

BOLEST

Ivana Hradilová Svíženská

- ❑ BOLEST je protektivní modalita
- ❑ International Association for the Study of Pain (IASP):
„Bolest je nepříjemný smyslový a pocitový zážitek multidimenzionálního rázu ve spojení se skutečným nebo potencionálním poškozením tkáně anebo je v termínech takového poškození popisován.“
- ❑ Práh bolesti: minimální intenzita, při které je podnět vnímán jako bolest, ovlivněn pohlavím, genetickými vlivy, výchovou, psychikou



Nociceptory

- ❑ reagují pouze na stimuly, které poškozují nebo mohou poškodit tkáň
- ❑ jsou aktivovány škodlivými mechanickými, tepelnými nebo chemickými stimuly
- ❑ volná nervová zakončení v kůži, svalech, kloubech, kostech i ve vnitřních orgánech

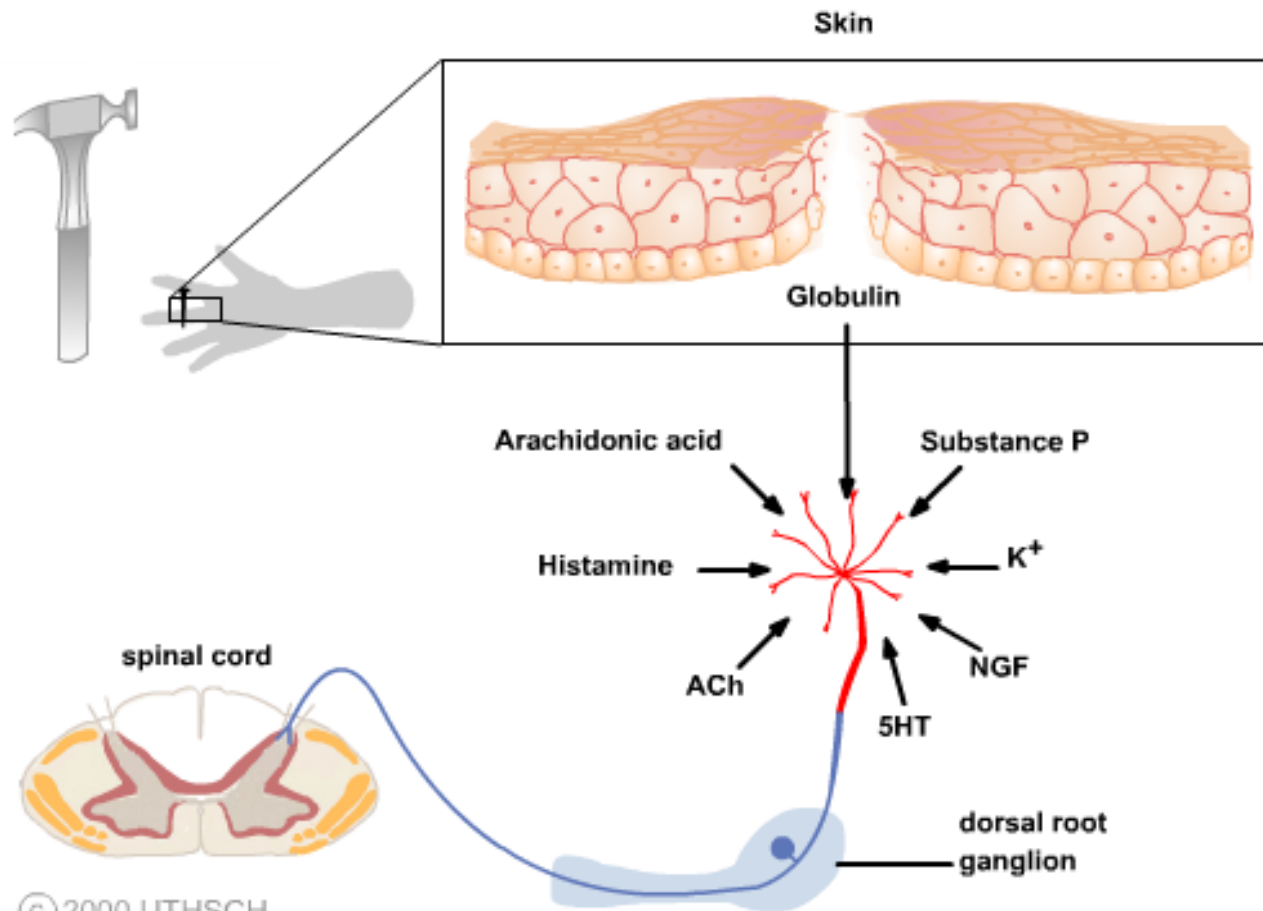


Nociceptory v kůži

- A δ a C mechanosenzitivní nociceptory
- A δ mechanotermické nociceptory I a II
- C mechanotermické nociceptory
- C termické nociceptory
- polymodální C nociceptory - reagují na mechanické, tepelné i chemické stimuly
- „spící“ nociceptory (MIA = mechanically insensitive afferents)- reagují po zánětu nebo poškození tkáně



Faktory aktivující nociceptory

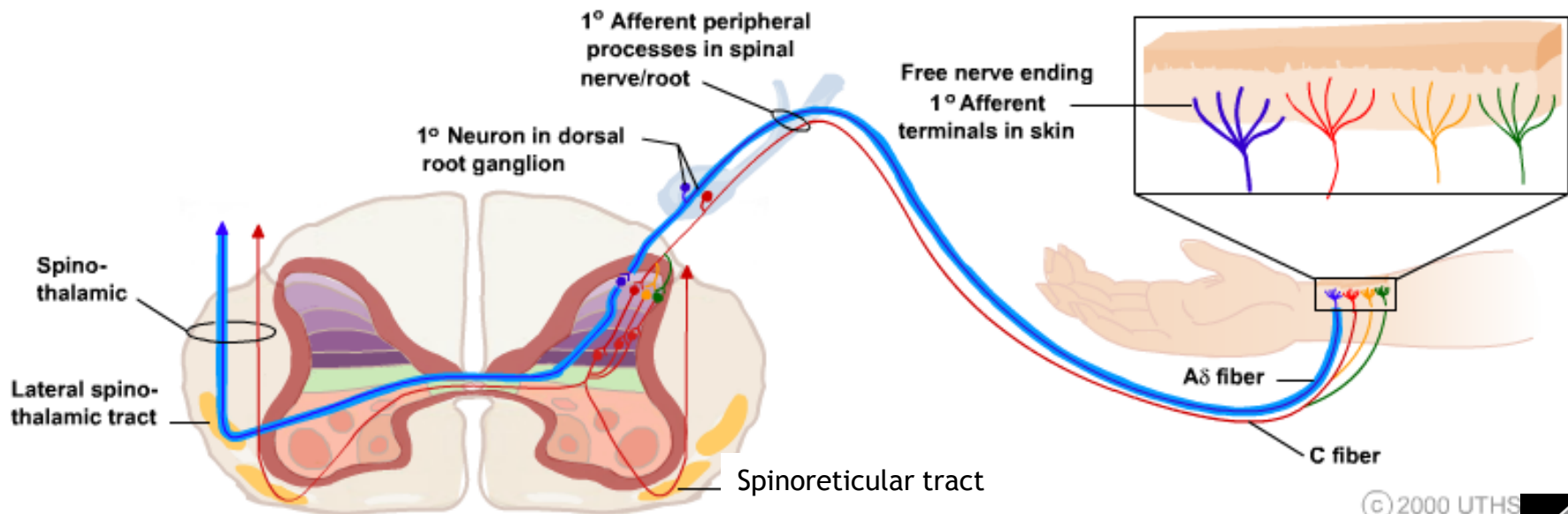
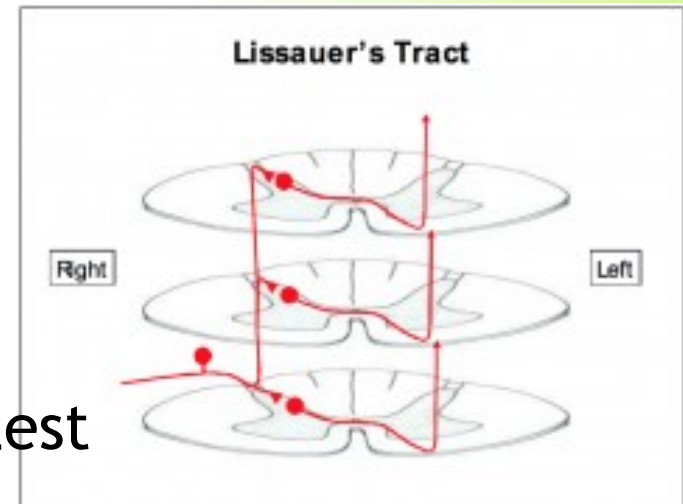


