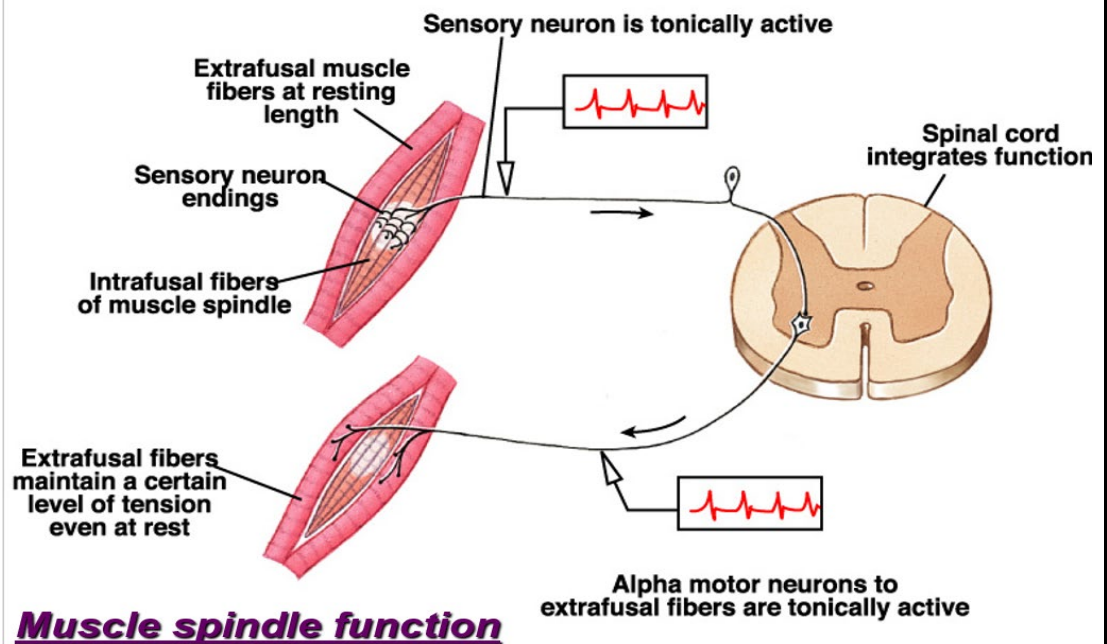
پیام از طریق نورون های حسی و از راه ریشه پشتی وارد نخاعی شود و با آلفا موتور نورون سیناپس می دهد و در نهایت نورون های حرکتی (آلفا موتور نورون) به extrafusal fiber می روند و انقباض صورت می گیرد.

**نکته قابل توجه:** همیشه تعدادی impulse پایه وجود دارد که از عضله اسکلتی به نخاع و از نخاع به عضله اسکلتی فرستاده می شود و در حقیقت ما یک فعالیت پایه داریم. زیرا مغز ما در همه حال باید از وضعیت عضلات ما آگاهی کامل داشته باشد. پس حتی در حالت استراحت عضلات هم از قسمت حسی آنها پیام هایی به نخاع فرستاده می شود.

اگر فرض کنیم در حالت پایه ۱۰۰ عدد پیام به نخاع فرستاده می شود، بالطبع صد پیام هم از نخاع به عضله (از طریق آلفا موتور نورون) به فیبر های خارج دوکی فرستاده می شود. پس فیبر های خارجی دوکی همیشه یک سطح مشخصی از انقباض را دارند → در نتیجه عضلات اسکلتی ما هیچگاه در وضعیت شلی مطلق قرار نمی گیرند.

حال اگر تعداد این impulse ها که در بالا مثال زدیم از حالت پایه که ۱۰۰ در نظر گرفته شده بود، به ۱۵۰ برسد «عضله منقبض می شود و طول عضله کاهش می یابد و برعکس آن، هنگامی که تعداد این impulse ها از ۱۰۰ به ۵۰ برسد، عضله شل می شود و طول عضله افزایش می یابد.





اما تا اینجا کار فقط از آلفا موتور نورون گفتیم!

پس فلسفه وجود گاما موتور نورون ها چیست؟ **co activation**

در حقیقت آلفا موتور نورون ها و گاما موتور نورون ها نوعی همکاری با هم دارند. برای دانستن اهمیت این co activation آزمایشی ترتیب دادیم:

در شکل a:

در این قسمت آزمایش، گاما موتور نورون ها را حذف کردیم. وقتی external fusul fiber به وسیله آلفا موتور نورون منقبض شود، طول عضله کاهش می یابد، و به علت متصل بودن تاندون های external fusul fiber و intrafusal fiber، فیبرهای داخل دوکی هم منقبض می گردند. (بخش وسط آنها هم که بخش حسی را تشکیل می دهد جمع می شود)

