

PSIHOMOTORIKA

NEUROPSIHOLOŠKE OSNOVE POKRETA I KRETANJA





- Pokreti i kretanje su neurospihološke aktivnosti, pa su pored značaja na relaciji stvaranja odnosa sa spoljašnjim svijetom, značajni i za razvoj mišljenja.
- Šilder ističe da kretanje samo po sebi postiže specifične promjene u misaonoj funkciji, a sve misaone funkcije podstiču kretanje.

- Ako je tačna iznijeta pretpostavka da je preferiranje motoričke aktivnosti vezano za preferiranje ideje o uslovnom refleksu kao osnovnoj jedinici motorne akcije-onda će sudbina tog termina zavisiti od sudbine teorije uslovnog refleksa.

- Postojanost te teorije i s njom povezane terminologije se bar jednim dijelom može objasniti političkim okolnostima- "Pavlovizacijom" sovjetske fiziologije i psihologije, započete 1950. godine.
- Pavlovljevo učenje je tada postalo propisna baza sovjetske psihologije.

- Vjerovatno najveća žrtva takvih prilika bio je A.N. Bemštajn, naučnik koji tokom života nije dobio pravo priznanje za svoj rad i koji tek više od dvije decenije nakon svoje smrti postaje najuticajniji autor iz područja psihomotorike.

- U nezgodno vrijeme je morao da pokaže da u objašnjavanju smislenih motornih aktivnosti čovjeka (za razliku od laboratorijskih, kako je govorio, "praznih", pokreta) uslovljavanje, "utiranje" nervnih puteva i druge Pavlovljeve ideje slabo mogu da budu iskorišćene.

Bermštajnova teorija konstruisanja kretanja

- Ispitujući čovjekovu motornu aktivnost u prirodnim uslovima razvio je sopstvenu teoriju konstruisanja kretanja.
- *U toj teoriji, nasuprot učenja kao učvršćivanja privremenih nervnih veza imamo konstruisanje (izgrađivanje) kretanja.*

Nju karakteriše:

- *usavršavanje njegove hijerarhijske organizacije; nasuprot reakciji na stimulus - pokretač*
- *mamo akciju vođenu "modelom potrebne budućnosti"; nasuprot refleksnim odgovorima –*
- *rješavanje motornog zadatka; nasuprot pukog ponavljanja istih odgovora na iste stimulse radi izgradnje dinamičkog stereotipa*
- *imamo "ponavljanje sa modifikacijom" radi sve uspješnijeg rješavanja motornog zadatka; nasuprot primjeni bezuslovnog stimulusa kao potkrepljenja - imamo stalni rad "senzornih korekcija".*

- Prema Bermštajnu, za rješavanje kretnog zadatka, koji može biti vrlo različitog smisla, *konstruiše se hijerarhijska organizacija, koordinaciona struktura, kojom upravlja odgovarajući vodeći nivo, određen ciljem (smislom) aktivnosti.*
- *Vodeći nivo će u različitim vrstama zadataka biti različit.*
- *Predstava cilja upravlja ponašanjem uz pomoć tzv. senzornih korekcija, neprekidnog ispravljanja kretanja na osnovu raspolaganja informacijama o razlici potrebnog i aktuelnog stanja stvari na periferiji.*

- *Pod komandom vodećeg nivoa su fonski nivoi, koji opslužuju tehničku stranu motorne akcije.*
- *U svijesti postoje samo sadržaji vodećeg nivoa, fonski nivoi rade nesvjesno - automatizovano.*
- *Automatizacija predstavlja prebacivanje jednog broja komponenti kretanja u niže nivoe hijerarhije.*
- *To što se spušta na fonske nivoe jesu koordinacione korekcije koje treba da se ostvaruju uz pomoć afirmacija koje su najadekvatnije za ostvarivani aspekt zadatka.*
- *Drugim riječima, automatizacija se može opisati i kao reorganizacija koordinacione strukture.*

- Usvojeno kretanje znači konzistentno rješavanje motornog zadatka.
- Ponavljanje je nužno pri ovladavanju kretanjem, ali se tu ne ponavljaju kretnje, ne sredstva kojima se zadatak rješava, *nego se ponavlja proces rješavanja problema.*
- Ponavljanje rješavanja zadatka je nužno zato što okolnosti u kojima se izvodi kretanje *nisu nikada iste niti se sam proces rješavanja može ponoviti na isti način.*

- Istupivši sa tezom o "principijelnoj nemogućnosti upravljanja pokretima samo eferentnim impulsima, N. A. Bemštajn je stvorio shemu strukture motornog akta i teoriju nivoa strukture pokreta, koja, pored urođenih, elementarnih sinergija, uključuje u sebe i najsloženije, specifične ljudske forme aktivne djelatnosti.

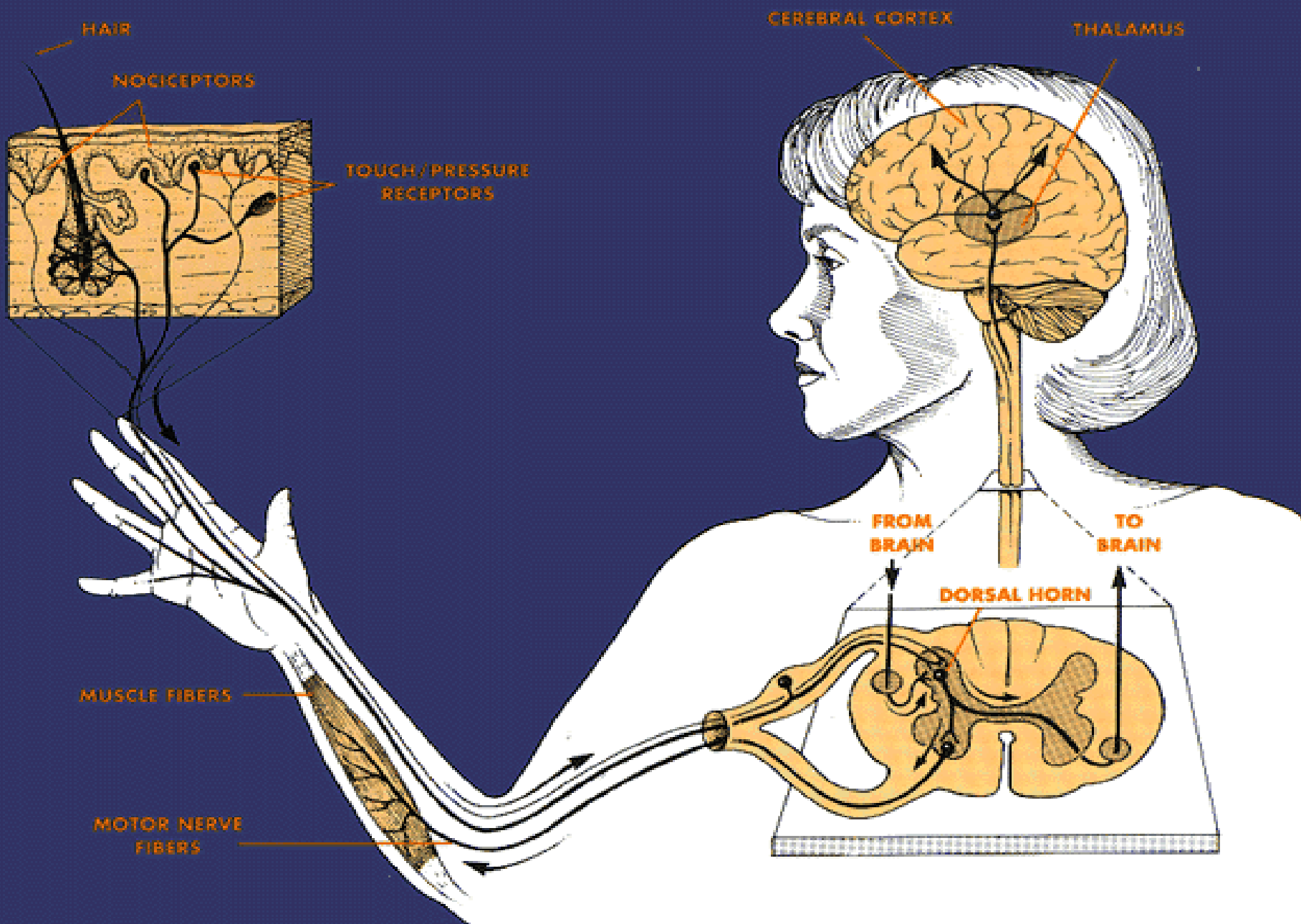
- Polaznu tačku za teoriju strukture pokreta, koju je predložio N. A Bemštajn, predstavljala je postavka o odlučujućoj ulozi aferentnih sistema, koji na svakom nivou imaju svoj karakter i koji izazivaju različite tipove pokreta i akcija

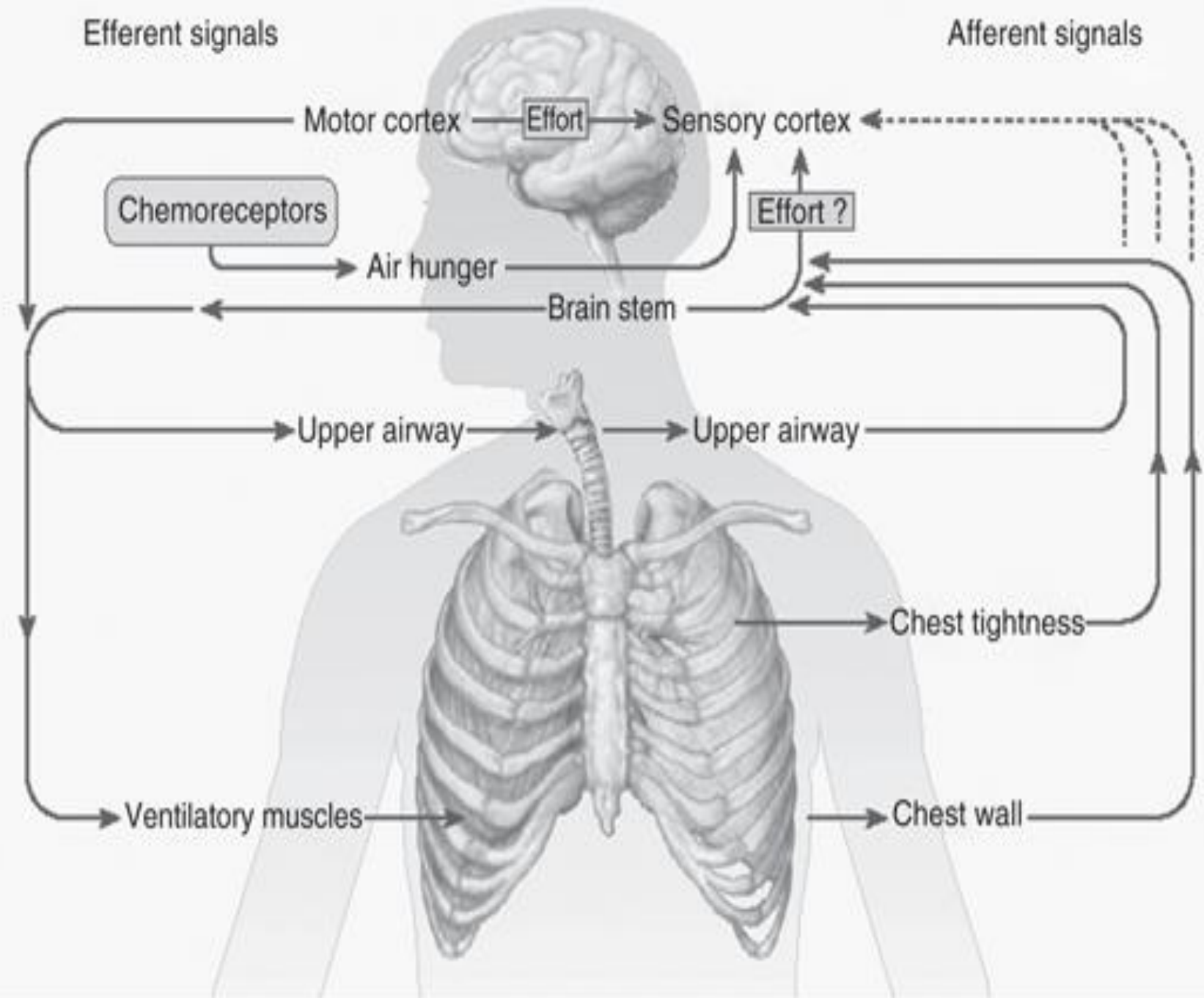
- Napomenimo samo *osnovne crte strukture najviših formi voljnog pokreta specifičnog za čovjeka i aktivne djelatnosti.*
- Polazna tačka za sve takve pokrete i djelatnosti je *namjera, ili motorni zadatak, koji kod čovjeka skoro nikada nije prost, neposredan odgovor na spoljne stimuluse (takve su samo najprostije forme dobro stilizovanih, naviknutih akcija), već uvijek stvara izvjestan "model potrebne budućnosti", shemu onoga što treba da se dogodi i šta čovjek treba da postigne.*

- Kako je pokazao N. A. Bemštajn, pokreti čovjeka se ostvaruju pomoću čitavog sistema zglobova, koji imaju beskonačan broj stepeni slobode akcije, i koji stalno mijenjaju napetost mišića, što čini potpuno neophodnom stalnu smjenu inervacija, koje odgovaraju u svakom trenutku promjenjenim položajima ekstremiteta i stanju mišićnog aparata.

SISTEM AFERENTACIJE

- Sistem aferentacija, koji predstavlja neophodan uslov za obavljanje operativnog, izvršnog dijela pokreta, sam po sebi ne može biti jednostavan i istovrstan: *on neizbježno mora da uključuje u sebe i vizuelnu aferentaciju -uzimanje u obzir vizuelno-prostornih koordinata, u kojima se ostvaruje pokret, sistem kinestetičkih signala, koji ukazuju na položaj lokomotornog aparata, signala opšteg tonusa mišića, stanja ravnoteže i td.*
- Samo takav sistem aferentnih sinteza i može da obezbijedi pravilan tok pokretačkog akta.