- ❑ **Periferní senzitivace**
- ❑ **Centrální senzitivace** = zvýšená excitabilita neuronů spinální míchy
 - **hyperalgézie** - přehnaná nebo prodloužená reakce na škodlivé stimuly
 - **alodynies** - bolest indukovaná normálně nebolestivými stimuly



Nociceptivní aferenty

- ❑ A δ vlákna - slabě myelinizovaná
 - ostrá, lokalizovaná bolest
- ❑ C vlákna - nemyelinizovaná
 - tupá, nepřesně lokalizovaná bolest



© 2000 UTHS



Dráhy bolesti z trupu a končetin

PALEOSPINOTALAMICKÁ DRÁHA

- ❑ tr. spino-reticulo-thalamicus
 - difúzní, nepřesně lokalizovaná b.
 - autonomní a reflexní reakce na bolestivé stimuly
 - emoční reakce na bolest
 - intralaminární jádra talamu
 - gyrus postcentralis, insula a gyrus cinguli

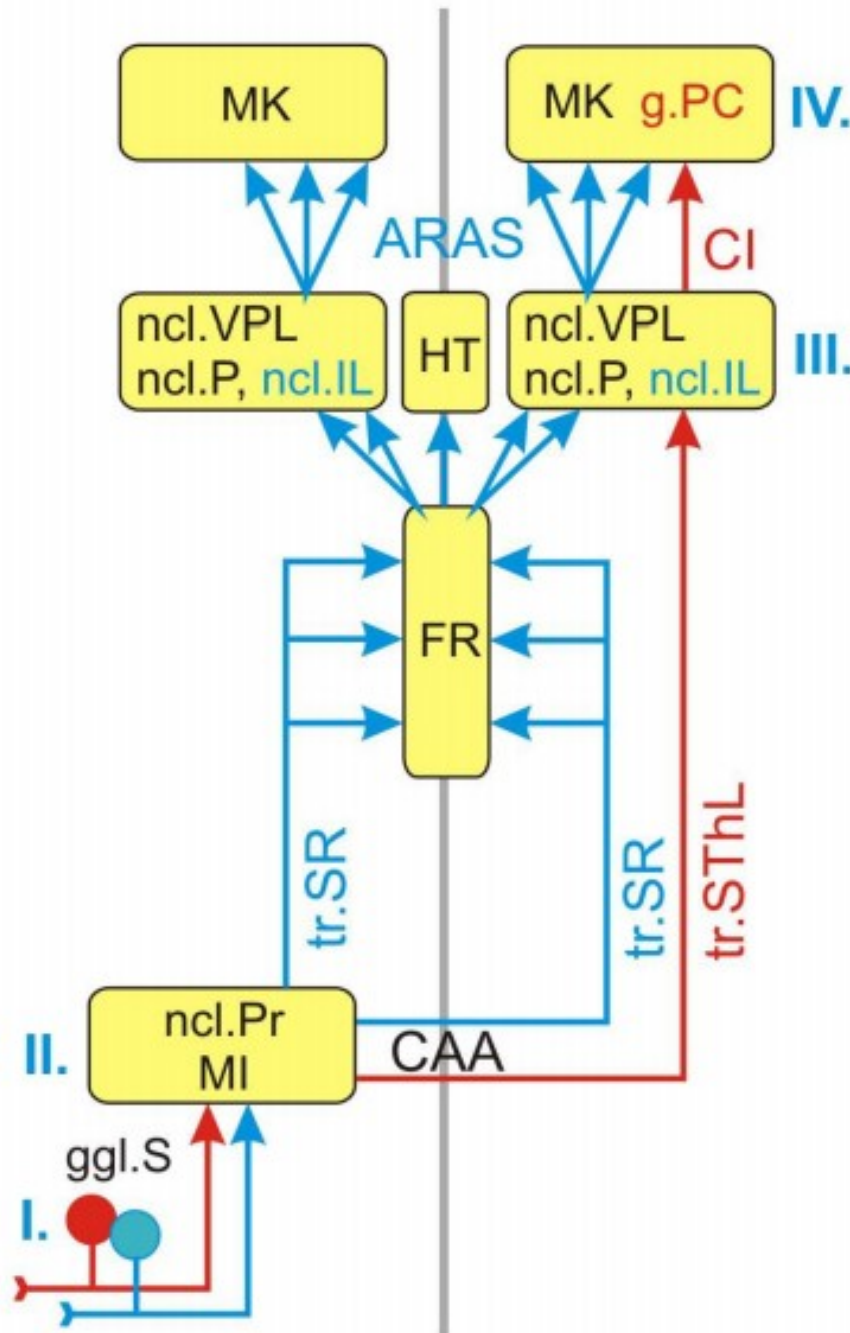
NEOSPINOTALAMICKÁ DRÁHA

- ❑ tr. spino-thalamicus lat.
 - ostrá, lokalizovaná b.
 - ncl.ventralis posterolateralis (VPL) a posterior talamu
 - gyrus postcentralis

Cortex

Thalamus

Medulla spinalis



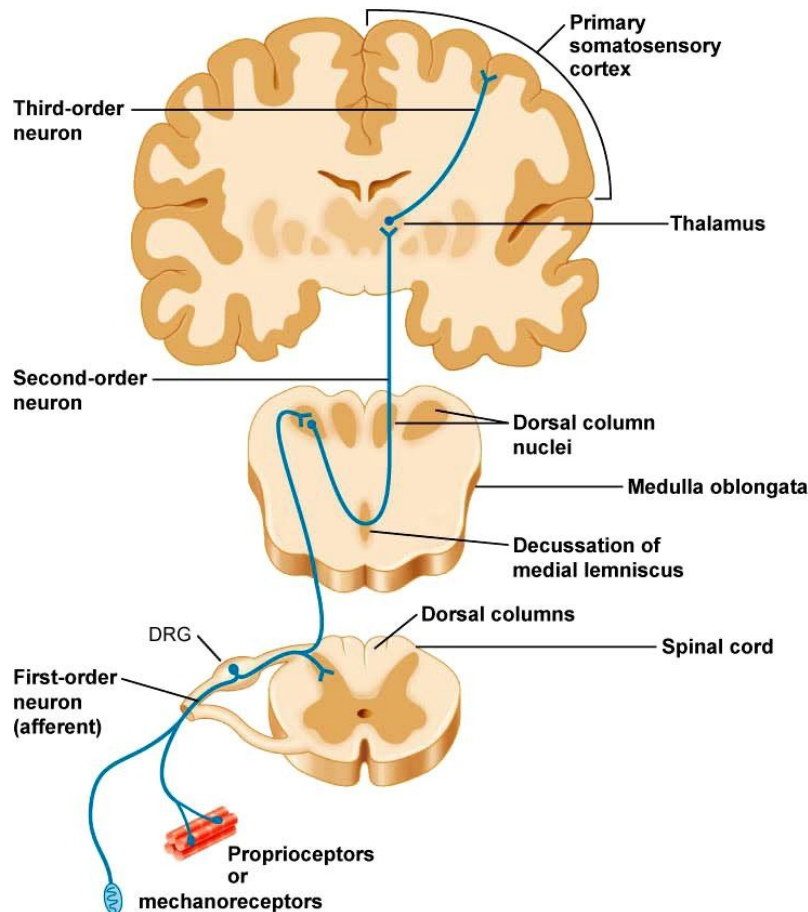
Paleospino-
talamická
dráha

Neospino-
talamická
dráha



Dráha viscerální bolesti

TR. SPINOBULARIS (f. gracilis a cuneatus) -
TR. BULBOTHALAMICUS - TR. THALAMOCORTICALIS



- ❑ tupý charakter, delší trvání, rozsah je špatně ohraničitelný, spojená často s autonomními fenomény