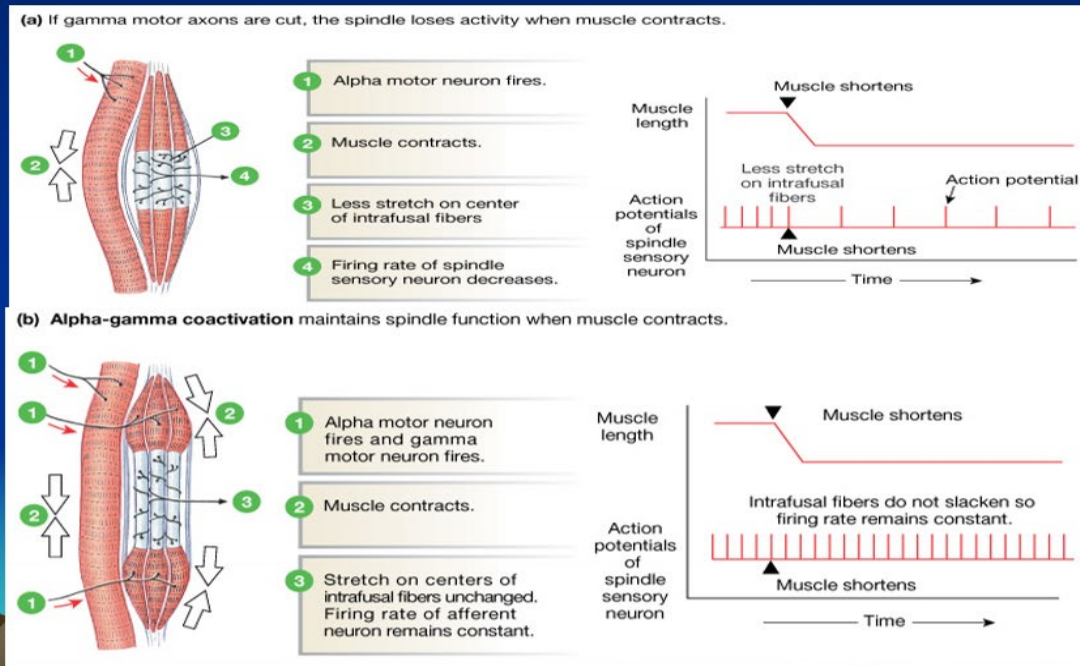
در نتیجه تعداد پتانسیل عمل های صادر شده به سمت نخاع هم کم می شود و در حقیقت اطلاعات کمتری از نخاع صادر شده است ← اطلاعات کافی و دقیقی از عضله در اختیار نداریم و این اصلاً خوب نیست! چون ما در تمام لحظات باید اطلاعات دقیق از طول عضلاتمان داشته باشیم!

در شکل b: در هنگامی که همکاری (co activation) دقیقی بین آلفا موتور نورون و گاما موتور نورون وجود داشته باشد:

همزمان با تحریک آلفا موتور نورون ها، گاما موتور نورون ها هم تحریک می شود. External fusul fiber (فیبر های خارج دوکی) کوتاه می شود.

به واسطه تحریک دو طرف بالا و پایین (intrafusal fiber)، و انقباض این قسمت ها، قسمت حسی وسط فیبرهای داخل دوکی از لحاظ کششی تغییری نمی کند و با وجود این همکاری ما همیشه از وضعیت عضلاتمان آگاهی داریم (چون پتانسیل عمل کاهش نمی یابد)

## Coactivation of alpha and gamma motor neuron



**یک مشکل بالینی:** اگر به هر دلیلی به گاما موتور نورون ها پیام بیشتری برسد، قسمت حسی وسط فیبرهای داخلی هم بیشتر کشیده می شود» پس از حساسیت این رفلکس بیشتر می شود چون پیام بیشتری از قسمت حسی صادر می شود، بالطبع پیام های بیشتری از طریق آلفا موتور نورون به فیبرهای خارج دوکی به راه می شود، تصویرهای خارج دوکی هم انقباض شدید تری انجام می دهند.

### :Brain areas of control of the gamma motor system

گاما موتور نورون ها علاوه بر اینکه تحت تأثیر کشش بخش حسی هستند از قسمت های بالاتر هم پیام دریافت می کنند و فعالیت آنها تحت تأثیر پیام های قسمت های بالایی نیز می باشد

-گاما موتور نورون ها و تر از ناحیه تسهیلی ساقه مغز  
(Bulb reticular facilitatory region of the brain stem )  
پیام دریافت می کنند و در کنار آن از مراکز زیر نیز پیام دریافت می کنند:

- Cerebellum
- Basal ganglion



به نام خدا

جزوه نواریون دندانپزشکی ۹۸

درس: فیزیولوژی

جله: ۲۰ مبحث: فیزیولوژی حرکت

تپیه کنندگان: ۱. محمدحسین همدالی ۲. فاطما خندان ۳. سید هادی حسینی ۴. شهیار شهابی



Cerebral cortex •

پس اگر در قشر مخ فردی توموری وجود داشته باشد، احتمال اینکه پیامهای گاما موتور نورونی بیشتر یا کمتر شوند و به دنبال آن رفلکس ها تغییر کنند، وجود دارد.

**رفلکس های نخاعی (spinal reflexes):**

1. رفلکس کششی (the stretch reflex)

2. رفلکس کششی معکوس (the inverse myotatic reflex)

3. the flexor withdrawal reflex

1) **رفلکس کششی:** یکی از رایج ترین رفلکس های کششی، رفلکس کشکک زانو است. در این رفلکس با چکش ضربه ای به تاندون عضله چهار سر زانو وارد میشود. پس محرک این رفلکس کشیده شدن عضله چهارسر می باشد.