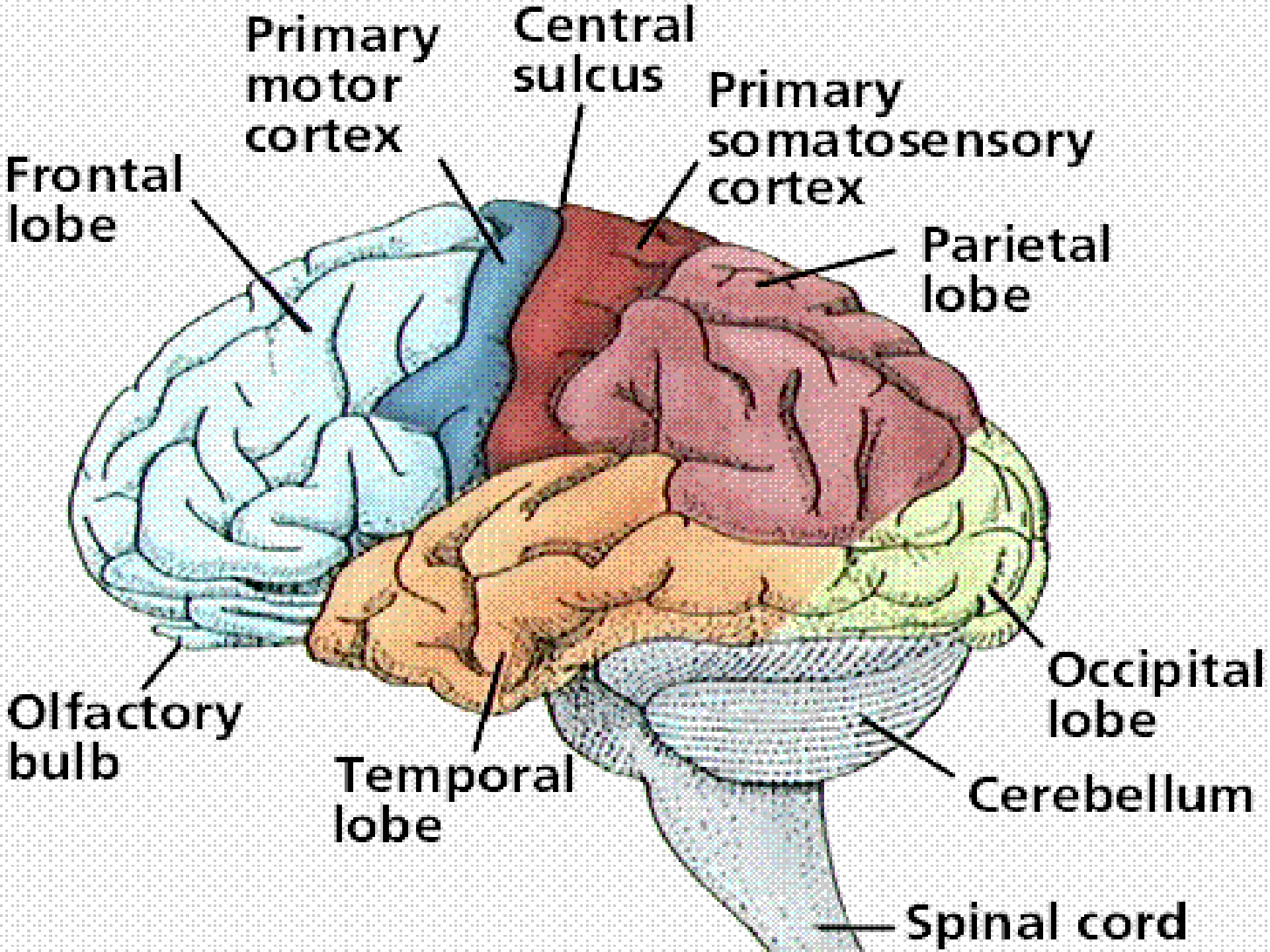
- Stalan prijem različitih aferentnih signala neophodan je za uspješno ostvarivanje posljednjeg elementa svakog voljnog pokreta - kontrole nad njegovim izvršavanjem i korekcije dopuštenih pogrešaka.

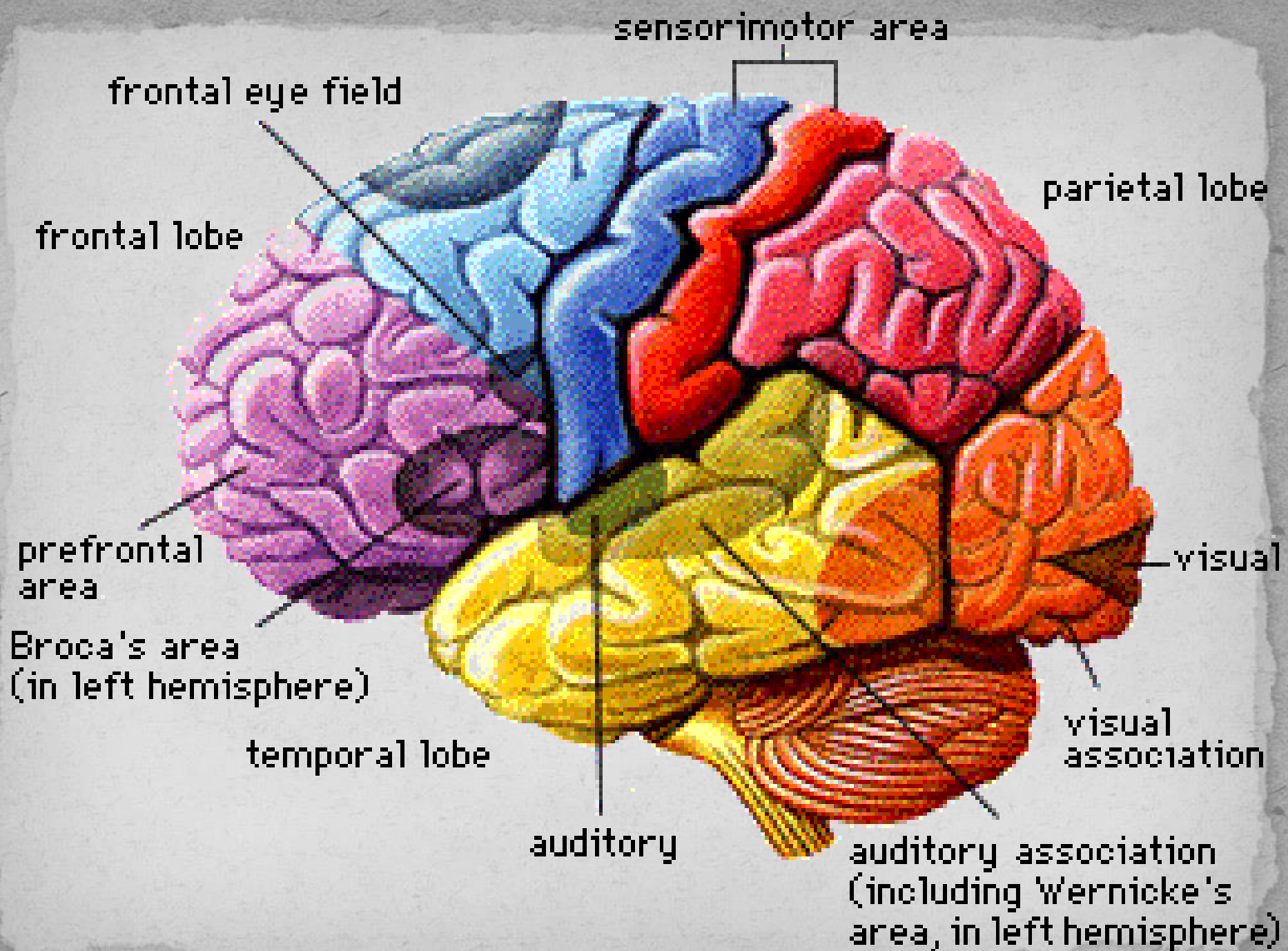
- Ta kontrola toka akcije i korekcije dopuštenih pogrešaka ostvaruju se putem stalnog poređenja izvršavane aktivnosti sa polaznom namjerom, koja se ostvaruje posebnim aparatom - "akceptorom aktivnosti"
- Taj aparat predstavlja, u stvari, ustrojstvo koje prati i obezbjeđuje uzimanje u obzir "povratne" aferentacije koja neprekidno pristiže, kao i njeno poređenje sa polaznim signalima, on predstavlja neophodnu sastavnu komponentu voljnog motornog akta, i pri njegovom ispadanju uspješno obavljanje nužnog zadatka postaje nemoguće

- Predstave o strukturi voljnog pokreta i aktivne djelatnosti koje smo upravo, opisali, *isključuju bilo kakav smisao traženja "lokalizacije" fizioloških mehanizama motornog akta u nekoj ograničenoj zoni mozga i "prinudjuju nas - kao i u drugim slučajevima - da postavimo pitanje o ulozi koju igra ova ili ona zona mozga u strukturi složenog akta motorike.*

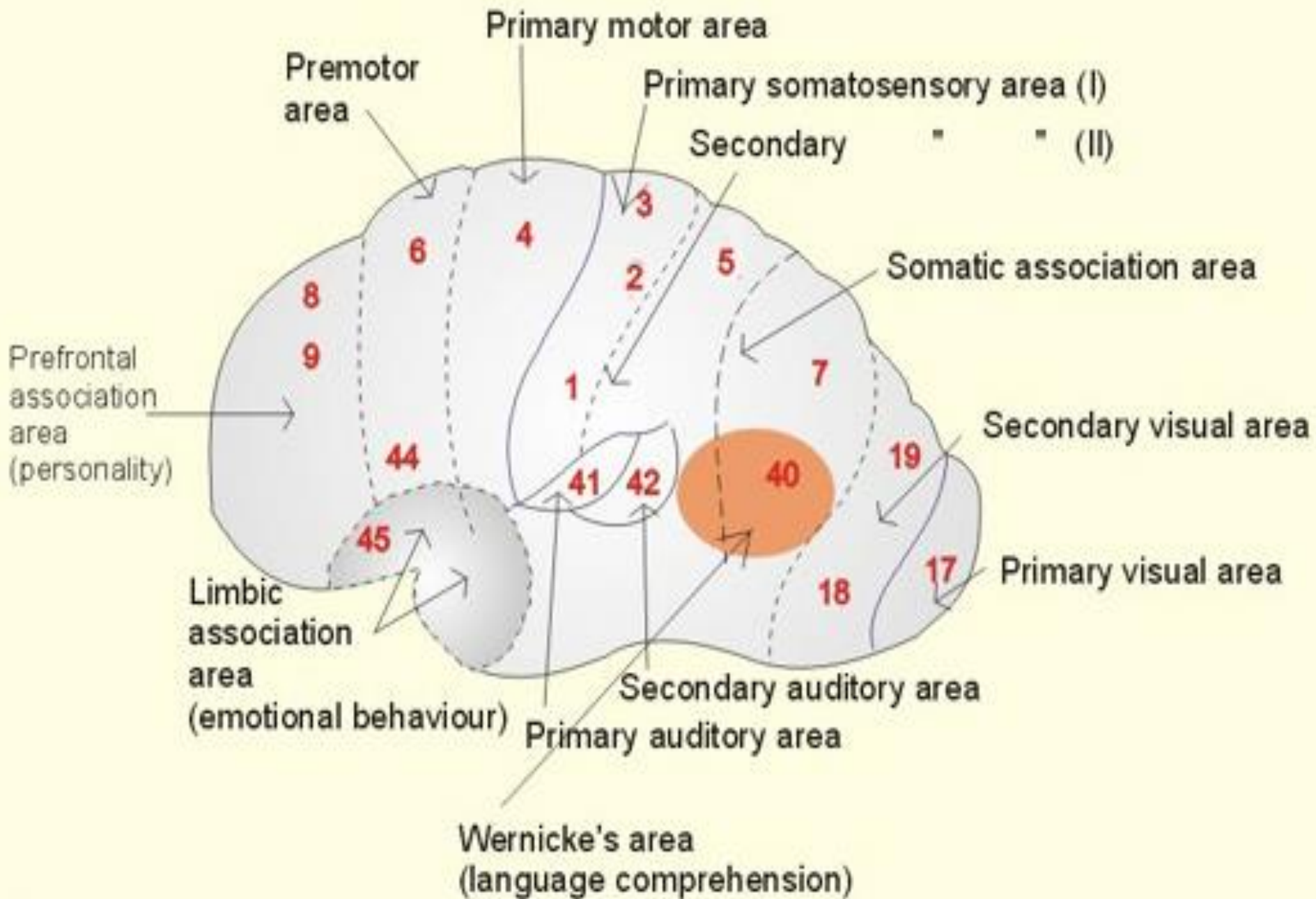
- Polaznim aparatima za organizaciju voljnog pokreta ili svjesne djelatnosti A. R. Lurija (1983), *smatra aparate čeonih oblasti mozga, koji ne samo da podržavaju i regulišu opšti tonus moždane kore, već i obezbjeđuju, uz učešće unutrašnjeg govora i pod uticajem aferentacija koje stižu do njih od drugih dijelova mozga, stvaranje namjere ili motornog zadatka. Uz pomoć takvih aparata ostvaruje se stvaranje, čuvanje, izvršavanje programa djelatnosti i stalna kontrola nad njegovim tokom.*

- *Kod ozljeda čeonih oblasti mozga osoba gubi sposobnost da formuliše namjere, ili motorne zadatke. Ovakve ozljede mozga dovode ili do nemogućnosti da se sačuva i zadrži potreban program aktivnosti i do lake zamjene tog programa neposrednim reakcijama na svaki signal koji dolazi a koje nekontrolisano nestaju*





The Human Cerebral Cortex



- Ozbiljnije povrede čeonih oblasti mozga u velikoj mjeri narušavaju proces poređenja rezultata djelatnosti sa polaznim motornim zadatkom (a ponekad ga i u potpunosti isključuju) i dovode do ispadanja saznanja o načinjenim pogreškama.

- Možda još važniji uslov za izvršenje pokreta i kretanja je očuvanje njegove kinestetičke aferentacije.
- Ovo je značajno zbog toga što samo stalno priticanje kinestetičkih impulsa od aparata za kretanje može da obezbijedi stalne informacije (jasne signale) o položaju zglobova, stanju i napetosti mišića, obezbjeđujući tako jasnu usmjerenost eferentnih impulsa.

- Neophodan uslov uspješnog toka pokreta je stalna regulacija tonusa mišića i dovoljno brzo i ritmičko prebacivanje od jedne motorne inervacije na drugu, sa formiranjem cijelih "kinestetičkih formi" na završnim etapama razrade motoričkih navika.