Dráhy bolesti z obličeje

TRACTUS TRIGEMINO-RETICULO- THALAMICUS

- ❑ difúzní, špatně lokalizovaná bolest

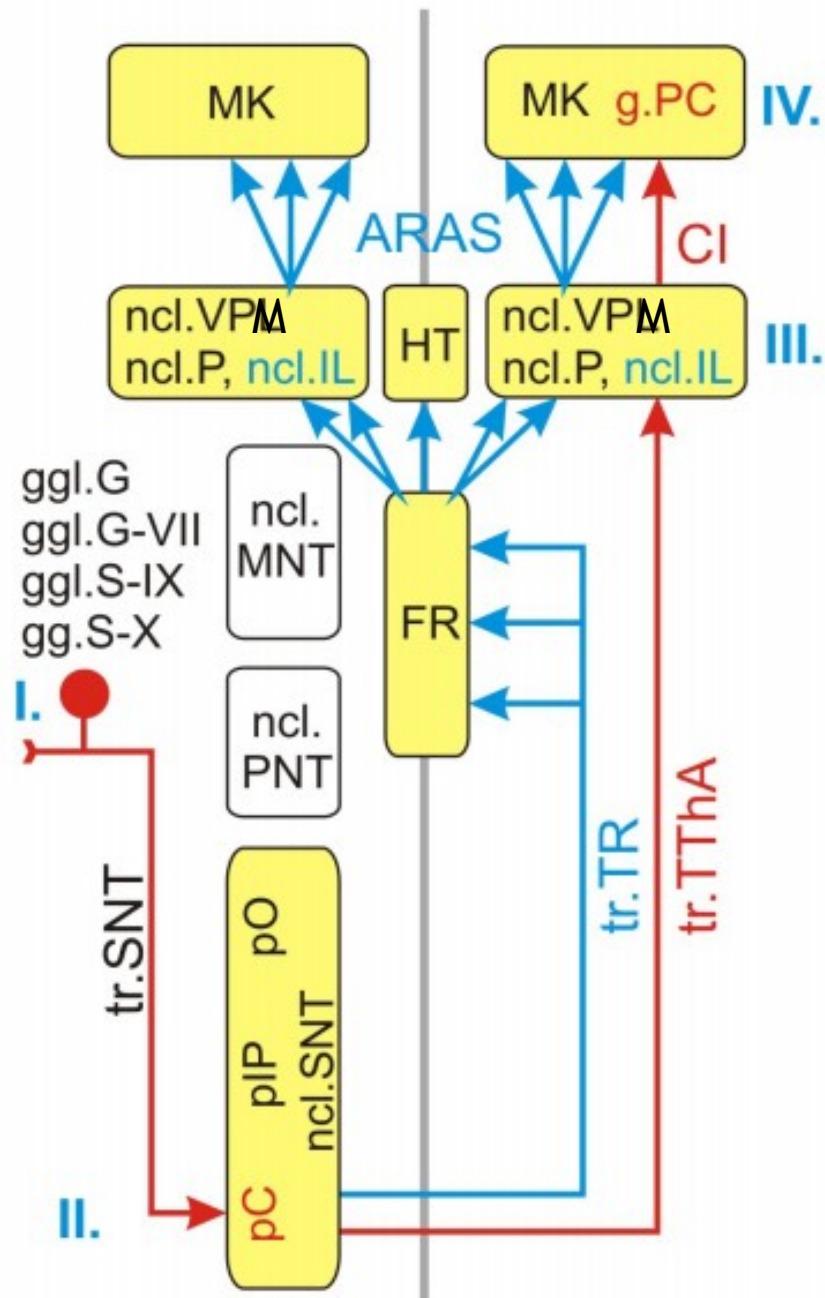
TRACTUS TRIGEMINO- THALAMICUS ANTERIOR

- ❑ ostrá, lokalizovaná bolest

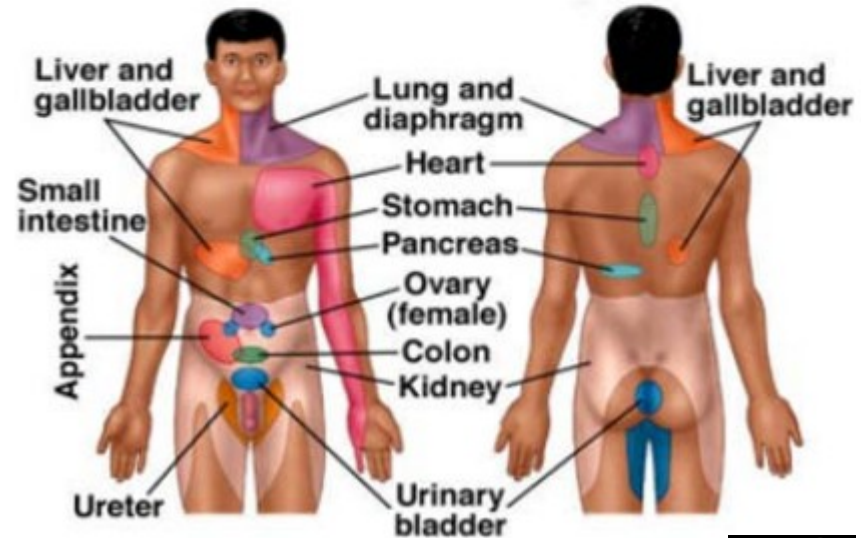
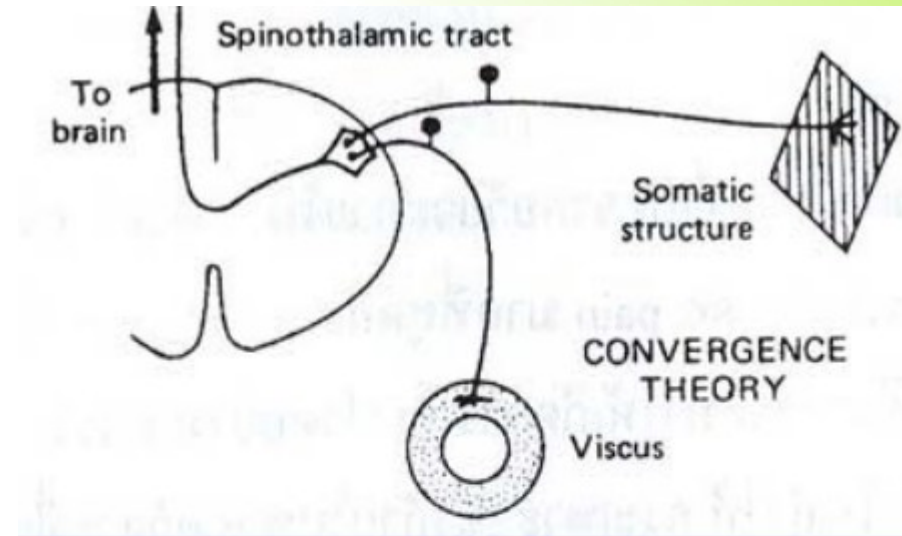
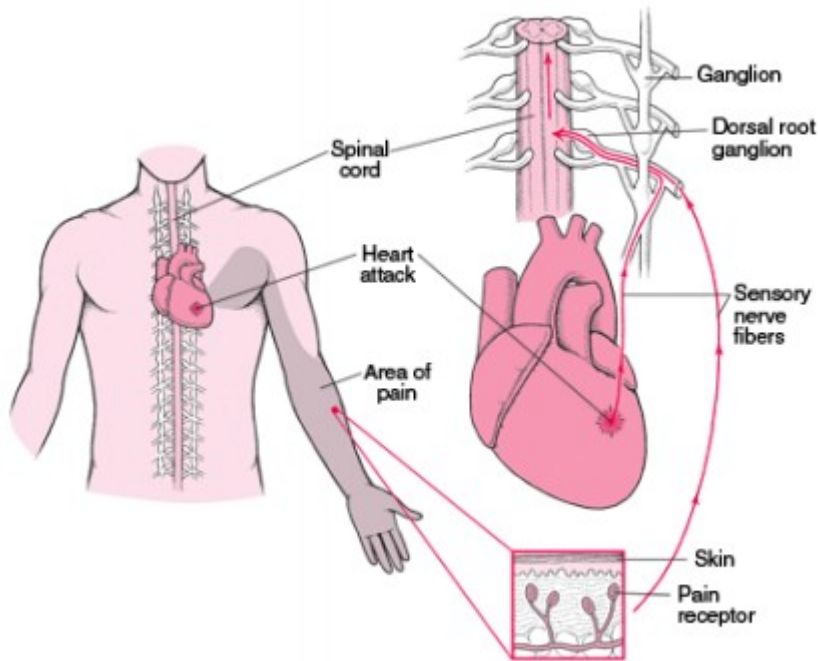
Cortex