پتانسیل عمل در طول نورون حسی حرکت کرده و وارد نخاع می شود. نورون حسی در نخاع دوشاخه می شود شاخه اول به صورت مستقیم با نورون حرکتی ماهیچه چهارسر سیناپس شده و باعث انقباض آن می شود. شاخه دوم به واسطه یک نورون رابط باعث مهار نورون حرکتی ماهیچه دوسر ران و در نتیجه باعث مهار ماهیچه می شود. مهار شدن عضله دوسر ران همزمان با تحریک عضله چهارسر است. قسمت اول این فرایند stretch reflex است و قسمت دوم reciprocal inhibition reflex می باشد ( رفلکس مهار متقابل که عضله متقابل را مهار میکند) هرچقدر پرتاب ساق پا در این فرایند شدیدتر باشد حساسیت رفلکس کششی بیشتر شده است

## Knee Jerk Reflex: Stretch & Reciprocal Inhibition Reflexes

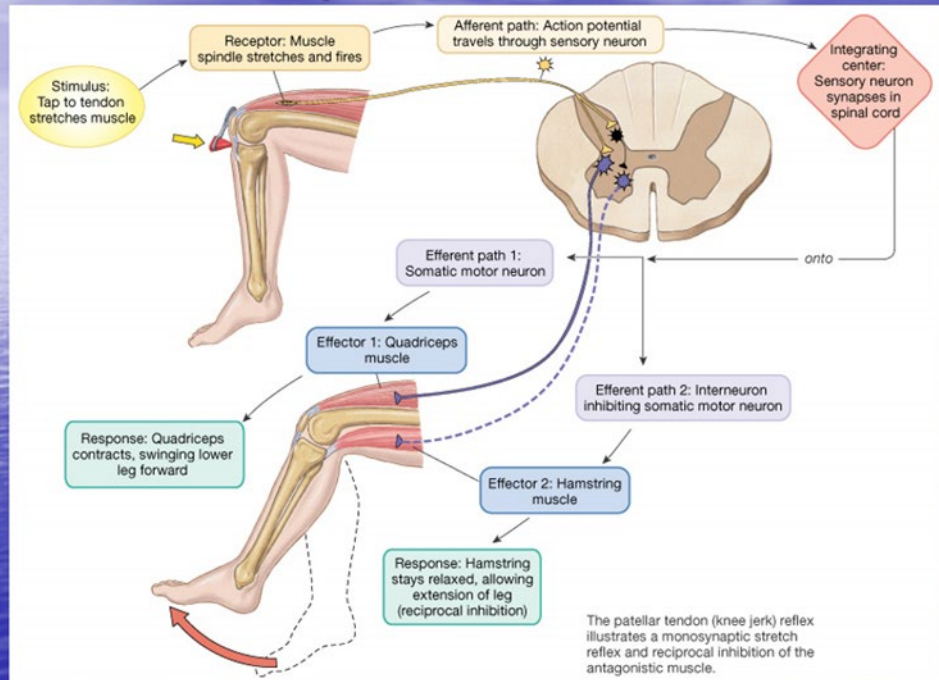
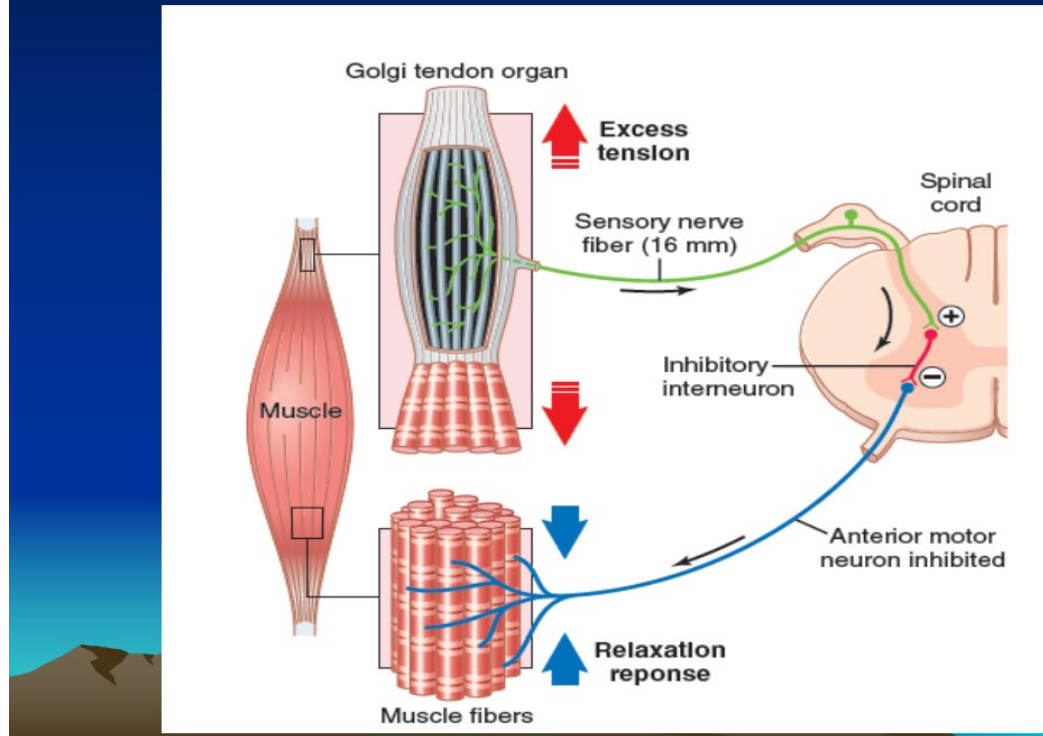