- Subkortikalne motorne formacije nalaze se pod stalnim inhibitornim i modulacionim uticajem kore, i prije svega njenih premotornih oblasti, koje same predstavljaju najvažniji aparat, koji organizuje postupne lance pokreta koji se odvijaju u vremenu.
- Premotorna zona kore velikog mozga, koja možda i ne učestvuje u ostvarivanju odvojenih, izolovanih pokreta čovjeka, predstavlja najvažniji aparat za organizovanje serija pokreta, obezbjeđi denervaciju već obavljenih beočuga motornog akta i ritmičko prebacivanje na slijedeće beočuge, tj. najvažniji aparat "kinetičkih formi" ili motoričkih navika", kako ističe Lurija

- Navedene činjenice govore da *voljni pokreti i kretanje čovjeka predstavljaju složene zavisne funkcionalne sisteme koji se ostvaruju složenom dinamičkom saradnjom dijelova mozga, koji simultano funkcionišu, a od kojih svaki unosi svoj udio u strukturu pokreta i kretanja.*
- Ozljeda bilo koje od navedenih zona mozga, dovodi do ispadanja odgovarajućeg segmenta tog funkcionalnog sistema, pa kao posljedica toga nastaje poremećaj normalnog funkcionisanja cijelog motornog akta

Manifestni i latentni motorički prostor

- Svi oblici ljudskog kretanja, kako manifestni tako i latentni objedinjeni su u zasebnom antropološkom prostoru označenom kao PSIHOMOTIRIKA. Njen osnovni cilj je da pruži osnovne informacije o suštini ljudskog kretanja i ukaže na mogućnost njegovog usavršavanja pravilnim tretmanom brojnih latentnih motoričkih dimenzija sportiste.
- Kvalitet kretnih sposobnosti čovjeka se označava i kao psihomotorni status

- Svi oblici ljudskog kretanja, kako manifestni tako i latentni objedinjeni su u zasebnom antropološkom prostoru označenom kao PSIHOMOTIRIKA.
- Njen osnovni cilj je da pruži osnovne informacije o suštini ljudskog kretanja i ukaže na mogućnost njegovog usavršavanja pravilnim tretmanom brojnih latentnih motoričkih dimenzija sportiste.

- *Manifestni oblici ljudskog kretanja (dakle, ono, što se vidi) zavisi od latentnih psihomotoričkih dimenzija (onog što se ne vidi) koje se ne mogu eksplicitno sagledati.*
- Često se kaže: "nema dovoljno snage da izvede taj pokret", "nije dovoljno brza da bi ostvarila taj rezultat" ...

- Dakle, pojmovi (snaga, brzina, spretnost, preciznost,...) su upravo te latentne dimenzije čovjeka koje se mogu sagledati eksplicitnim načinom, ne mogu direktno mjeriti, ali se snažno osjeća njihovo prisustvo i uticaj na ostvareni rezultat (skok, brzina, trčanje, udarac, hitac i si.) i kvalitet dinamičkog stereotipa.

Manifestni prostor psihomotorike

- U manifestnom motoričkom prostoru čovjeka moguće je razlikovati raznovrsne forme kretanja.
- Biološki posmatrano, sve te forme se dijele na filogenetske i ontogenetske.
- Svako kretanje se može raščlaniti na veliki broj elemenata. Ukoliko je kretanje složenije; i broj elemenata koji ga čine je veći.

- Kretanje u cjelini, ali i elementi iz kojih je sastavljeno, mogu se na neki način izmjeriti. Tako se može izmjeriti brzina kojom se neko kreće, dužina skoka ili bacanja, ali i uglovi u zglobovima u fazama pokreta, sila koju ostvaruju mišici svojom kontrakcijom, broj pokreta u jedinici vremena i dr.
- S obzirom na veliki broj podataka koji se na taj način dobijaju, bilo je neophodno u analizi koristiti matematiku i statistiku, pa se i koriste termini iz tih nauka, kao što su: prostor, dimenzije, vektori, multidimenzionalnosti sl. I ocjenjivanje kvaliteta izvođenja pokreta i kretanja, od dovoljnog broja stručnih nepristrasnih osoba, takođe je kvantifikacija pokreta i kretanja. Svi tako dobijeni brojčani pokazatelji se nazivaju varijable.

- Ako bi se sakupili brojni podaci o raznovrsnim kretanjima i varijable prikazale tačkama u prostoru, vidjelo bi se da se one više ili manje grupišu, i da je taj prostor veoma veliki. Beskonačan broj mogućih varijabli, koje bi se mogle dobiti kvantifikovanjem svih pokreta i kretanja, mogao bi se smjestiti samo u beskonačnom višedimenzionalnom prostoru, koji se naziva *manifestni prostor motorike*. Uprošćeno bi se moglo reći da je *manifestni prostor beskonačan skup svih pokreta koje čovjek može da načini*.

- Nejednako grupisanje tačaka u prostoru prouzrokovano je različitom povezanošću varijabli, odnosno motoričkih manifestacija (motoričke manifestacije su npr. zgib, skok-šut, skok u dalj iz mjesta i sl.).
- Ta međusobna povezanost pojava je osnov svake analize. Izračunavanjem koeficijenata korelacije dobijaju se informacije o karakteru i snazi veza između pojava.
- Ukoliko tih pojava ima mnogo, a zanima nas povezanost svake varijable sa svakom, moralo bi se kontrolisati mnoštvo koeficije

Latentni prostor psihomotorike

- Faktorska analiza se široko koristila u psihologiji još od 1905. godine za otkrivanje strukture ljudskih sposobnosti, a od 1930. i strukture ličnosti. Posljednjih šezdesetih godina koristi se u svijetu i za utvrđivanje suštine motorike, a kod nas od 1958. godine.

- Ako bi se dobili podaci mjerenjem velikog broja ispitanika u brojnim testovima, i kada bi se (faktorskom analizom) izvršila njihova redukcija i kondenzacija, od velikog broja vektora mogli bi se dobiti oni koji reprezentuju pojedine skupove vektora. Tako se dobijaju faktori dimenzije, a nazivaju ih i latentnim varijablama.



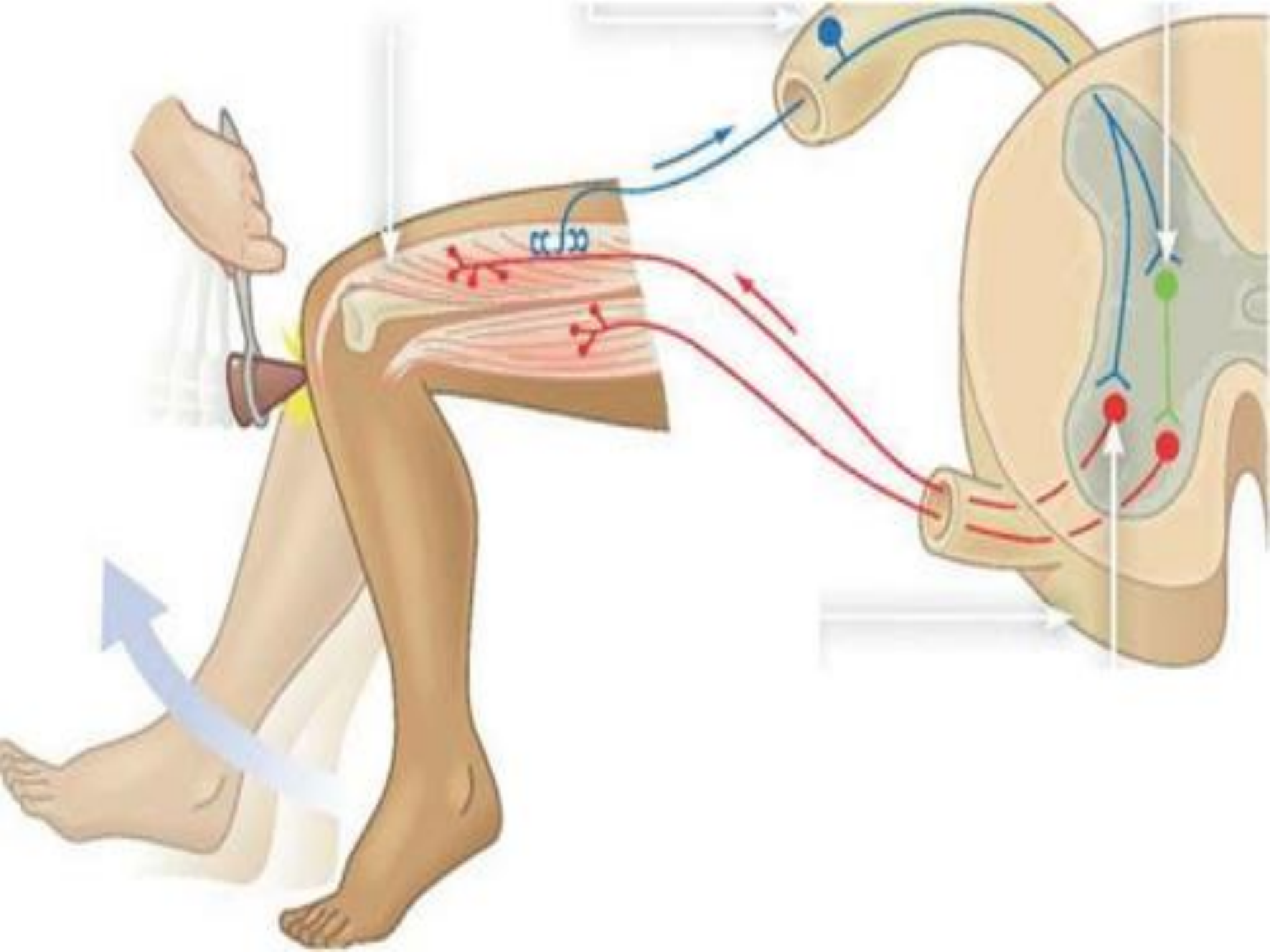
- One pokazuju da neke pojave zajednički variraju, pa se može pretpostaviti da postoji jedan ili više uzroka, koji izazivaju te slične promjene pojava.
- Pronalaženje tog zajedničkog uzroka, niti koja povezuje grupe pojava, imenovanje i objašnjenje procesa od kojih zavise slične promjene motoričkih manifestacija, jeste otkrivanje suštine motorike. Utvrđivanje niza koeficijenata koji čine faktor ili dimenziju tek je osnov da se traga za latentnim uzrocima sličnog, međusobno povezanog variranja. Pri tome se uzima u obzir karakter motoričkih manifestacija čijim mjerenjem su i dobijene varijable, povezanost varijabli sa faktorima kao i međusobna povezanost izdvojenost faktora. *Na taj način se otkriva struktura latentnog prostora, odnosno definiše se taj prostor.*

Podjela pokreta

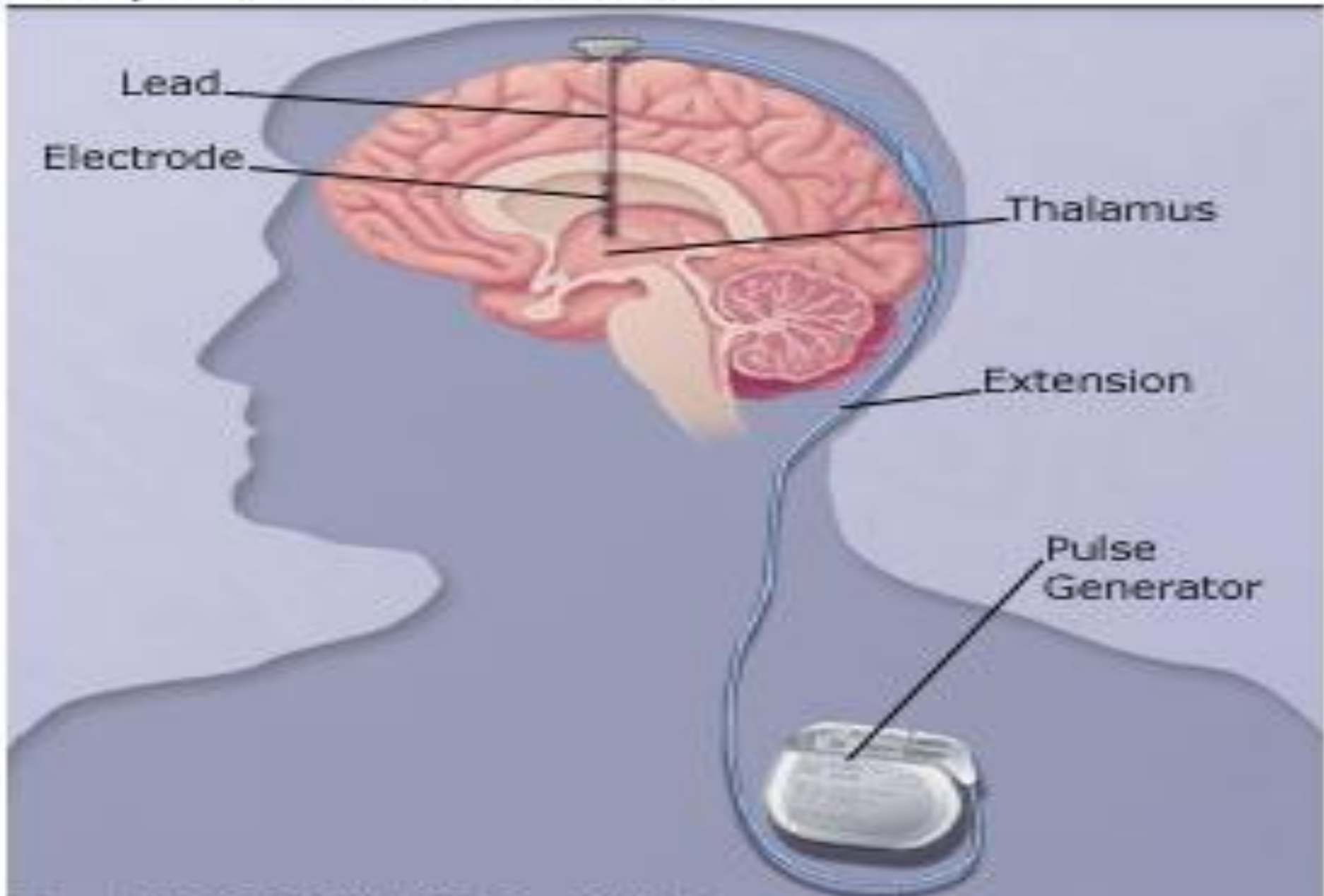
Razvoj pokreta u filogenezi

- Proučavanjem čovjekovog pokreta došlo se do zaključka da su oni vrlo raznoliki, ali da se u jednom grubljem razvrstavanju mogu svesti na slijedeće:
- *Inipulslvni pokreti su najjednostavniji.*
- Oni nastaju spontano.
- Posljedica njihovog nastajanja je nakupljena energija u organizmu. Primjeri takvih pokreta su pokreti djeteta u utrobi majke ili pokreti čovjeka u snu

- *Refleksni pokreti su urođeni.* Oni su nevoljni tj. nehotični i obično nesvjesni. Zbog toga što su od samog početka razvijeni javaljaju se uvijek na isti način. Ne usavršavaju se jer su od samog početka savršeni. Refleksni pokreti su: kihanje, zijevanje, širenje i skupljanje zjenica pod uticajem svjetlosti različitog intenziteta i dr. Refleksno se čovjek u određenim okolnostima trgne, vikne i si. Najprostiji su refleksi kičmene moždine. Kod njih se senzorni nadražaji prenose direktno u efektorni nerv bez učešća centralnog nervnog sistema. Refleksi su prvi pokreti novorođenog djeteta, koji se manifestuju prije nego što mozak počne da funkcioniše.