Thalamus

Medulla



Přenesená bolest



Hypotéza společných dermatomů
Teorie konvergence
Facilitace
Learned phenomenon



Bolest zubů

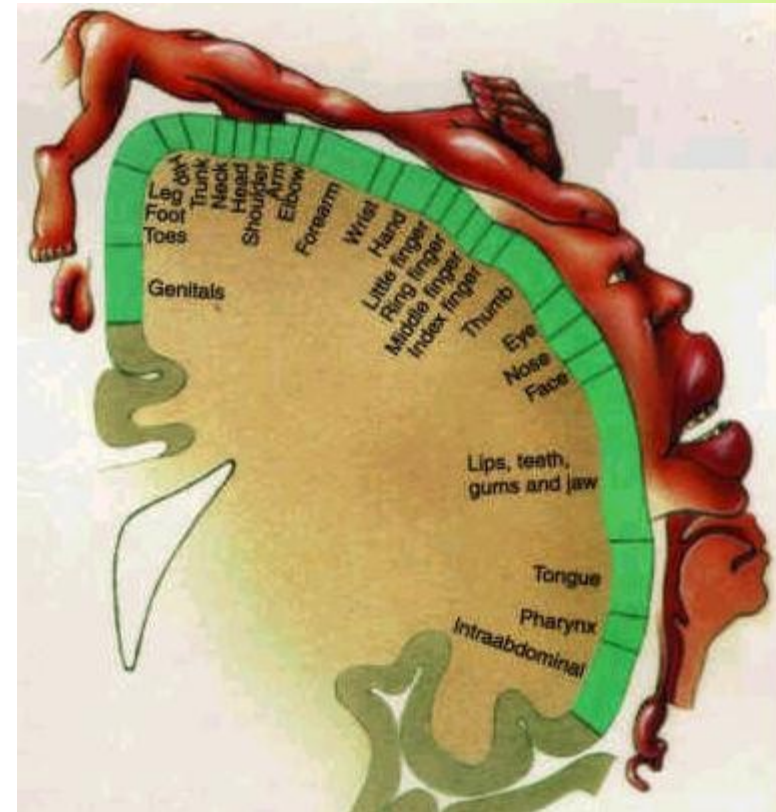
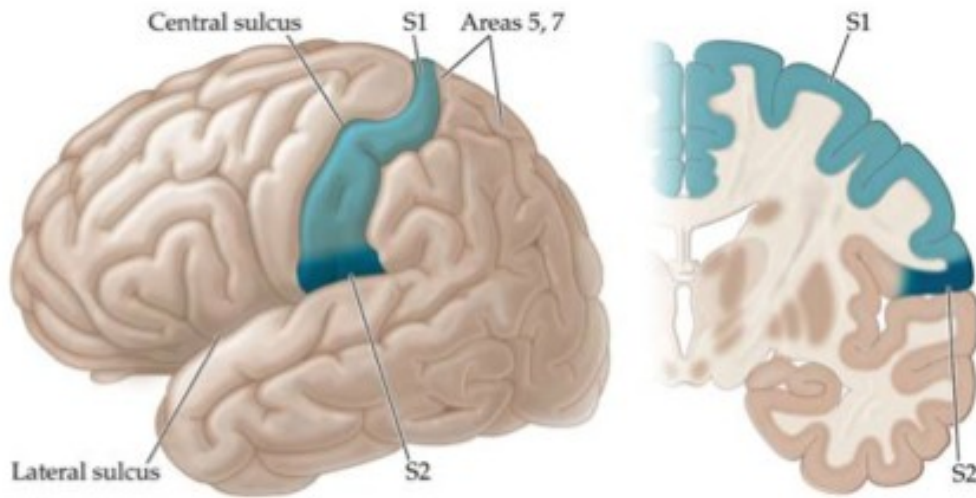
- ❑ Aβ + Aδ fibres - brnění, vibrace, dotyk, ostrá bolest
- ❑ C- tupá bolest
- ❑ pulpa + dentin - enormní množství volných zakončení
- ❑ periodontální ligamentum - Ruffiniho mechanoreceptory a proprioreceptory
- ❑ pulpitis - periferní a centrální senzitivace - hyperalgie, alodynie a spontánní bolest
- ❑ přenesená orofaciální bolest - jak zdroj, tak cíl
- ❑ expanze bolesti - ztížená lokalizace patologického ložiska



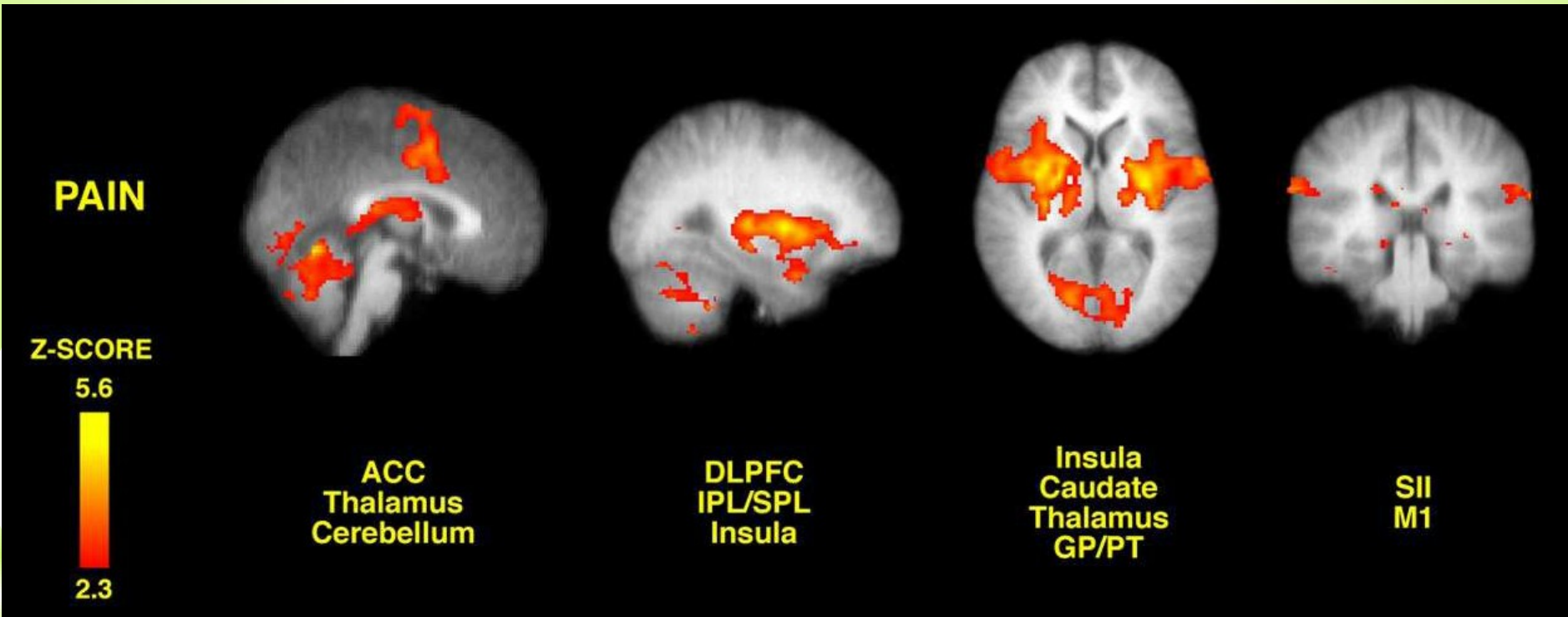
Fylogeneticky staré, **paleospinotalamické** a **trigemino-retikulotalamické** dráhy tvoří substrát pro aktivaci a emoční aspekty somatosenzorických stimulů.

Naopak přímé, **neospinotalamické** a **ventrální trigemino-talamické** dráhy jsou analytické, vedou informace o modalitě, intenzitě a lokalizaci.

Primární a sekundární somatosenzorický (somestetický) cortex (S1, S2)