Figure 13-7: The knee jerk reflex

۲) **رفلکس کششی معکوس:** نام گیرنده این رفلکس golgi tendon organ می باشد. فیبر حسی آن ۱۶ میلیمتر قطر دارد و پیام را وارد نخاع میکند. الزاما یک نورون رابط در نخاع وجود دارد و سامانه چند سیناپسی میباشد. سپس پیام ها از طریق نورون حرکتی جلویی (anterior motor neuron) به ماهیچه می رود. اگر که عضله بیش از حد منقبض شود یا اینکه بیش از حد کشیده شود نورون های رابط مهاری باعث کاهش ارسال پیام انقباض به عضله شده و عضله شل میشود. این رفلکس، یک رفلکس محافظتی است. مثال برای رفلکس کششی معکوس: رها کردن وزنه توسط وزنه برداران

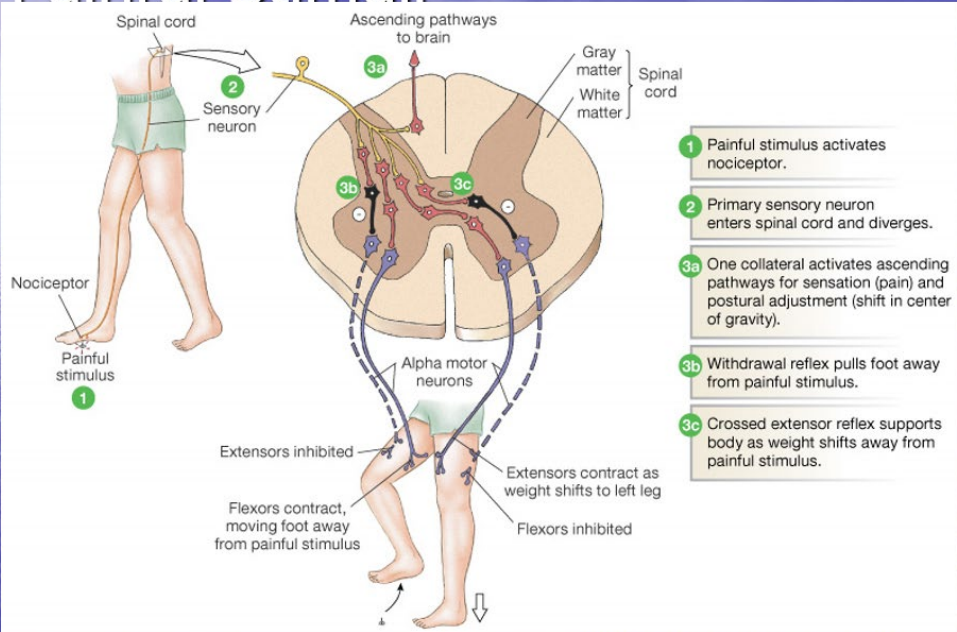
## GOLGI TENDON REFLEX



**3) the flexor withdrawal reflex:** رفلکسی است که معمولاً تحت تاثیر گیرنده درد ایجاد می شود. طی آن اندام از یک عامل آسیب رساندن میشود. مثال: اگر پای راست روی یک شیء آسیب رسان قرار گیرد پیام توسط گیرنده درد وارد نخاع می شود. در نخاع به چندین انشعاب تقسیم می شود که یکی از انشعابات به مغز می رود و انشعابات دیگری هم به قسمت بالاتر نخاع می روند. یکی از شاخه ها به واسطه چند نورون رابط (interneuron) بر همان پای راست آمده و باعث انقباض عضله پشت ران برای جمع کردن پا میشود و همچنین عضله جلوی ران هم نهان می شود تا مقاومت ای برای اینکار وجود نداشته باشد. در هر دو مسیر گفته شده چندین نورون رابط حضور دارند و هر دو مسیر به صورت چند سیناپسی میباشند. دلیل اینکه برای عضله پشت ران هم چند سیناپس وجود دارد این است که فرد بتواند مدت زمان بیشتری پای خود را بالا نگه دارد. (در طی این فرایند پا از عامل درد دور میشود) همزمان با فرایند های اتفاق افتاده در پای راست، انشعابات ای هم به پای چپ می روند که باعث می شوند فرد بتواند وزن خود را روی پای چپ نگه دارد. طی این فرایند در پای چپ عضله جلوی ران تحریک و منقبض می شود و عضله پشت ران مهار می شود (برعکس پای راست) انشعابات ای هم از نخاع به قطعات بالاتر می رود برای اینکه بدن تعادل بیشتری داشته باشد (مثلاً برای باز کردن دست ها برای تعادل)