Deep Brain Stimulation



- Od veličine intenziteta najdražaja zavisi veličina i obuhvaćenost mišića poketom. Tako npr. vrlo jako kihanje stavlja u pokret sve mišiće lica i dobar dio mišića tijela.
- Pomoću refleksnih automatizama se odražava i stalna tonusna napetost mišića (miotatički refleks).

- *Voljnim aktivnostima mi možemo da utičemo na neke refleksne pokrete. Čovjek se npr. ugrize za jezik ili uštine da bi spriječio smijeh i psihički procesi mogu da utiču na refleksne pokrete.*
- Gutanje je npr. refleksni pokret, koji se u normalnim okolnostima vrlo lako vrši. Kada se, međutim misli na gutanje, kod gutanja lijeka, ono je otežano.

- Postoje i takvi refleksni pokreti u čijem realizovanju saraduje i moždana kora. To su *stečeni refleksi*.
- Zatvaranje očnih kapaka pri zamahu šakom ispred očiju je jedan od primjera stečenog refleksa. Na zamah sopstvenom šakom čovjek ne zatvara oči.

- Važnu grupu refleksnih pokreta čine posredni ili uslovni refleksi. Otkrio ih je ruski fiziolog Pavlov nešto iza 1900. godine.
- On je otkrio da se jedan prost refleks lučenja, prvobitno prirodno povezan za jednu vrstu čulnih utisaka (čulnih osjećaja, prenosi na druge utiske koji su sa ovim utiskom bili često asocirani.
- -Njegov zemljak i kolega takođe istraživač na području fiziologije Behtarev, kasnije je nastavio i proširio ova ispitivanja.
- Proširio je ispitivanje sa refleksa lučenja na sve reflekse.

- *Instiktivni pokreti* spadaju u posebnu grupu pokreta.
- Po nekim teoretičarima oni su samo jedan vid refleksnih pokreta.
- Instiktivni pokreti nam omogućavaju da, u interesu čuvanja jedinke i vrste, bez ikakvog ličnog iskustva i navikavanja radimo bez pogreške.
- Čim se rodi dijete npr, vrši pokrete sisanja. V.Džems definisao je instikt kao "*aktivnost koja ostvaruje svoje ciljeve ne predviđajući ih, blagodareći koordinaciji pokreta koja nije rezultat vaspitanja*". Kod instiktivnih pokreta su izuzetno značajni zakoni inhibicije i zakon slabljenja instikta.

- Zakon inhibicije glasi: Svaki instikt jednom zadovoljen, teži da postane navika i da uništi suprotne instikte.
- Zakon slabljenja instikta glasi: Instikt se u momentu kada dostigne svoj maksimum intenziteta troši, slabi i iščezava.

- *Voljni pokreti su oni kod kojih svijest aktivno utiče na nadražaj pri njegovom prelazu u motorni nerv. Voljni uticaj svijesti može da bude negativan i da spriječi pokret koji bi se zbio.*
- *Ukoliko je voljni uticaj svijesti takav da stvara nov pokret čiji se početak više ne nalazi u senzornom nervu, već direktno u ćelijama velikog mozga, tada je riječ o pozitivnom voljnom pokretu.*
- *Ukoliko je pokret pri prijelazu nadražaja iz senzornog u motorni nerv praćen slikom osjećanja tj. predstavom pokreta, ali tako da ova predstava nema nikakvog uticaja na samo izvođenje pokreta, tj. ako se pokret izvodi kao refleksan, nazivamo ga nevoljni ili imaginativni pokret.*

- Voljni pokreti se, prema tome, izražavaju u funkcijama koje su usmjerene na rješavanje svjesno postavljenih ciljeva. Kod novorođenčeta prvi voljni pokreti nastaju iz jednostavnih refleksnih pokreta.

- Dijete čini pokrete prstima prvo nesvjesno i gleda ih kako se pokreću. Kasnije pokušava i uspijeva da pokrete prstiju koje je gledao reprodukuje.

- Tako se pokret, na svom razvojnem putu, kreće od neodređenog ka voljnom i preciznom pokretu. Na tom putu volja nikada nije usmjerena na elemente kretanja već samo na rezultat.

- Po Vidrovu "pokret slijedi misao o rezultatu a ne misao o postupku".

- Automatizovani pokreti su stečeni mehanizmi koji nastaju čestim ponavljanjem jednih istih pokreta.
- U početku su ovo svjesni pokreti, da bi *kasnije postali nesvjesni* jer poslije usavršavanja sa njima pažnja ne upravlja.
- Oni predstavljaju naročite uhodane asocijativne puteve u mozgu tj. veze do tada nevezanih, dakle neurođenih pokreta. Za razliku od refleksnih pokreta koji se od samog početka odvijaju automatski, *automatizovani pokreti nastaju velikim brojem ponavljanja, vježbanjem.*

- Pri vršenju automatizovanih pokreta čovjek je lišen umnih napora, koji su prisutni u neautomatizovanim pokretima.
- Tako on može da se koncentriše na neke druge zadatke i da *vrsi* automatizovani pokret, koji je u svakom slučaju samo mišićni napor.
- Ovi pokreti koje neki autori nazivaju i "nesvjesni", mogu u određenim uslovima da se ponovo pretvore u svjesne.

- Najjednostavnija i istovremeno i najpraktičnija podjela pokreta i kretanja je slijedeća:
- - Pokreti i kretanja svakidašnje aktivnosti: hodanje, sjedenje, trčanje i si.
- Pokreti radne djelatnosti: rad na obradi zemlje, rad u fabrici, zanatski radovi isl.
- Pokreti i kretanja koja se vrše u cilju fizičkog vježbanja a koje nazivamo tjelesne vježbe,
- Pokreti i kretanja koji se vrše u cilju zadovoljenja svojih kulturnih, duhovnih potreba: ples, balet, folklor i si.
- Pokreti i kretanja koji se vrše u cilju pripreme za odbranu zemlje.

Razvoj pokreta i kretanja u Ontogenezi

- **Refleksna faza** u razvoju pokreta koja još uvijek ne predstavlja kretnu aktivnost. To su refleksni kretni odgovori na nadražaje koji nastaju u organizmu ili van njega, tj. dolaze spolja.

- Pokret uvijek zahvata cijelo tijelo, i u njemu učestvuju sve mišićne strukture. Mišićni tonus je napet, a pokret (odgovor) je nekoordiniran. Sličan je i emocionalni život, još uvijek nedovoljno razlučen od vegetativne svere doživljavanja i djelovanja. Poteškoće iz vegetativne svere (glad, neudobnost) izazivaju odgovor (pokret) koji je znak majci za pomoć djetetu. Vegetativni mir prouzrokuje suprotne efekte (opuštenost i smirenje). Kao što su emocije neusklađene i arhaične takve su i mogućnosti za vršenje pokreta. Trajanje ove faze se poklapa sa prvim mjesecom života.

- **2. Alternativni pokreti** javljaju se između drugog i petog mjeseca života djeteta. Pokreti su pravi izvor zadovoljstva i obavljaju se sa namjerom. Dijete hvata i ispušta predmete, igra se sa svojim ručicama. Kada se raduje izvodi, živahne pokrete cijelim ekstremitetom i to najprije iz velikih zglobova, ramenog pojasa i kukova. U početku dijete kroz pokret doživljava sebe (dovodi ručicu u vidno polje i dugotrajno je posmatra). U tom smislu se koncentriše cjelokupna djelatnost djeteta: senzorna, psihička; psihomotorička. U drugom mjesecu života dijete počinje da dižu glavu.

- **3. Koordinirani pokreti** počinju između petog i osmog mjeseca života. Ovo je period u kome dijete počinje da usmjerava pogled prema predmetima koji se nalaze u njegovom vidnom polju. U početku ovog perioda dijete dohvata predmete kubitropalmarnim načinom dohvatanja. Ovo očito govori o vidnoj kontroli motornog akta, o usklađivanju kinestezijske i vidne senzacije. Dijete hvatanjem pokazuje selektivnost bira predmete, što pokazuje da već postoji i sposobnost motornog i emotivnog doživljavanja. Sposobnost kontrole pokreta omogućava dalje oslobađanje od suvišnosti, pa dijete više ne izvodi pokrete samo cijelim ekstremitetom.

- **Pokreti prema modelu** aktivnosti javljaju se između devetog i dvanaestog mjeseca života. Dijete u ovom periodu može da ostvari poziciju palca ("pinceta višeg reda") a samim tim i da hvata i vrši pune manipulativne aktivnosti šakama i prstima, kao što su: dohvatanje, bacanje, premještanje, slaganje, kucanje i si. i tako stiče iskustvo. Na taj način kontaktira i upoznaje sredinu koja ga okružuje. Tako, od faze čisto subjektivnog doživljavanja pokreta, postepeno prelazi na njihovo vezivanje za uslove objektivne stvarnosti. Tako predmet izvan tijela, u objektivnom prostoru, postaje izvor zadovoljavanja težnji djeteta. Šaka sa prstima je zavisni dio ruke, a obzirom na stvaralačku sposobnost ona je organ koji ne može zamijeniti ni najsavršeniji produkt ljudskog uma

- **5. Manipulisanje** predmetima javlja se između dvanaestog i osamnaestog mjeseca života. Za ovu fazu je karakteristična veća preciznost i usklađenost pokreta. Sada dijete može da se igra predmetima, prema izgrađenoj predstavi onog što želi. Pokreti su usmjereni ka traženju onoga što želi i hoće da vidi, ili čime se želi igrati, za razliku od prethodnih perioda kada se igralo onim što mu se nalazilo u vidnom polju. Tako pokret postaje izvor težnji. U fazi primarne kretne reakcije pokret je bio motivisan samim vršenjem pokreta (kretnih akcija) i one su ustvari zadovoljavale težnju djeteta.

- **6. Praksije ili voljni pokreti** javljaju se između osamnaestog mjeseca i kraja druge godine života. Predstave se odvijaju od percepcije i vezuju se za simbole, riječi. Pokret se postepeno oslobađa senzomotorne uslovljenosti, slijedi misao. Dijete već ima konkretan način mišljenja, ali se javljaju i "mentalne kombinacije" (Pijaže) kao pokretači aktivnosti. To su u punom smislu voljni pokreti. U ovim pokretima dijete učestvuje kao cjelovita ličnost. Kroz osnovni razvoj motorike, od refleksnih pokreta, preko alternativnih, manipulacija predmetima, pa do praksija, koje su rezultat mentalnih procesa.

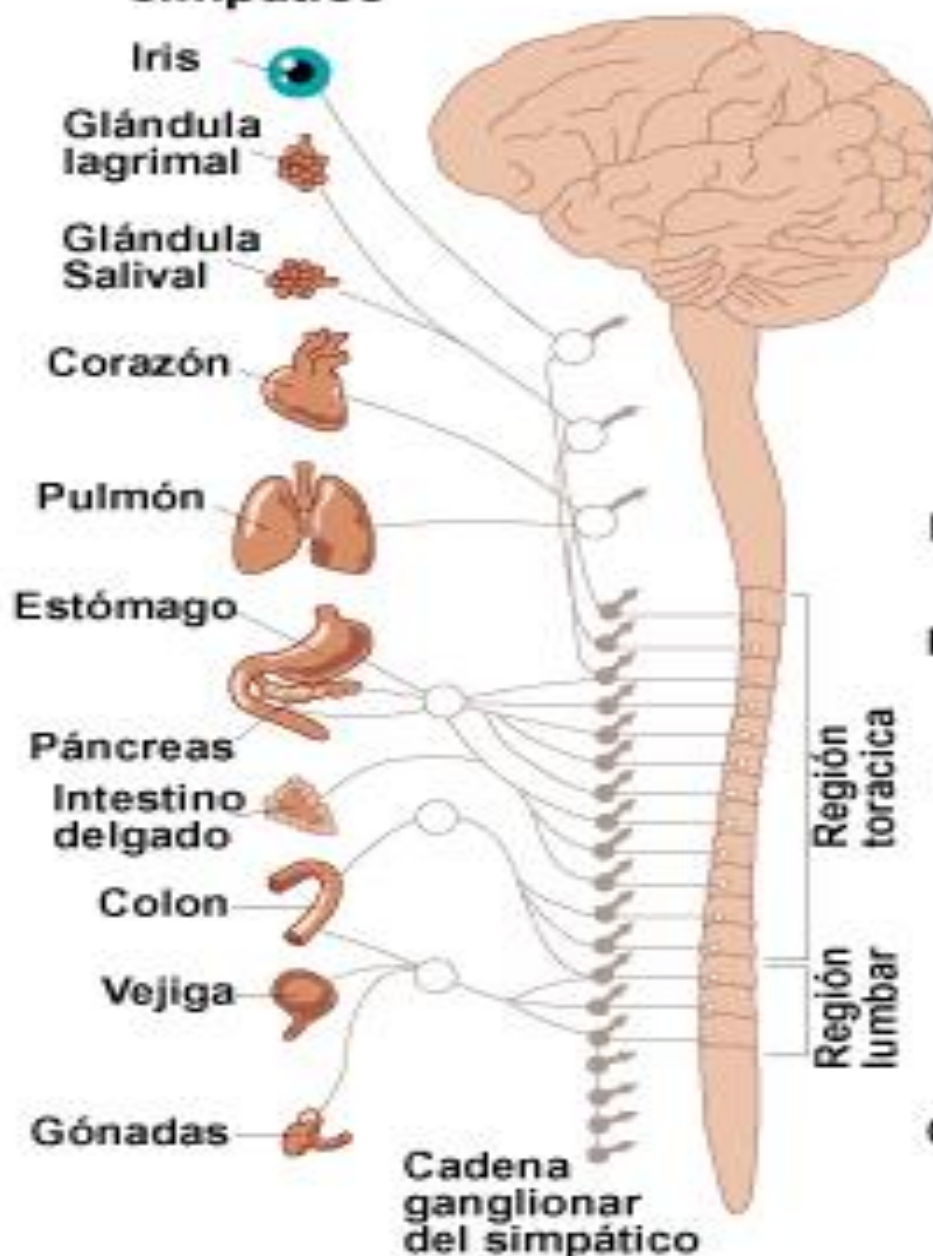
Uloga nervnog sistema u mišićnoj aktivnosti

- Nervni sistem upravlja svim funkcijama organizma i koordinira ih u jedinstven racionalan sistem.
- Nervni sistem usklađuje i odnos svih funkcija kao cjeline prema spoljašnjoj sredini.