Percepce bolesti



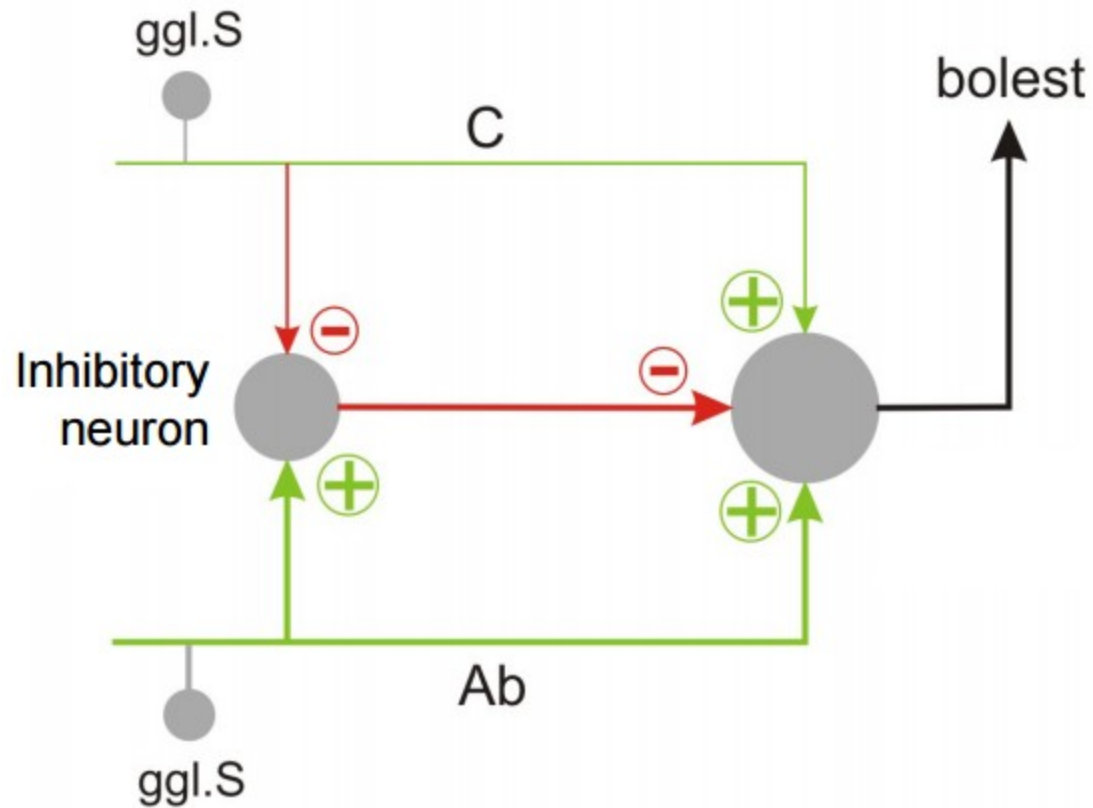
MODULAČNÍ SYSTÉMY NOCICEPTIVNÍCH DRAH

□ ÚROVNĚ MODULACE:

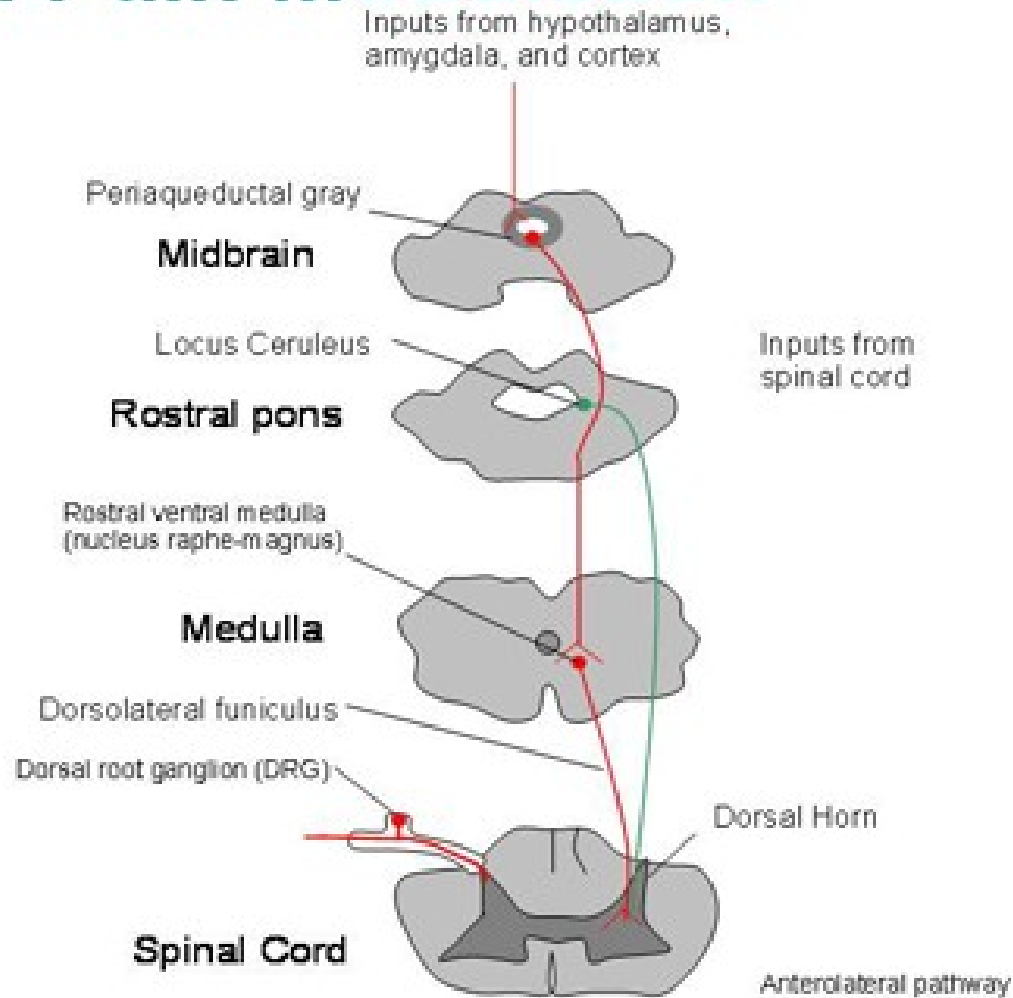
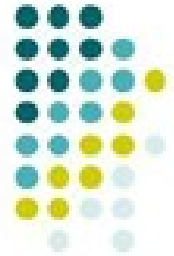
- spinální mícha („vrátkový systém“)
- RF
- periaquaeductální šedá hmota (PAG)



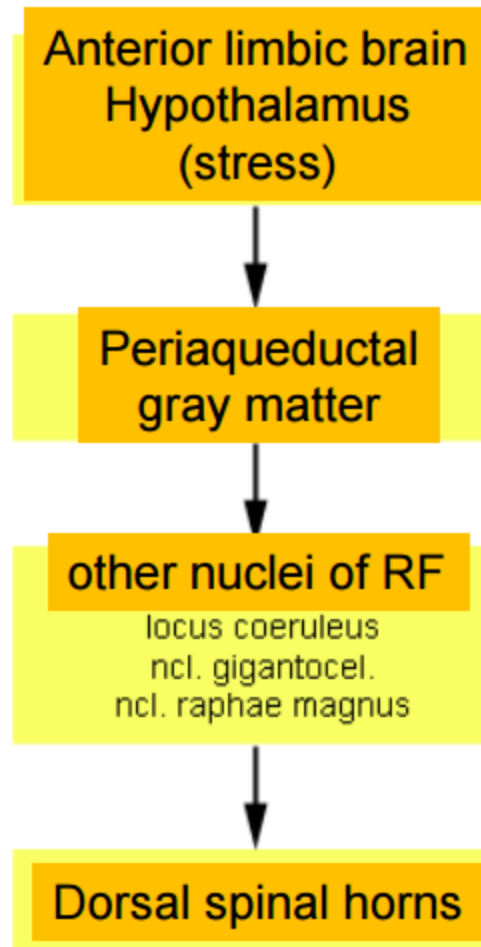
“Vrátkový mechanismus”



Central Pain Modulation



Stresová analgézie



SOMATOMOTORICKÉ DRÁHY

Nezbytné komponenty řízení motoriky

- Vůle
- Koordinace signálů pro mnoho skupin svalů
- Propriocepce
- Regulace držení těla
- Senzorická zpětná vazba
- Kompenzace fyzikálních charakteristik
těla a svalů
- Nevědomé zpracování
- Adaptabilita