## Flexion Reflex: Pull away from Painful Stimuli



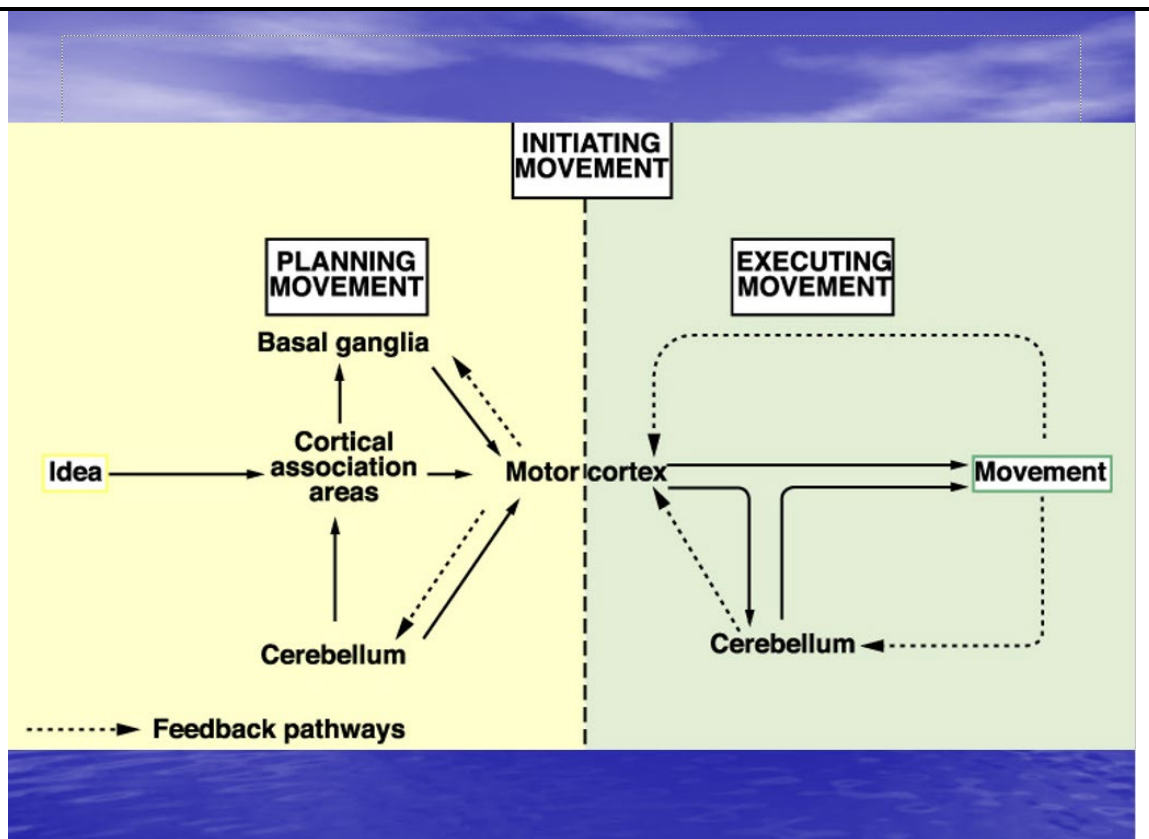
فرایند انجام حرکات:

همانطور که در ابتدای بحث گفته شد، حرکت برای اینکه به درستی انجام شود شامل دو بخش می‌شود:

۱) برنامه ریزی حرکت (planning movement)

۲) اجرای حرکت (executing movement)

شکل زیر به صورت خلاصه جزئیات هر دو بخش حرکت را نشان می‌دهد



توضیحات:

وجود یک ایده لازمه شروع برنامه ریزی یک حرکت است. به طور مثال، وقتی که از فرد تصمیم بر عبور از یک خیابان می گیرد، ایده شروع حرکت ایجاد می شود. همچنین اطلاعاتی که از قسمت های مختلف مانند قشر شنوایی، قشر حافظه و ... صادر می شود، در شکل گیری ایده موثر است. مجموعه اطلاعات ذکر شده که ایده نامیده می شود به ناحیه ارتباطی (cortical association area) وارد می شوند. شروع فرایند پردازش اطلاعات در ناحیه ارتباطی است. اطلاعات از ناحیه ارتباطی برای انجام پردازش بیشتر و کارشناسی به عقده های قاعده ای (basal ganglion) و مخچه (cerebellum) می رود و نهایتاً پس از انجام این فرایند، به قشر حرکتی مخ فرستاده می شوند. تبادل اطلاعات بین قسمت های یاد شده به صورت برگشت پذیر صورت می گیرد.

قشر حرکتی مغز (motor cortex) هم در برنامه ریزی حرکت و هم در اجرای حرکت موثر است. در بخش اجرایی حرکت اطلاعات توسط motor cortex به اندام ها و مخچه ارسال می شود. همچنین اندامها و مخچه نیز می توانند بازخوردی از اطلاعات را به قشر حرکتی (motor cortex) ارسال کنند. در حین انجام این فرایند ها مخچه نقش نظارتی بر اجرای درست فرایند را ایفا می کند. در حقیقت نقطه دستوری که توسط قشر صادر شده است را با فعلی که توسط اندام انجام می شود، تطبیق می دهد. همچنین توسط خود اندام حرکتی نیز نظارتی بر انجام درست حرکت وجود دارد. این نظارت به صورت ارسال feedback د قشر حسی و سپس انتقال آن به قشر حرکتی صورت می گیرد. مراحل انجام حرکات را در شکل زیر بیان شده است:

# Voluntary Movement: "Conscious"

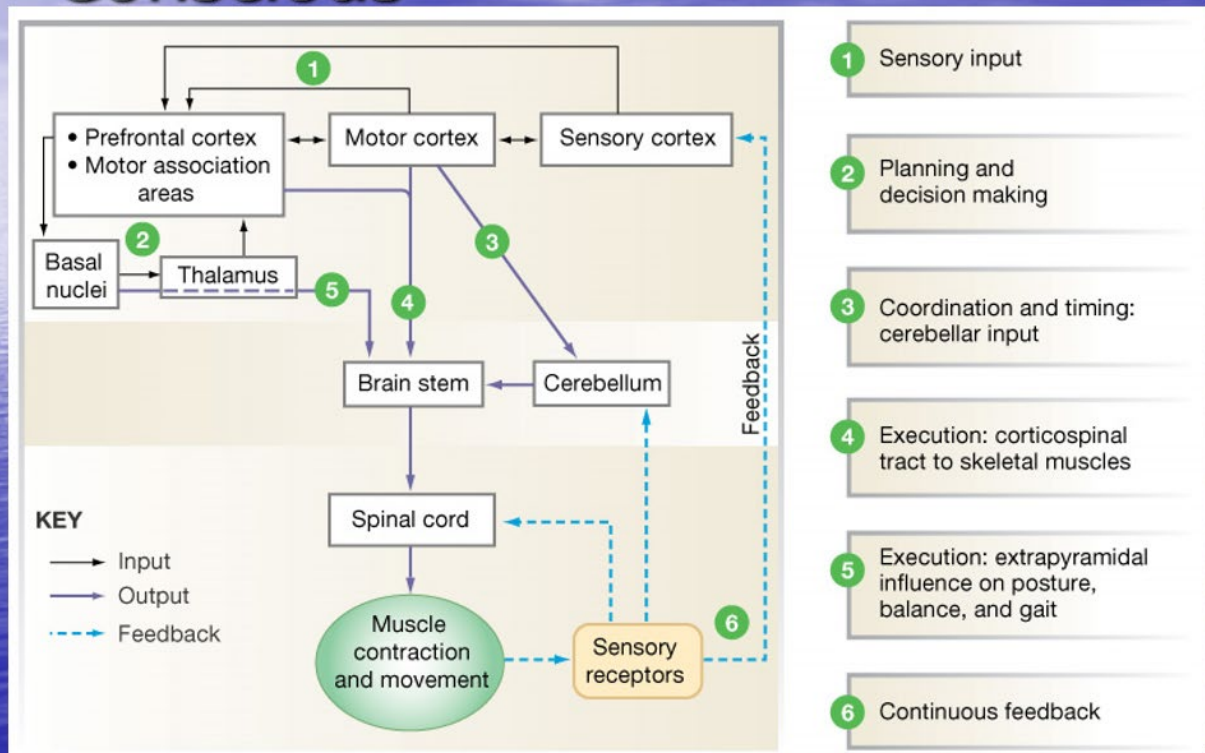
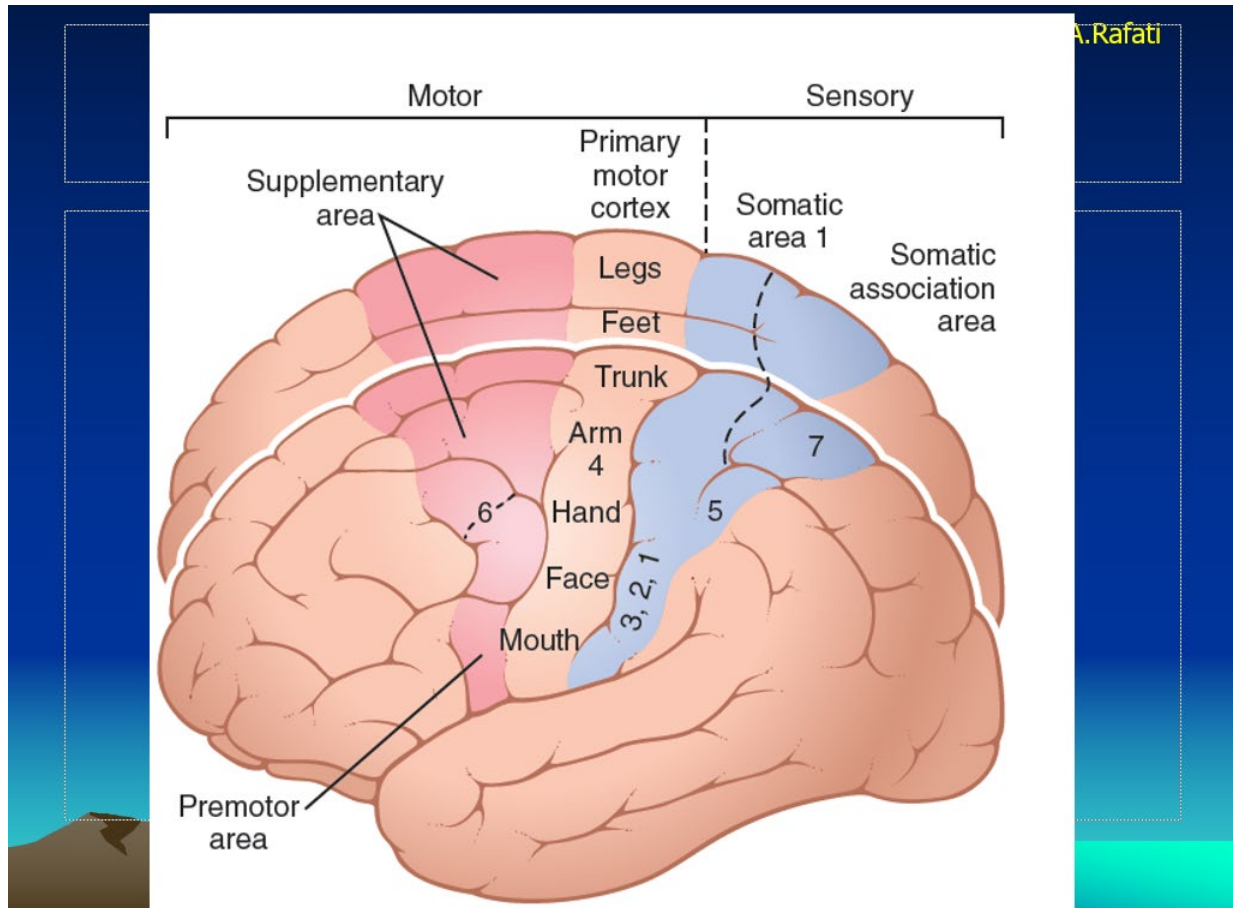


Figure 15-41: Control of voluntary movements

ویژگی های قشر مغزی و نیمکره های مغز:

- ۱) بالاترین قسمت مغز که مسئول همه حرکات ارادی است.
- ۲) به صورت دو نیمکره قرار دارد.
- ۳) درون نیمکره مخ شامل مایع و قسمت خارجی آن سلول های عصبی است.
- ۴) قشر مخ سطح وسیعی را در بر گرفته است.