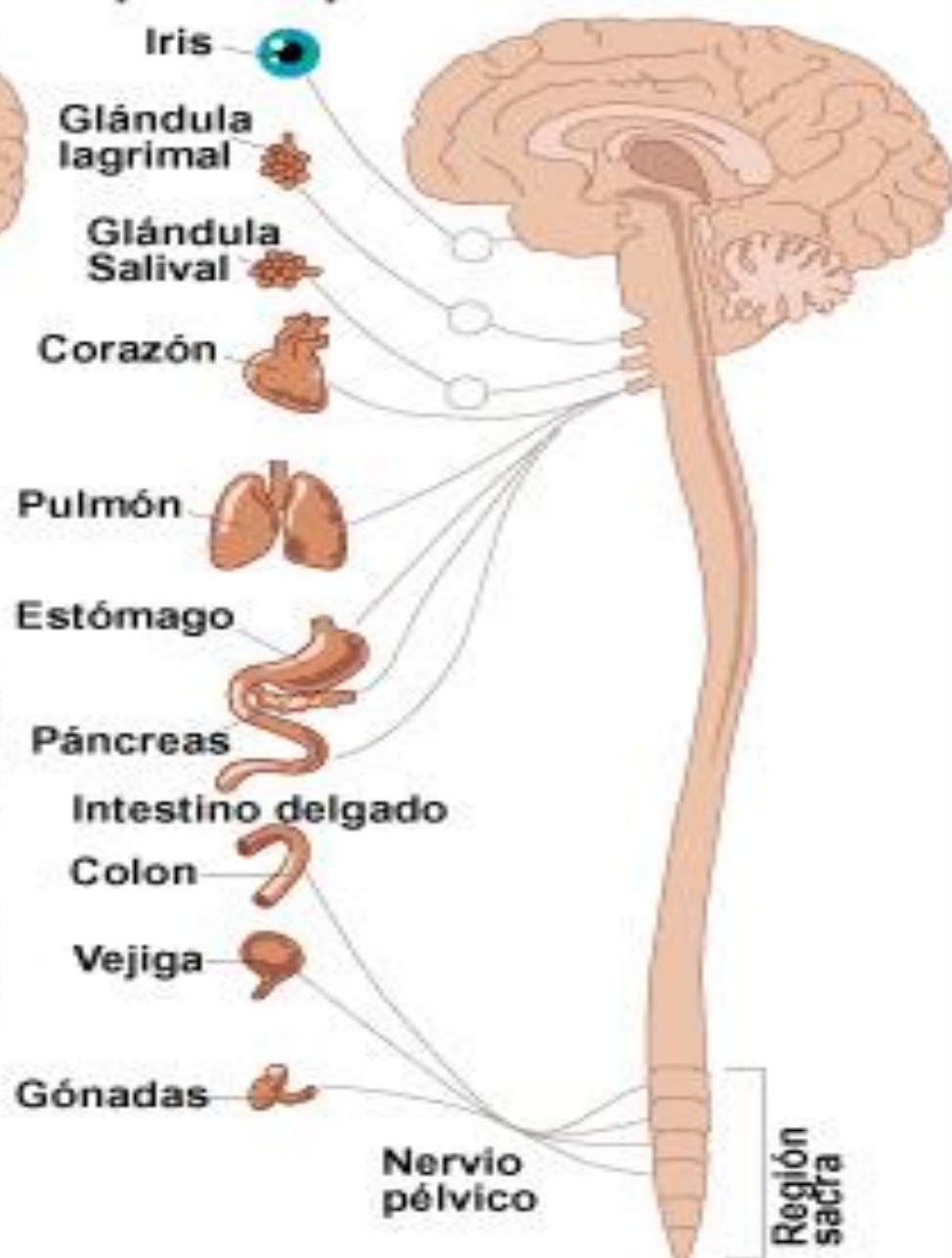
- Čisto anatomske posmatran, nervni sistem ima dva osnovna dijela: centralni i periferni.
- Centralni nervni sistem čine mozak i kičmena moždina, a periferni živci (nervi) koji centralni dio povezuju sa najudaljenijim segmentima tijela.
- Sa fiziološkog aspekta, međutim, nervni sistem se dijeli na **somatski** (animalni) i **autonomni** (vegetativni, viscelarni).
- Kako je već u prethodnom poglavlju rečeno, somatski nervni sistem inerviše skeletnu muskulaturu i pod uticajem je čovjekove volje, za razliku od vegetativnog koji je zadužen za rad unutrašnjih organa i van uticaja je volje.

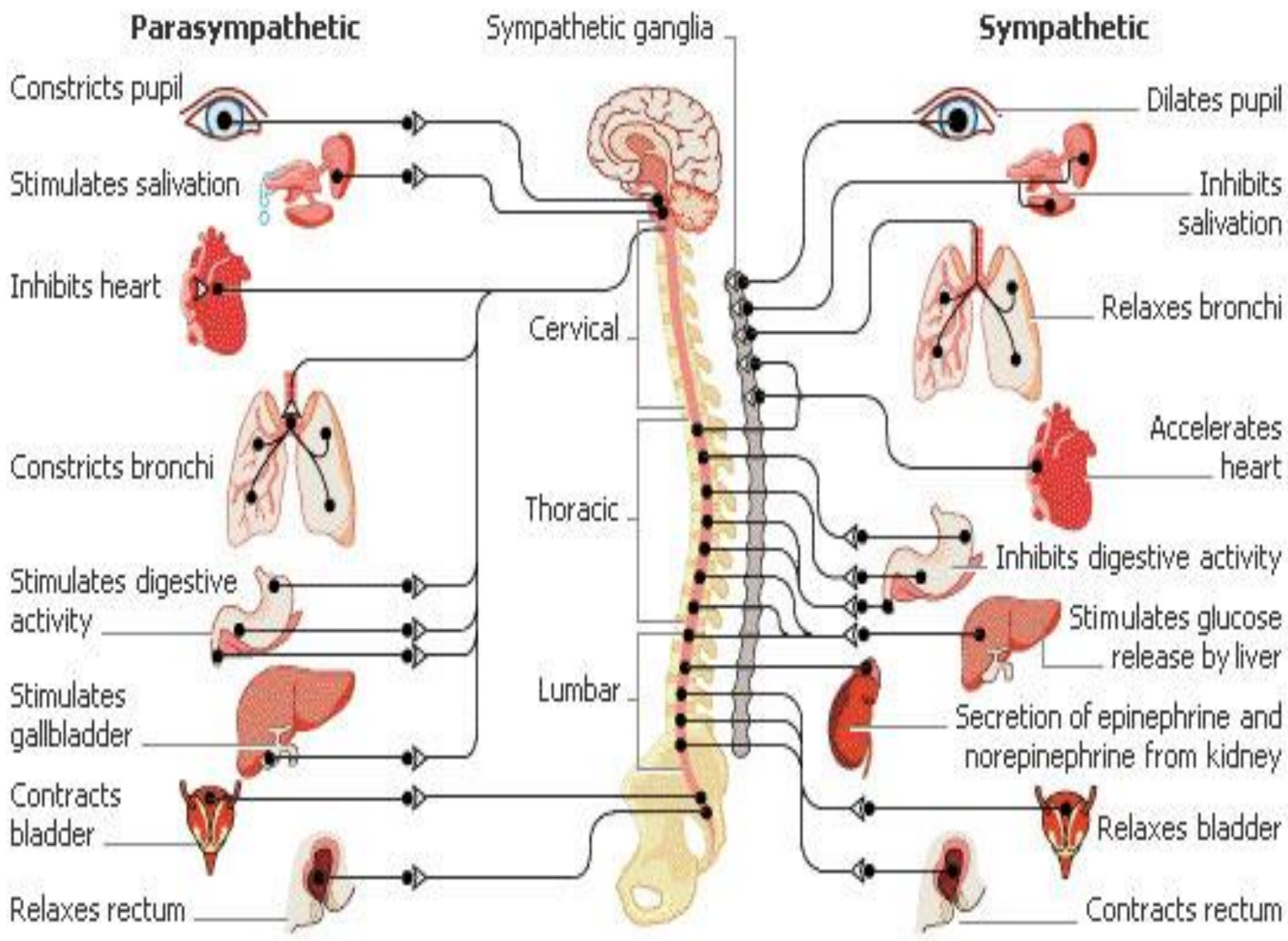
- Autonomni nervni sistem ima svoja dva antagonistička djela: **simpatikus** koji ubrzava vitalne funkcije (samim tim i metabolizam) i **parasimpatikus** koji usporava metabolizam, pomenute funkcije.
- Iako je van domašaja volje/autonomni nervni sistem od velike je važnosti u uslovima sportske borbe, s obzirom da je usklađenost aktivnosti pojedinih organskih sistema od presudnog značaja za biomotoričku efikasnost sportista.

▼ Sistema nervioso simpático



▼ Sistema nervioso parasimpático





Constricts pupil



Stimulates salivation



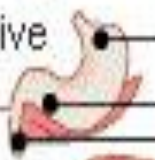
Inhibits heart



Constricts bronchi



Stimulates digestive activity



Stimulates gallbladder



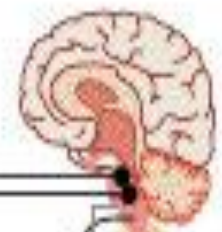
Contracts bladder



Relaxes rectum



Sympathetic ganglia



Cervical

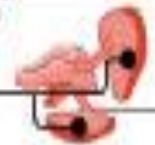
Thoracic

Lumbar

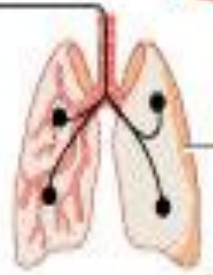
Sympathetic



Dilates pupil



Inhibits salivation



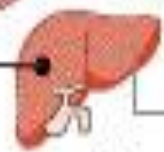
Relaxes bronchi



Accelerates heart



Inhibits digestive activity



Stimulates glucose release by liver



Secretion of epinephrine and norepinephrine from kidney



Relaxes bladder



Contracts rectum

- Nervni sistem sagrađen je od nervnog tkiva koje se, opet, sastoji od nervnih ćelija.
- Svaka nervna ćelija (neuron) ima tijelo (**soma**) i nastavke različite dužine.
- Kratki nastavci zovu se **dendriti**, a dugi akson (ili **neuriti**).
- Dendnti se završavaju vrlo blizu tijela i ovezuju ga sa susjednim nervnim ćelijama.

- S druge strane, aksoni su daleko duži (neki dostižu čak i jedan metar) i nešto manjeg promjera (debljine).
- Njihova uloga je da nervne centre povezuju sa periferijom i prenose nervne impulse u oba smjera.
- U odnosu na smjer impulsa, razlikuju se tzv. *eferentni aksoni* koji signale prenose od nervnih centara ka organima efektorima i *aferentni akson* koji signale u vidu različitih draži prenose od periferije ka nervnim centrima.

Refleksni luk i nevoljni pokret

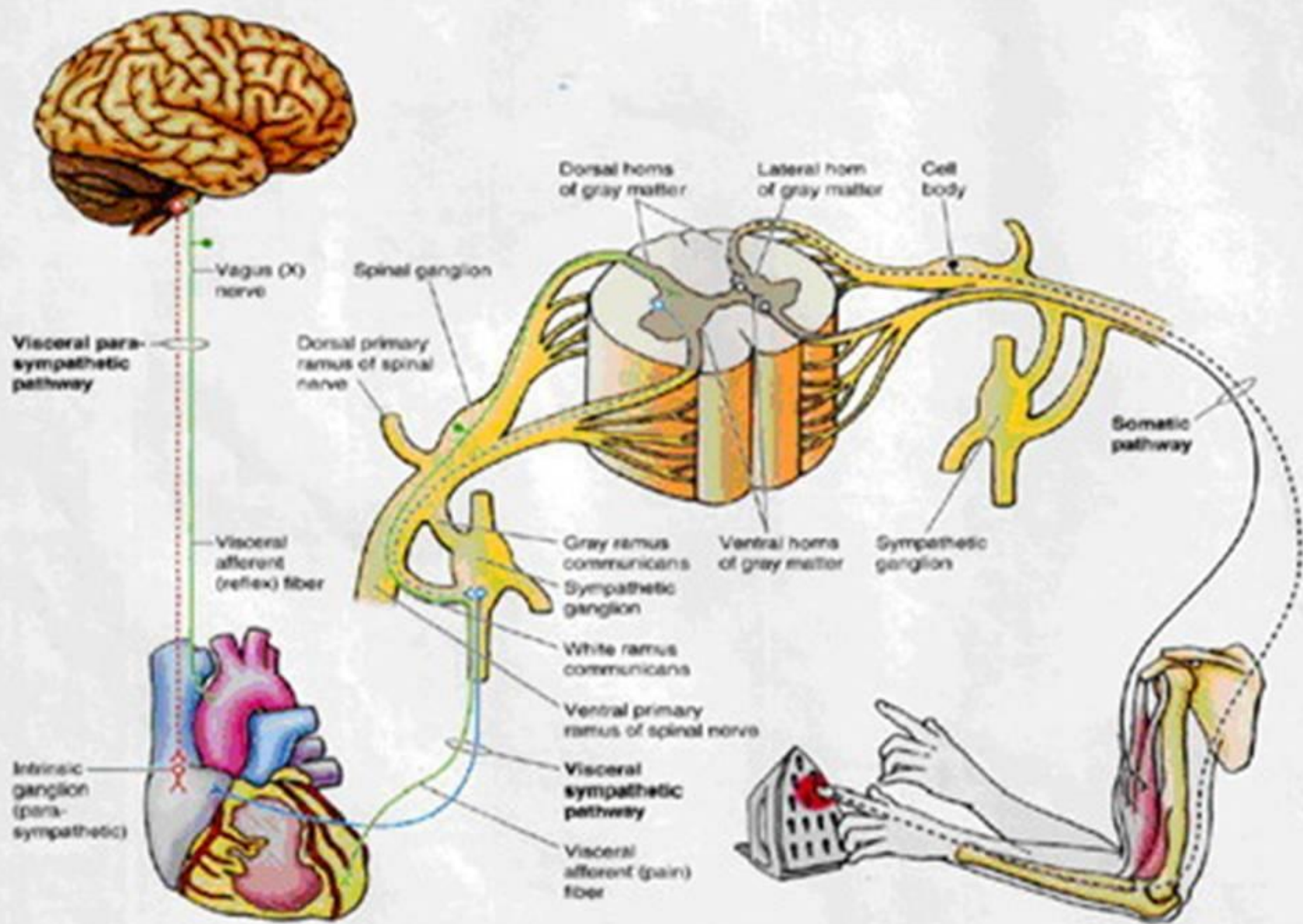
- Osnovna funkcionalna jedinica nervnog sistema je refleksni luk.
- Veliki dio mišićne aktivnosti odvija se pod refleksnom kontrolom.
- Refleks se može definisati kao odgovor efektor na nadražaj receptora uz učešće centralnog nervnog sistema.