Úrovně regulace pohybů

- spinální mícha
 - mozkový kmen
 - mozková kůra
-

- cerebellum
- bazální ganglia

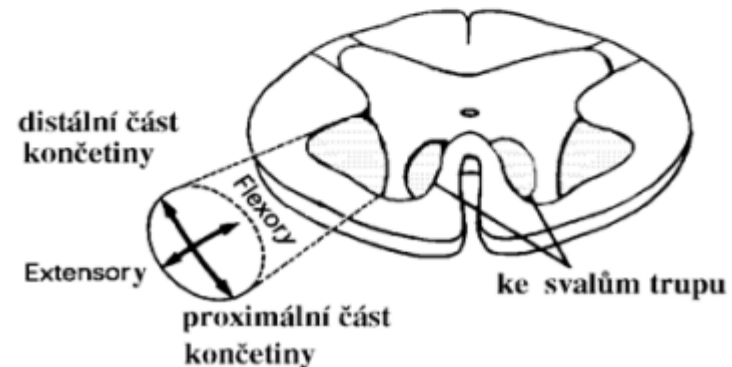
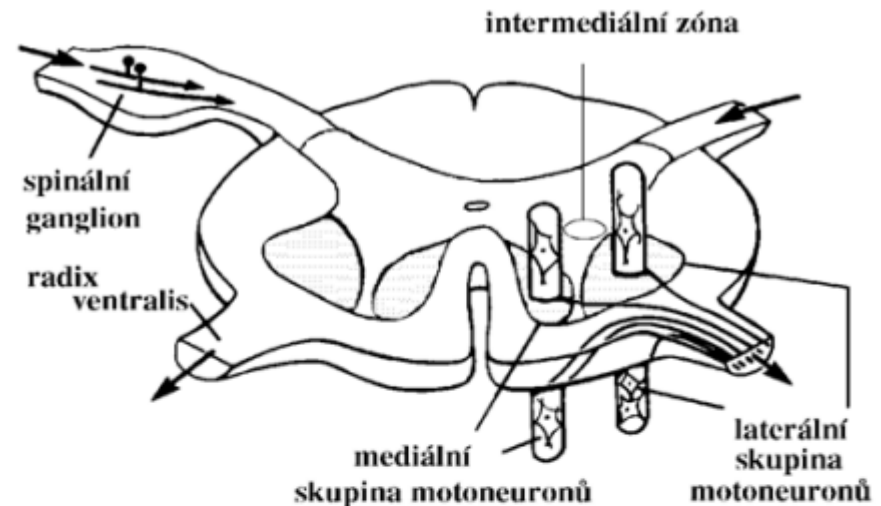


Dolní motoneurony - spinální mícha

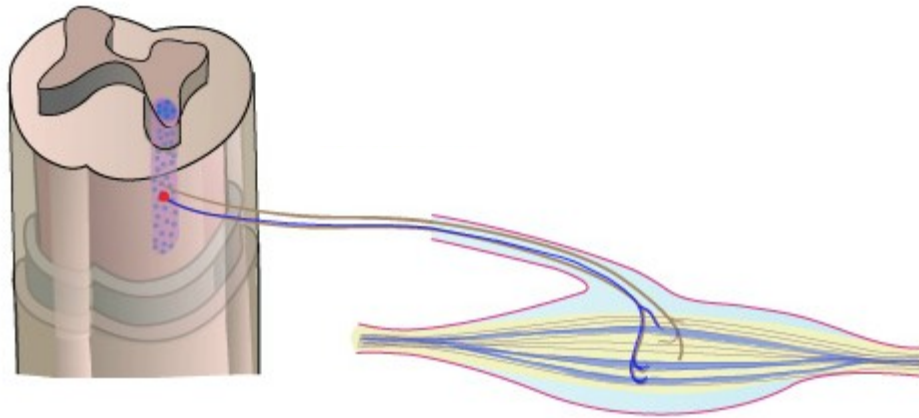
- α motoneurony
- γ motoneurony

□ Somatotopická organizace

- mediální skupina jader - axiální svaly
- laterální skupina jader - svaly končetin
- ventrálně - extenzory
- dorzálně - flexory



- ❑ **Motoneurony** mají bohatě větvené dendritické stromy, které umožňují integraci informací z množství jiných neuronů a výpočet vhodných výstupních signálů.
- ❑ Kombinace jednoho motoneuronu se všemi svalovými vlákny, které inervuje se nazývá **motorická jednotka**.

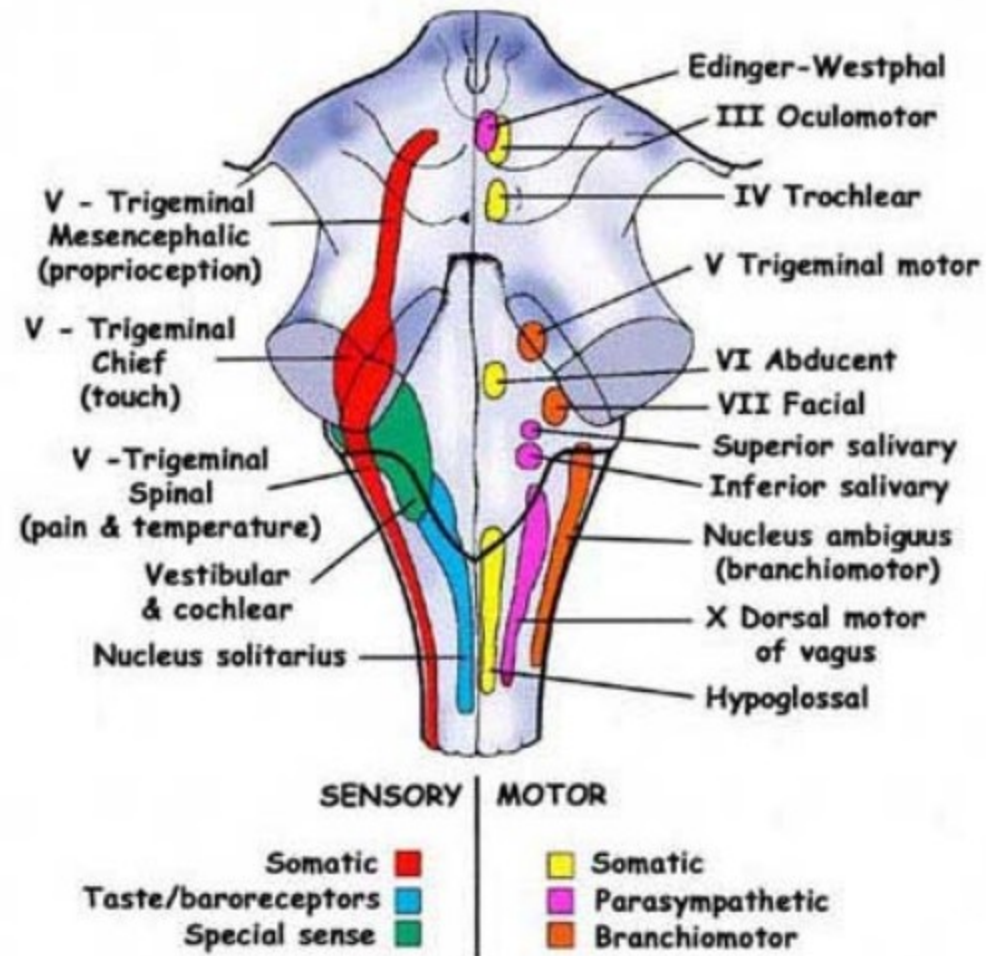


□ velikost motorických jednotek:

- malá motorická jednotka - 1 motoneuron inervuje několik svalových vláken (extraokulární svaly, svaly ruky)
- velká motorická jednotka - 1 motoneuron inervuje 500 - 1000 svalových vláken (svaly zad)

Dolní motoneurony mozkového kmene

- ❑ Somatomotorická jádra
CN III, IV, VI, XII
- ❑ Branchiomotorická jádra
CN V, VII, IX, X, XI



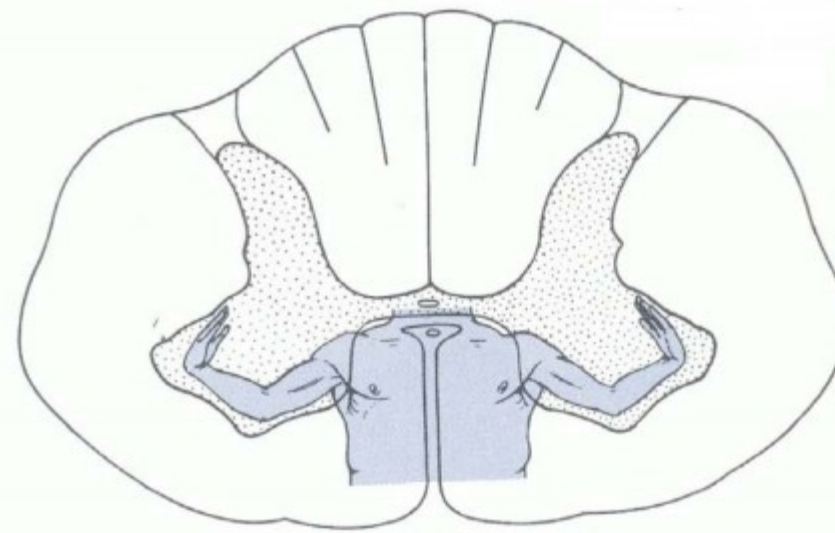
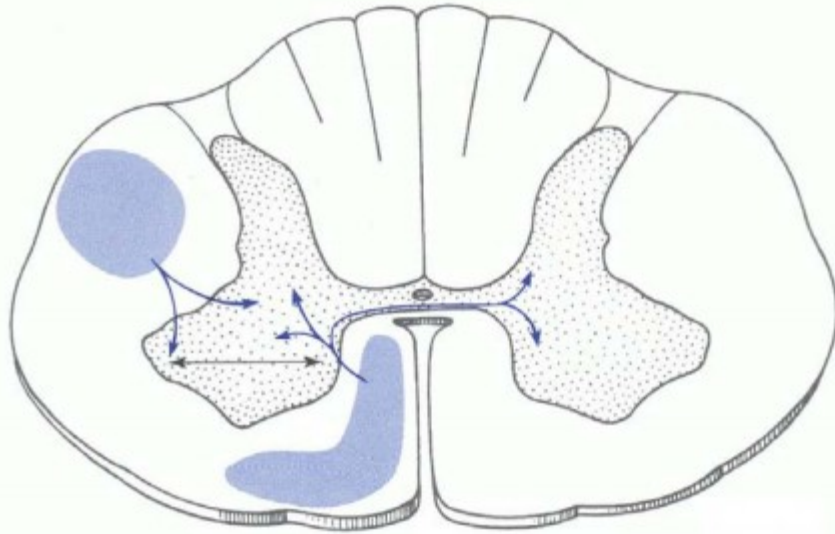
Supraspinální systém řízení motoriky