## قسمت های مختلف قشر مغز:



### توضیحات:

شیارهای مختلف قشر مغز را به قسمت های مختلفی تقسیم کرده است. در هر نیمکره یک شیار مرکزی وجود دارد که قسمتهای پشت این شیار، ناحیه حسی (sensory) و قسمت های جلوی این شیار (motor) قرار گرفته است.

ناحیه حرکتی خود به سه قسمت تقسیم شده است:

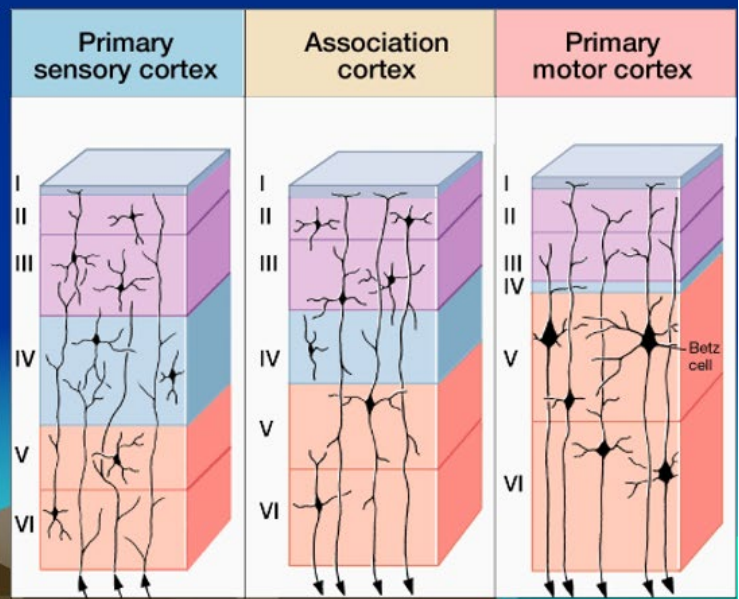
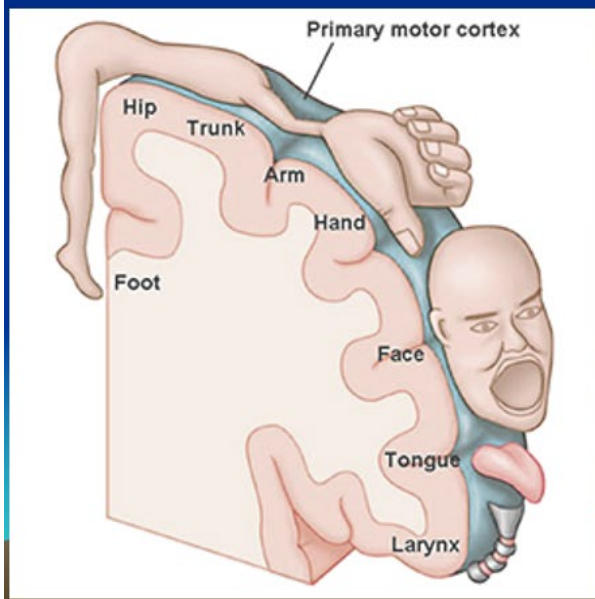
- ۱) قشر حرکتی اولیه (primary motor cortex): دقیقاً جلوی شیار حرکتی قرار گرفته است. از شیار lateral به سمت بالا آمده و در بخش داخلی بین دو نیمکره قرار می گیرد. منطبق بر ناحیه 4 برودمن است.
- ۲) پری موتور کورتکس (premotor cortex): در جلوی primary motor cortex و در بالای شیار سیلیوس است. نیمی از ناحیه 6 برودمن را به خود اختصاص می دهد.
- ۳) ناحیه مکمل (supplementary area): مابقی ناحیه 6 برودمن را در بر گرفته است. بخش عمده این ناحیه در بین دو نیمکره قرار گرفته است.



Dr.A.Rafati

### Primary somatomotor cortex

- ▶ precentral gyrus, (Brodmann 4 area)
- ▶ somatotopic arrangement
- ▶ agranular cortex (layer 2 and 4 are thin, giant pyramidal cells - Betz cells in layer 5)



**توضیحات:** قسمت های مختلف قشر مرکزی اولیه قابلیت تغییر دارند. به طور مثال اگر قسمتی از دست قطع شود ناحیه مربوط به آن به ناحیه مربوط به اندام دیگر تبدیل می شود. همچنین در نواحی قشر حسی مربوط به افراد نابینا، قشر مربوط به بینایی کاهش یافته و مثلاً به قشر شنوایی تبدیل می شود. حرکتی اولیه بیشتر محصول حرکات انتزاعی، انفرادی و ساده بدن است. مثل تکان دادن دست ها، تکان دادن پاها و تکان دادن موج ها و انگشت ها. در قشر حرکتی اولیه برخلاف قشر حسی که در آن لایه ۴ قشر توزیع بیشتری دارد، لایه پنجم و ششم از توزیع بیشتری برخوردار است.