- ***Osnovni elementi refleksnog luka su:***
- (1) receptor,
- (2) aferent (ili senzorni) akson,
- (3) centar refleksa (u kontroli lokomocije riječ je o motornim neuronima),
- (4) eferentni (ili motorni) akson i
- (5) efektor (u slučaju lokomotorne aktivnosti efektori su mišići).

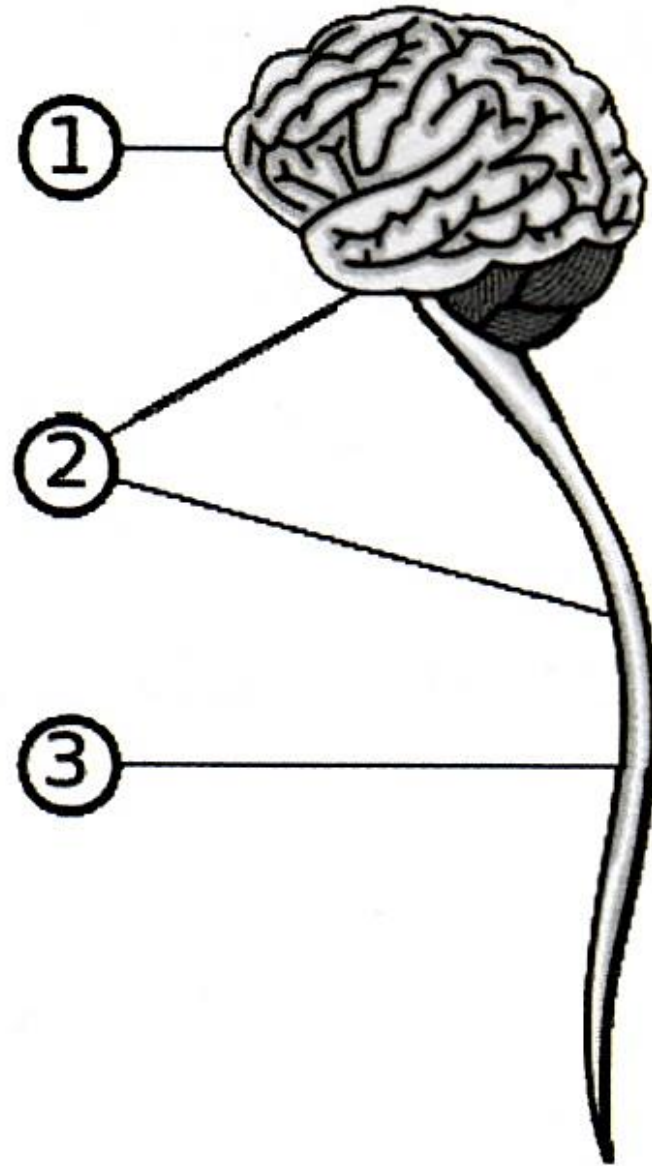
- Ovakao predstavljeni, jednostavni, refleksni luk veoma je rijedak i susreće se samo kod miotatičkog refleksa (refleks na istezanje mišića).
- Njega, dakle, obrazuju samo po jedan aferentni i eferentni akson gradeći samo jedan nervni spoj, odnosno, sinapsu.
- Otuda se taj najjednostavniji oblik refleksnog luka često naziva i monosinaptički.

- Ljudska motorika zasnovana je prevashodno na složenim refleksima budući da pokret mogu izazvati vrlo različiti nadražaj i (u sportskim aktivnostima to je kretanje protivnika, kretanje saigrača, položaj sprava i rekvizita kojima se sportista služi itd.)
- Osim toga, ni odgovori efektoru nisu jednostavne, pojedinačne kretnje, već, naprotiv, vrlo složene motorne radnje u kojima neke mišićne grupe djeluju kao sinergisti, a druge kao antagonisti.
- Njihovo dejstvo mora biti usklađeno, što se postiže funkcionisanjem nervnog sistema

- Veliki dio mišićne aktivnosti obavlja se refleksnom kontrolom. Refleks se najjednostavnije definiše kao nevoljno motorno reagovanje na dati stimulus.
- To može slikovito da se prikaže kao automatsko, bez razmišljanja, reagovanje na dodir vrele površine.
- U svom najjednostavnijem vidu refleks se sastoji od pražnjenja iz završetka senzornog nerva, koji se naziva receptor ili senzorni organ, čiji se impulsi prenose preko senzornog nervnog vlakna od sinapse, ili spoja, u kičmenoj moždini sa motornim neuronom
- Kada je motorni neuron podstaknut na pražnjenje, impulsi se prenose preko njegovog aksona do efektor (mišića ili žlijezde), izazivajući refleksni odgovor. *Senzorni put je aferentan, a motorni put je eferentan.*



- *Motorni neuroni za refleksnu kontrolu skeletnih mišića čovjeka smješteni su u sivoj masi kičmene moždine. Siva masa zauzima središnji dio moždine i ima dva para rogova (prednje i zadnje) od kojih polaze kičmeni (spinalni) živci (nervi).*



Ljudski motorni sistem

Mozak

Upper motor neurones

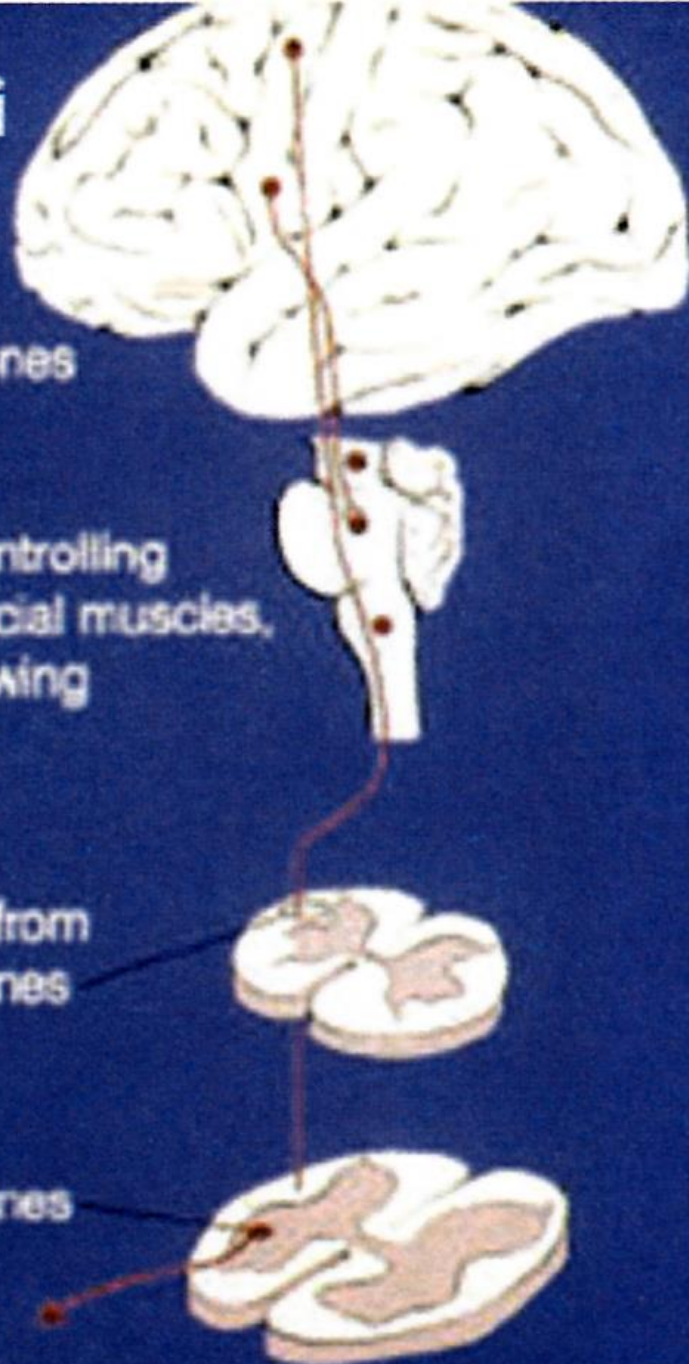
Motor neurones controlling eye movements, facial muscles, speech and swallowing