- ❑ Mediální systém
 - bilaterální
 - končí na interneuronech nebo mediální skupině jader předních rohů míšních
 - udržování rovnováhy, posturální reflexy

- ❑ Laterální systém
 - většinou kříží střední rovinu a sestupuje kontralaterálně
 - končí na interneuronech nebo laterální skupině jader předních rohů míšních
 - jemné manipulativní pohyby ruky a prstů

- ❑ „Třetí“ motorický systém
 - aminergní dráhy mozkového kmene





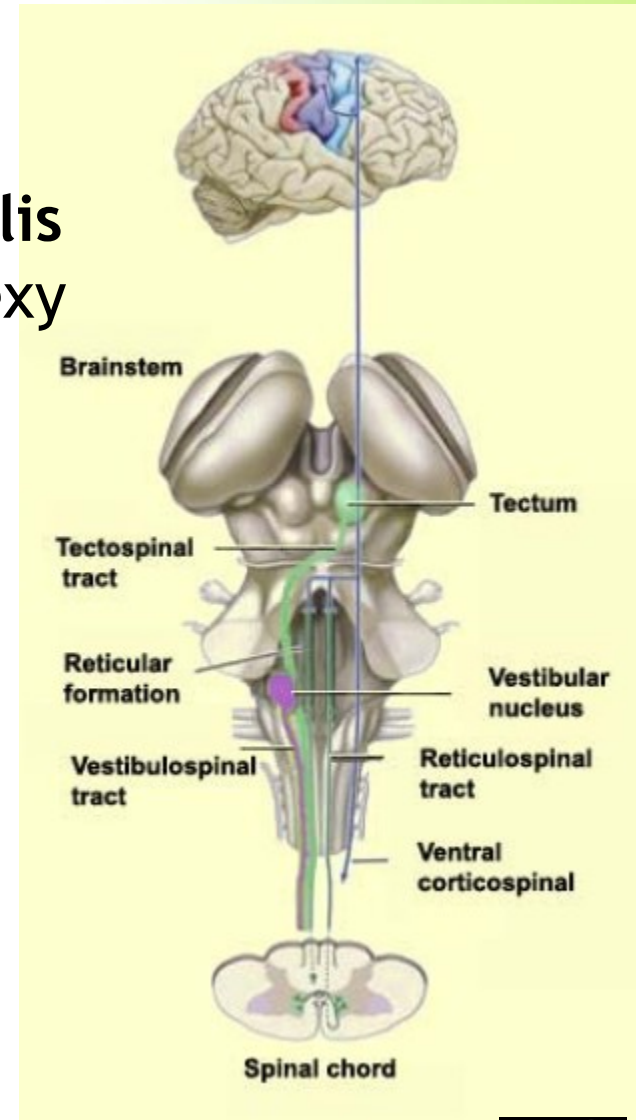
Mediální systém

□ Subkortikální dráhy

- **Tr. vestibulospinalis medialis a lateralis** udržování rovnováhy a posturální reflexy
- **Tr. tectospinalis** (colliculus sup.) koordinace pohybů hlavy a očí
- **Tr. reticulospinalis medialis** (pons) a **lateralis** (medulla) posturální pohyby, ANS

□ Kortikální dráhy

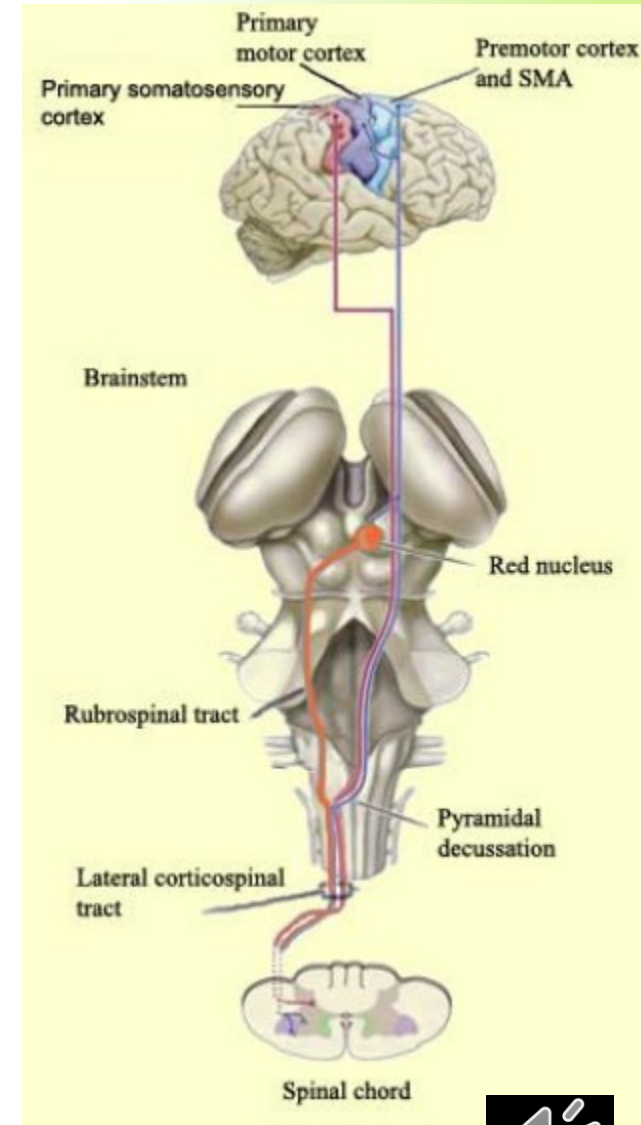
- **Tr. corticospinalis anterior** mediální skupina dolních motoneuronů