پری موتور کورتکس (premotor cortex):

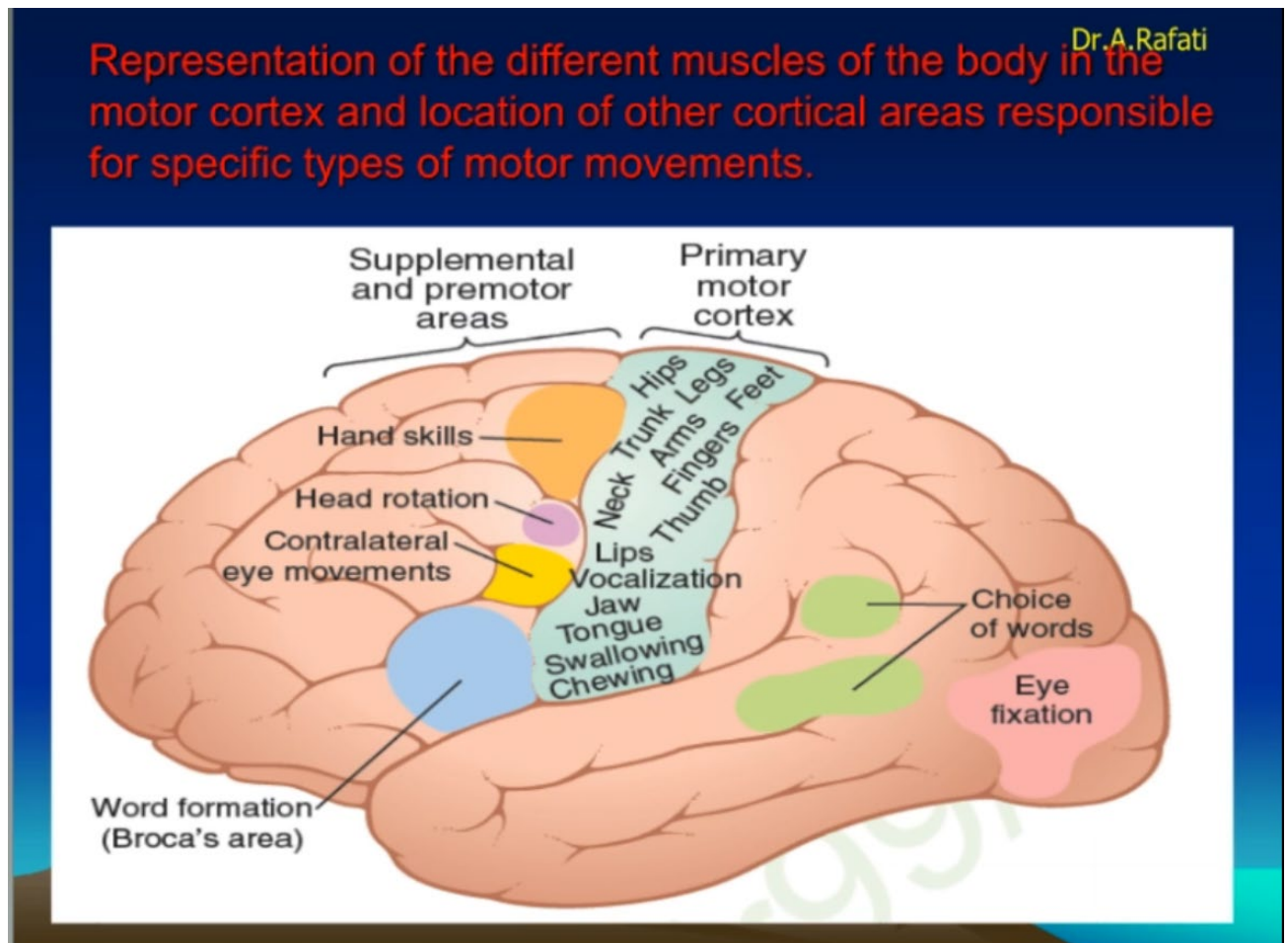
در قسمت lateral لوب frontal می باشد. نقشه آنها طراحی حرکت به ویژه حرکات پیچیده یا complex می باشد مانند پرتاب توپ به سبد بسکتبال، کوبیدن میخ به دیوار.

ناحیه مکمل (supplementary motor area): طراحی و برنامه ریزی حرکات دو طرف را انجام می دهند. مانند حرکاتی که در آن هر دو دست فعال هستند (شستن لباس). همچنین این قسمت برنامه ریزی حرکات اندام



هایی که در تعادل نقش دارند، را انجام می‌دهد. (مانند عضلات دو طرف ستون فقرات و عضلات کمر بند شانه و کمر بند لگن). همکاری supplementary با ساقه مغز زیاد می باشد.

نواحی خاص موجود در motor cortex:



علاوه بر تقسیم بندی ذکر شده، روابط خاصی هم در قشر حرکتی موجود هستند:

#### 1) word formation (Broca's area)

ناحیه مربوط به فهم زبان و فهم گفتار است که مخصوص انسان است و همچنین طراحی حرکت برای ادای کلام را نیز انجام می دهد.

#### 2) contralateral eye movements

ناحیه مربوط به چرخش و حرکات کره چشم است.

#### 3) head rotation

ناحیه مربوط به چرخش سر می باشد.

#### 4) hand skill

ناحیه نسبتاً وسیعی که طراحی حرکات مربوط به مهارت های دست است. مانند نواختن پیانو، تایپ کردن و...