Corticospinal tract from upper motor neurones

Lower motor neurones

Limb muscles and breathing muscles

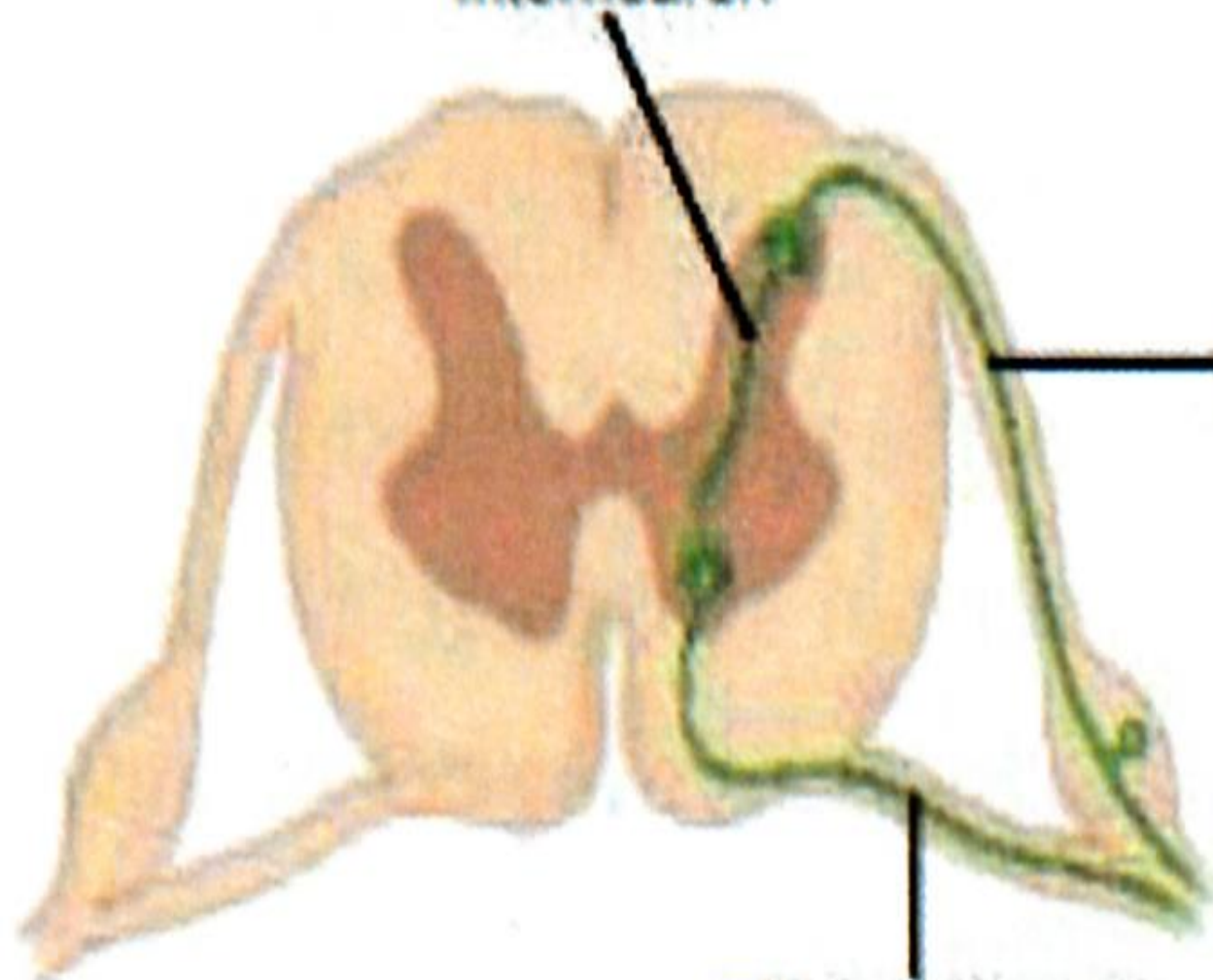
Kičmena moždina



Interneuron

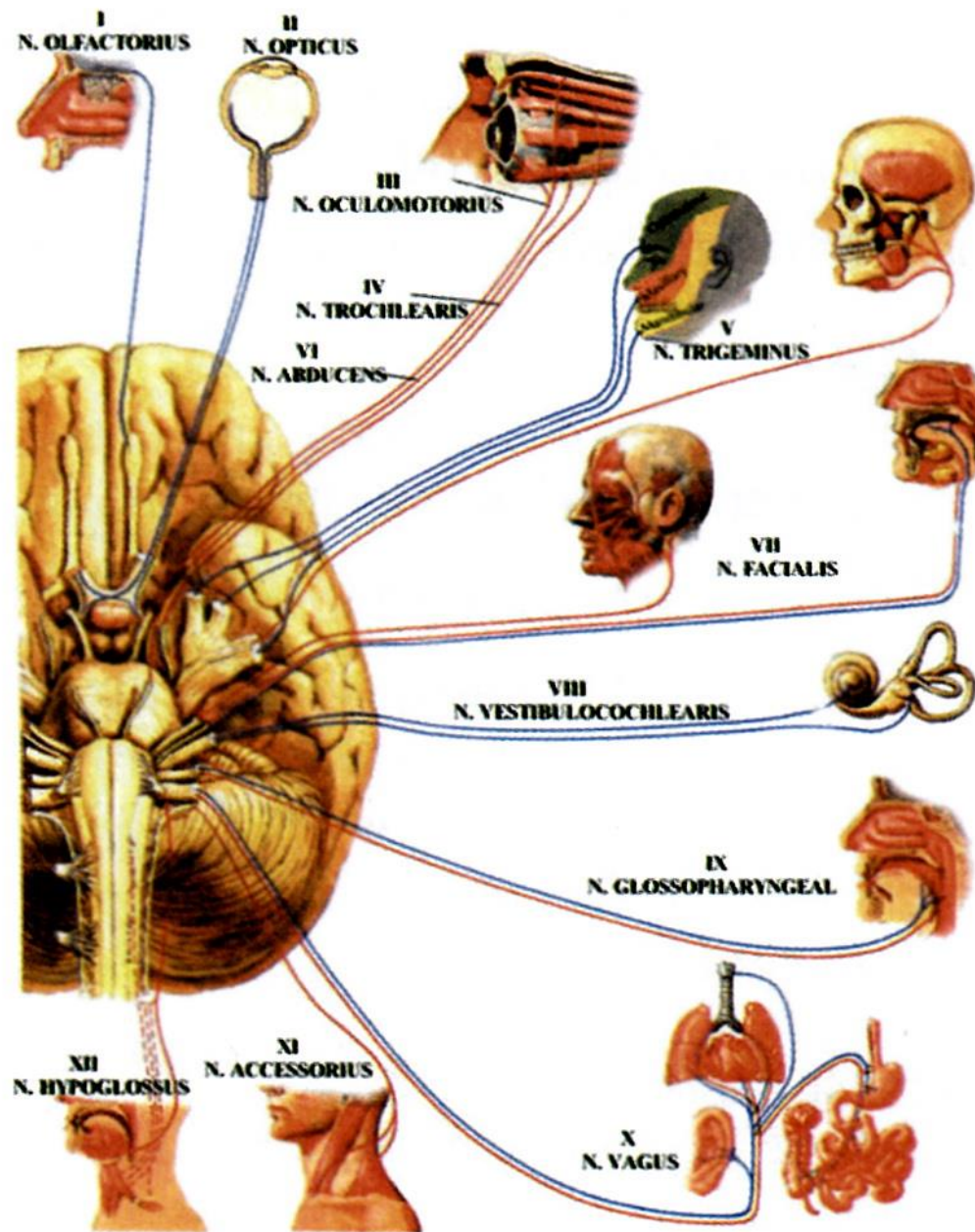
Afferent neuron

Efferent neuron



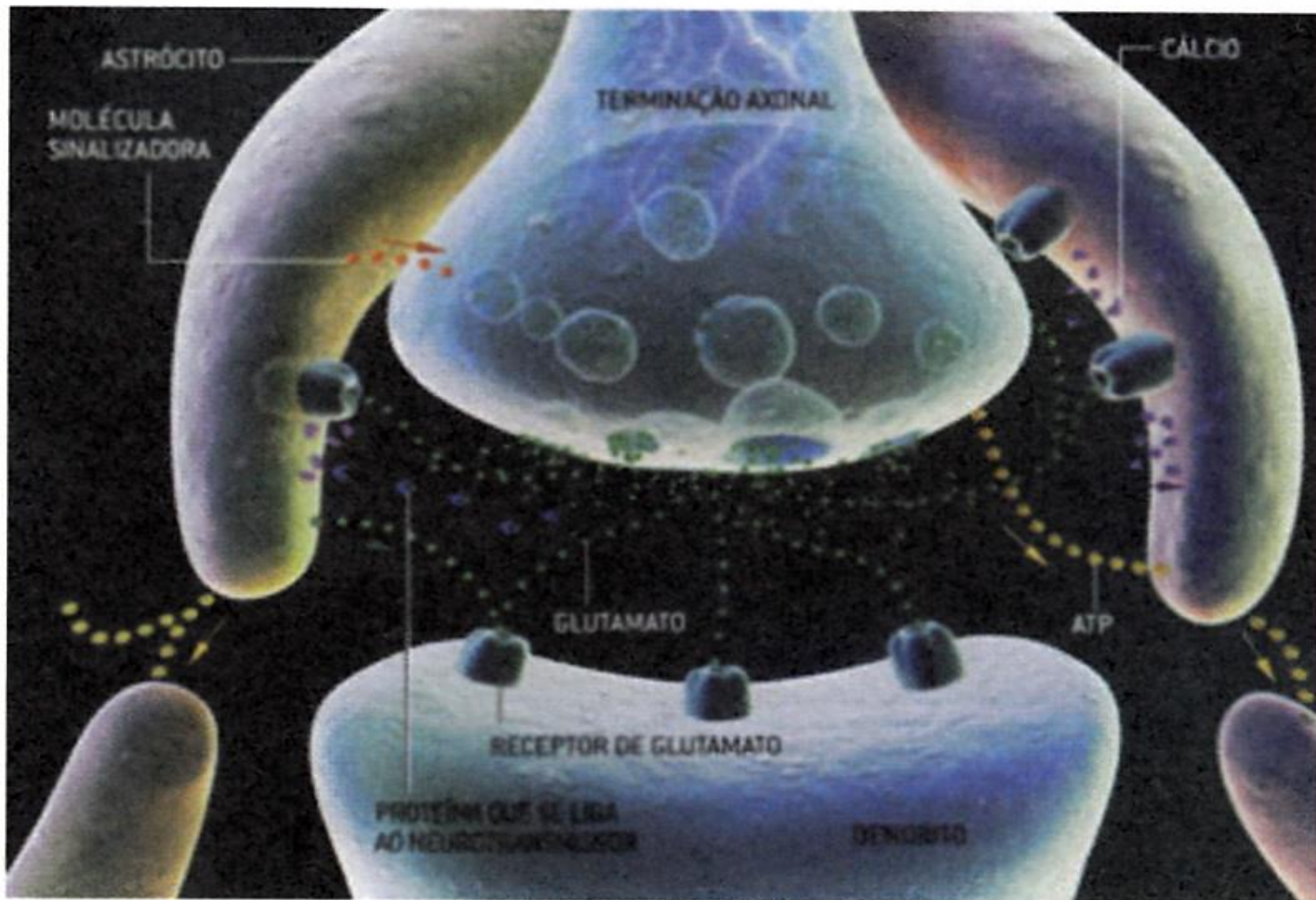
- *Motorni neuroni za refleksnu kontrolu skeletnih mišića čovjeka smješteni su u sivoj masi kičmene moždine.*
- *Siva masa zauzima središnji dio moždine i ima dva para rogova (prednje i zadnje) od kojih polaze kičmeni (spinalni) živci (nervi).*

- *U organizaciji grčenja mišića učestvuju različiti dijelovi centralnog nervnog sistema, no neposrednu vezu sa mišićima imaju tzv. niži nervni centri koji se nalaze u prednjim rogovima kičmene moždine.*
- *Tu se nalaze raspoređeni motoneuroni, čiji dugi kraci, aksioni, su usmjereni prema mišićima trupa i udova i završavaju se u njima, račvaju se.*



Slika 5-10. Moždani ili kranijani nervi (nn. craniales) sa inervacionim regijama

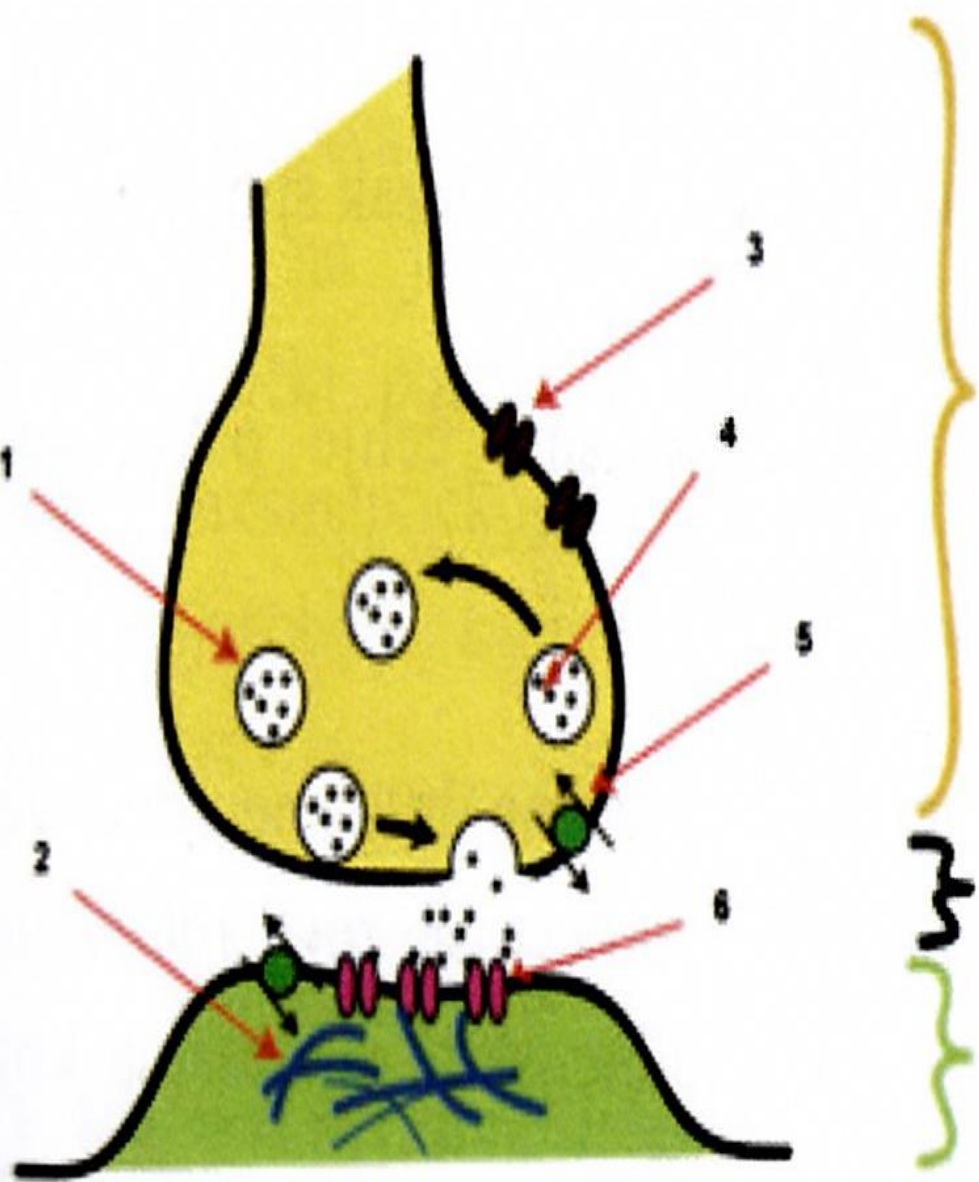
- *Sem motoneurona mišiće razdražuju i tzv. senzitivni nervi. Njihovi završeci su povezani sa senzibilnim priborom - proprioceptorima u mišićima, preko kojih su "informisani" o izmjeni stanja mišićnog vlakna - njihovom skraćanju ili rastezanju.*
- *Ta informacija može da ih "uzbudi" i da preko centralnog nervnog sistema izazovu refleksno grčenje mišića ili, pak, njihovo opuštanje.*
- *Završetak motoneurona, koji ulazi u mišić, sjedinjuje se s mišićnim vlaknom posredstvom specijalnog "graničnog prelaza" - sinapse.*



Slika 5-3. Šematski prikaz sinapse

- *Svaka sinapsa sastoji se iz membrane nervnog završetka, presinaptičke membrane, membrane mišićnog vlakna, postsinaptične membrane i uzane pukotine nazvane sinaptička pukotina.*
- *Uzbuđenje, koje motoneuron nosi u vidu električnog impulsa, prelazi na mišić posredstvom jedne hemijske materije- acetilholina.*
- Kada, naime, nervni impuls dospije do nervnog završetka, iz vezikula se izliva pomenuti acetyl-holin i dopijeva na površinu sarkoleme (opna mišićnog vlakna) izazivajući promjenu postojećeg naelektrisanja koje svojim rasporedom određuju joni natrijuma i kalijuma.

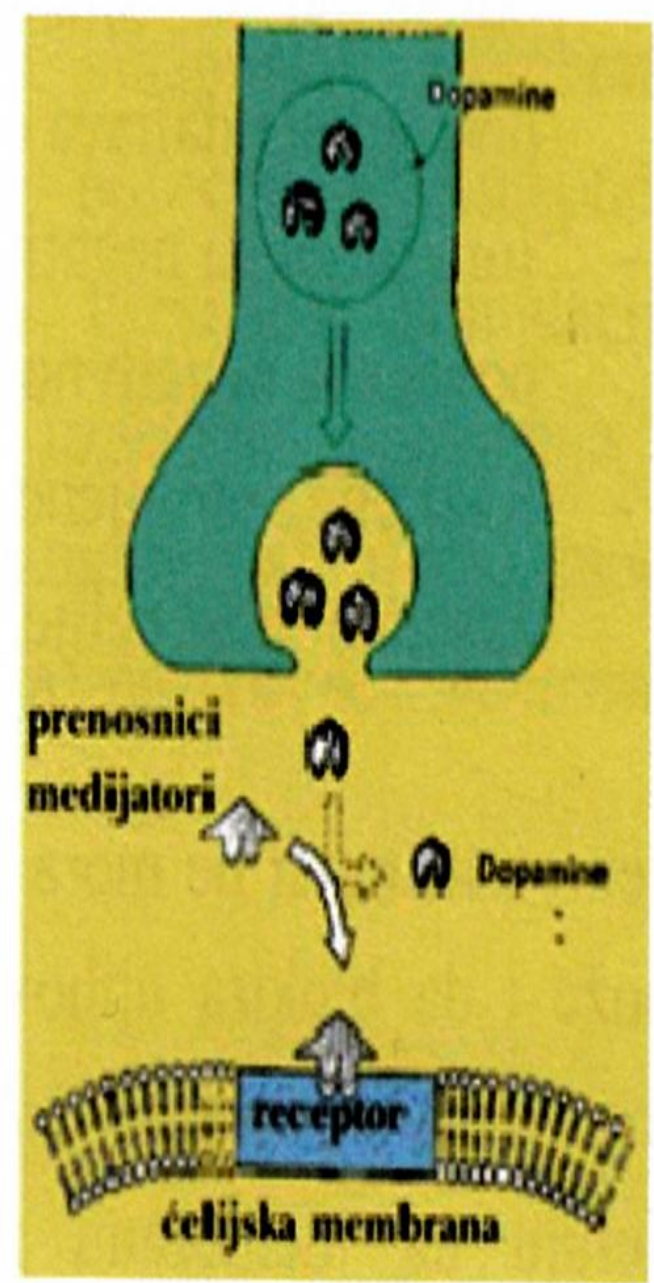
- Kada acetil-holin, pod dejstvom nervnog impulsa, prodre kroz sarkolemu u mišićno vlakno i veže se za specifične receptore, dolazi do pada napona što aktivira jone natrijuma i kalijuma koji otpuštaju svoje elektrone.
- Ta trenutna promjena naelektrisanja izaziva tzv. depolarizaciju čija posljedici je stvaranje akcionog nervnog potencijala kojim aktivira otpočinje mehanička promjena mišića , tj. kuplovanje"

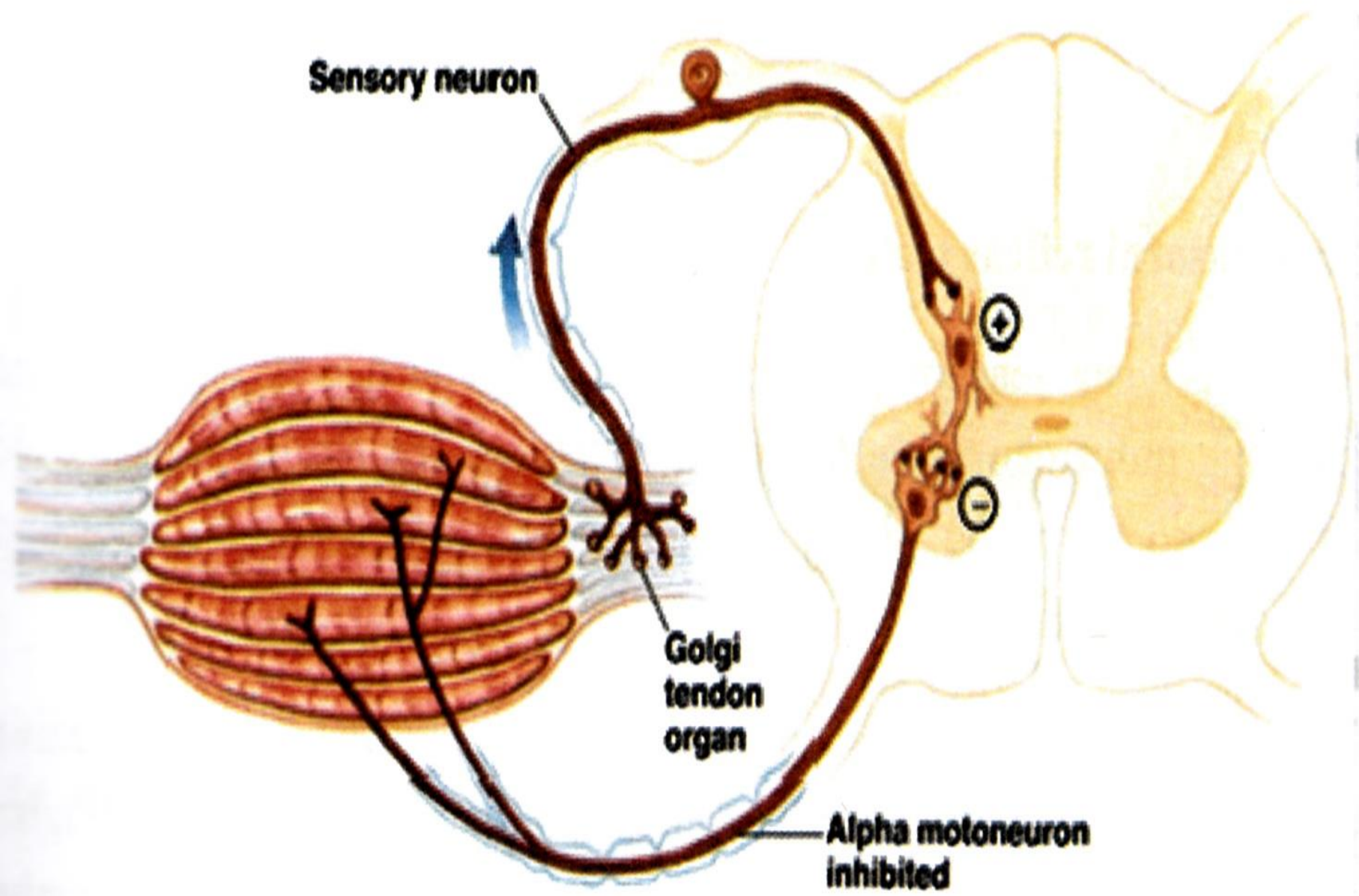


A

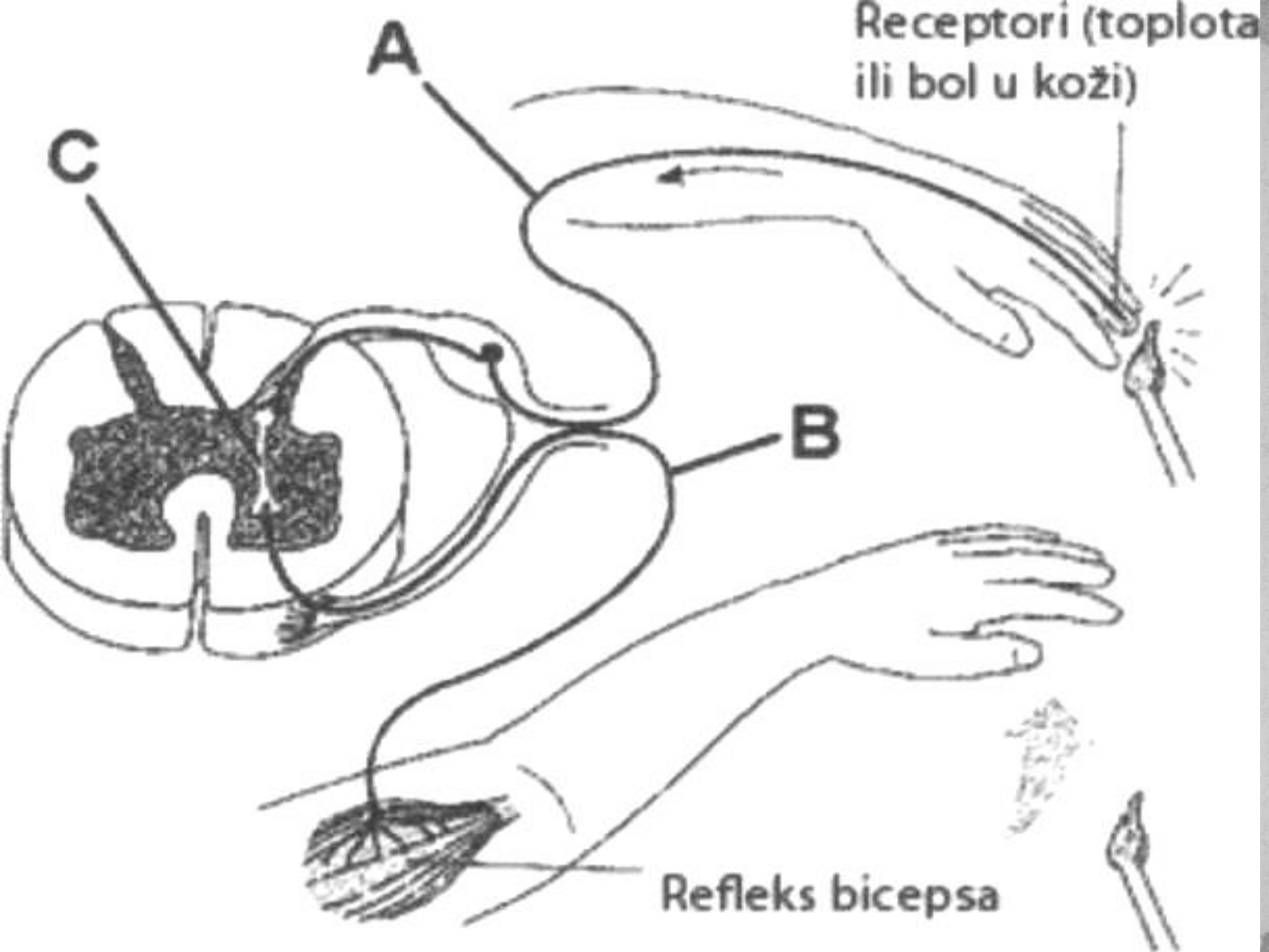
B

C



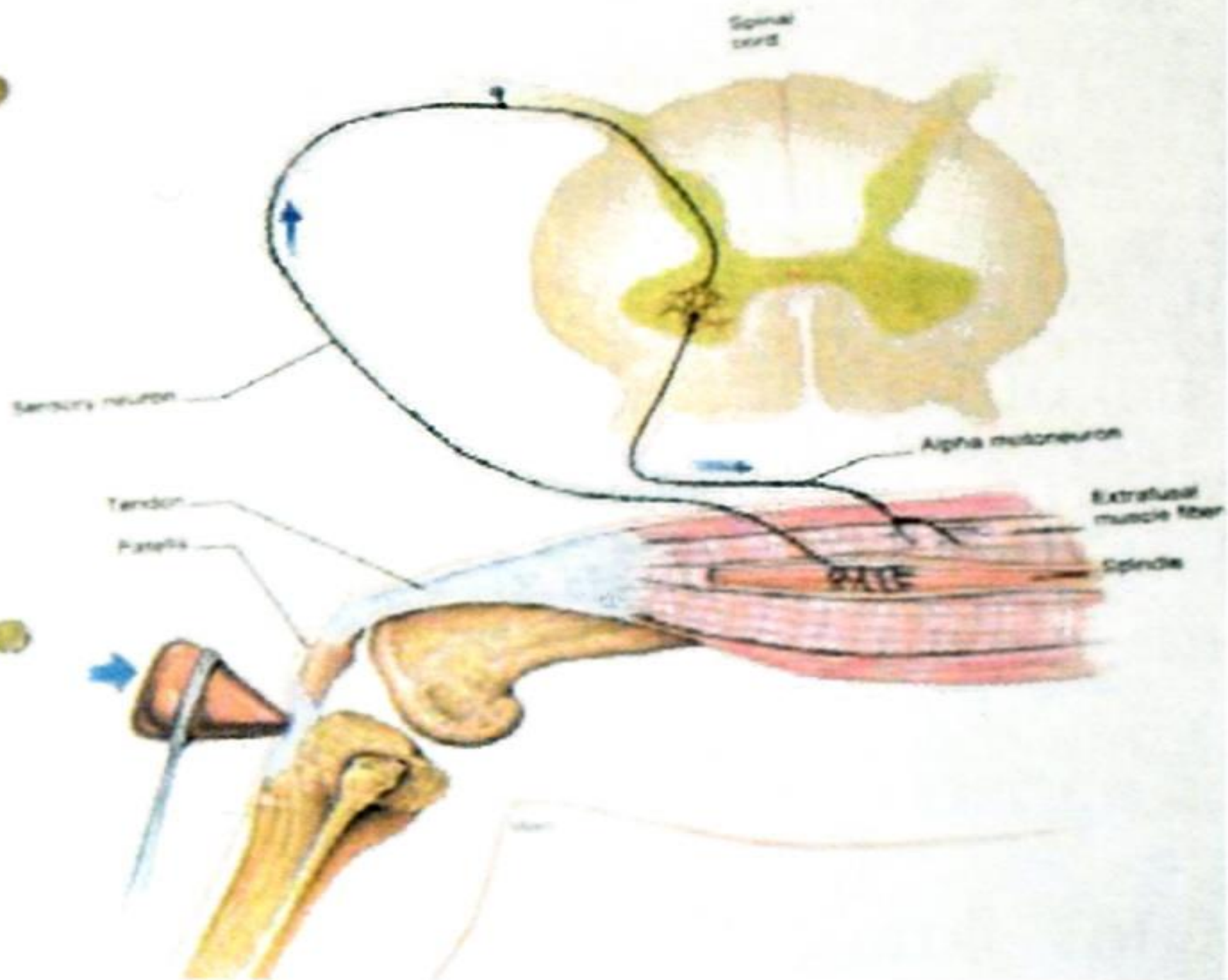


Receptori (toplota ili bol u koži)



Refleks bicepsa

- Sve strukture i procesi vezani za mehanizam kontrakcije aktiviraju se kao posljedica pojave razdraženja duž sarkoleme.
- U realnim fiziološkim uslovima (in vivo) ovaj potencijal nastaje kao rezultat dolaska nervnih impulsa iz alfa motornih neurona na neuromuskularnu sinapsu.
- Do svakog mišićnog vlakna, naime, dolaze ogranci motornih neurona.
- Pod dejstvom nervnog impulsa dolazi do pobuđivanja, ili tzv. ekscitacije, mišićnih vlakana.
- Ekscitacija se karakteriše pojavom akcionog nervnog potencijala čime se stvaraju se uslovi za mišićnu kontrakciju, čiji je krajnji efekat mehanička promjena dužine mišićnog vlakna.



- Prva faza kontrakcije (vrijeme od pojave akcionog nervnog potencijala do početka kuplovanja) je dva do tri puta kraća od druge faze (trajanja mehaničke promjene mišića). Ukupno vrijeme kontrakcije je različito za pojedine mišiće.
- Tako postoje izrazito brzi mišići sa vremenom kontrakcije kraćim od 50 milisekundi, kao i oni spori čije vrijeme kontrakcije prelazi 120 milisekundi. Enoka (1994) navodi podatke o vremenu proste kontrakcije za pojedine mišiće označavajući ih kao brze, srednje brze i spore:

- mastikatorni miši 40 msec (brza)
- mišići šake i stopala 50-60 msec (brza)
- m.biceps brachi 70 msec (srednja)
- m.gastrocnemius 100 msec (spora)
- m.soleus 120 msec (spora)

- Veličina kontrakcije cijelog mišića varira u zavisnosti od još jednog važnog faktora-broja **uključenih motornih jedinica**.

- Pri svemu ovome vrlo važno je naglastiti da se u svakom datom momentu razdraži samo jedan broj motoneurona, koji inerviraju "svoja" mišićna vlakna.
- Poslije dolazi do zamjene uključenih jedinica drugim, odmornim motornim jedinicama.
- Samo vrlo velika mišićna naprezanja mogu izazvati uključenje najvećeg mogućeg broja motornih jedinica, koje ulaze u sastav mišića.
- Mogućnost uključivanja maksimalno mogućeg broja motornih jedinica u mišićima direktno zavisi od stepena treniranosti jednog mišića.
- Ovaj podatak je i te kako važan i jedan od vodećih činilaca koji određuju metodiku vježbanja na razvijanju mišićne mase i snage.

- *Sistem koordinacije djelatnosti mišića je vrlo složen.*
- *On počinje receptorima, aferentnim neuronima (koji predaju signale s periferije u centralni nervni sistem), neuronima centralnog nervnog sistema (koji analiziraju, ocjenjuju dobijenu informaciju i formiraju odgovarajuću reakciju), eferentni neuroni (koji nose impulse iz centralnog nervnog sistema ka periferiji) i na kraju mišići.*

- *Pri tome su posebno složeni oni procesi koji se odvijaju u centralnom nervnom sistemu.*
- *To su procesi koordinacije: uključivanje u rad samih onih mišića koji treba da izvedu pojedini pokret, kako njihovu djelatnost ne bi ometao rad drugih mišićnih grupa ili neki drugi procesi.*

- *Djelatnost centralnog nervnog sistema se obezbjeđuje, u osnovi, pomoću dva procesa međusobno suprotna: razdraženja i inhibicije (kočenja).*
- *Pomoću njih se obezbjeđuje takozvana recipročna inervacija - da se istovremeno jedna mišićna grupa skrati, a druga, sa suprotne strane tijela koja bi to skraćenje mogla da omete, opusti.*
- *Sadejstvo između razdraženja i kočenja obavlja se, u vrlo složenim varijantama, između cijelog sistema nerava koji se nalaze na različitim nivoima centralnog nervnog sistema.*

• **HVALA NA PAŽNJI !**