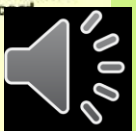
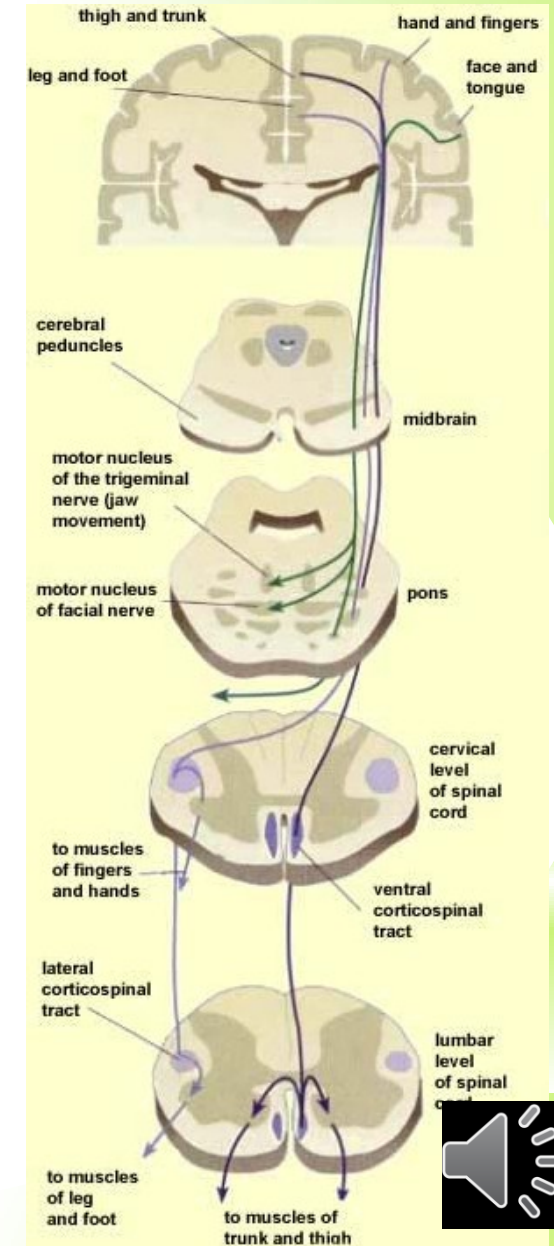
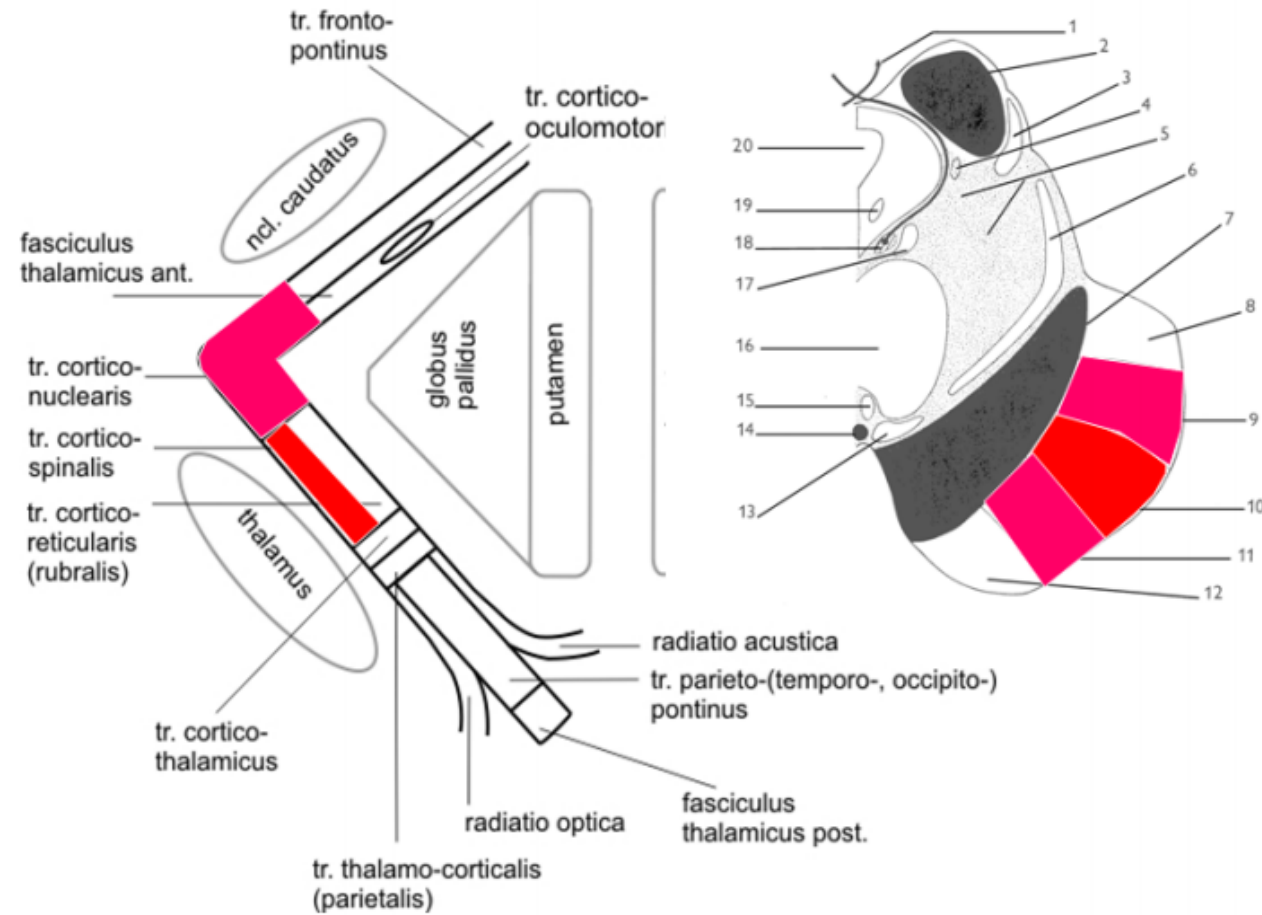
Laterální systém

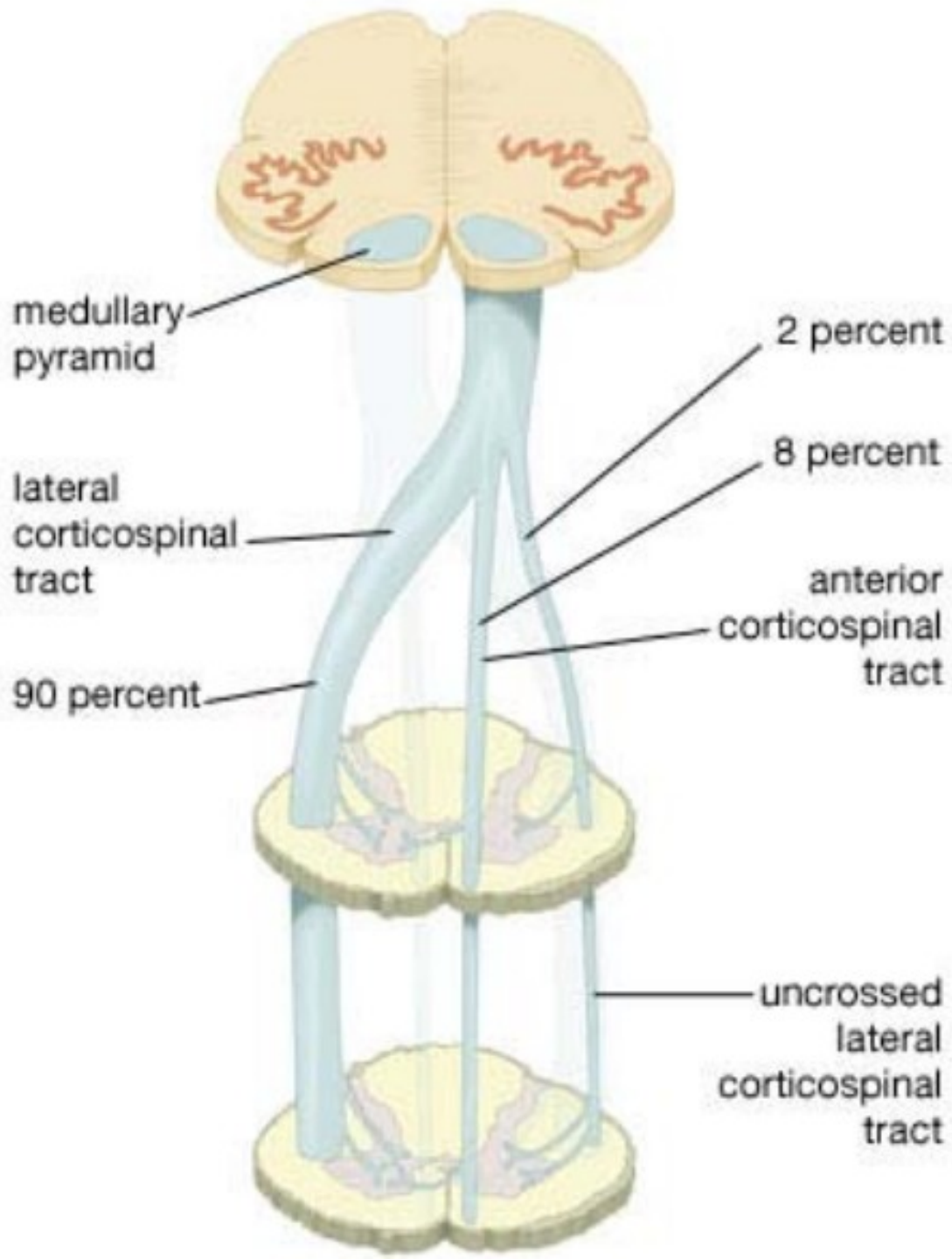
- ❑ Subkortikální dráhy
 - **Tr. rubrospinalis**
kontralaterální

- ❑ Kortikální dráhy
Tr. corticospinalis lateralis



Kortikospinální a kortikonukleární dráha





PŘÍMÉ MOTORICKÉ DRÁHY (PYRAMIDOVÉ):

- tr. corticospinalis
- tr. corticonuclearis

NEPŘÍMÉ MOTORICKÉ DRÁHY (EXTRAPYRAMIDOVÉ):

- tr. corticorubrospinalis
- tr. cerebellorubrospinalis
- tr. corticoreticulospinales
- tr. cerebelloreticulospinales
- tr. corticotectospinalis
- tr. cerebellovestibulospinales

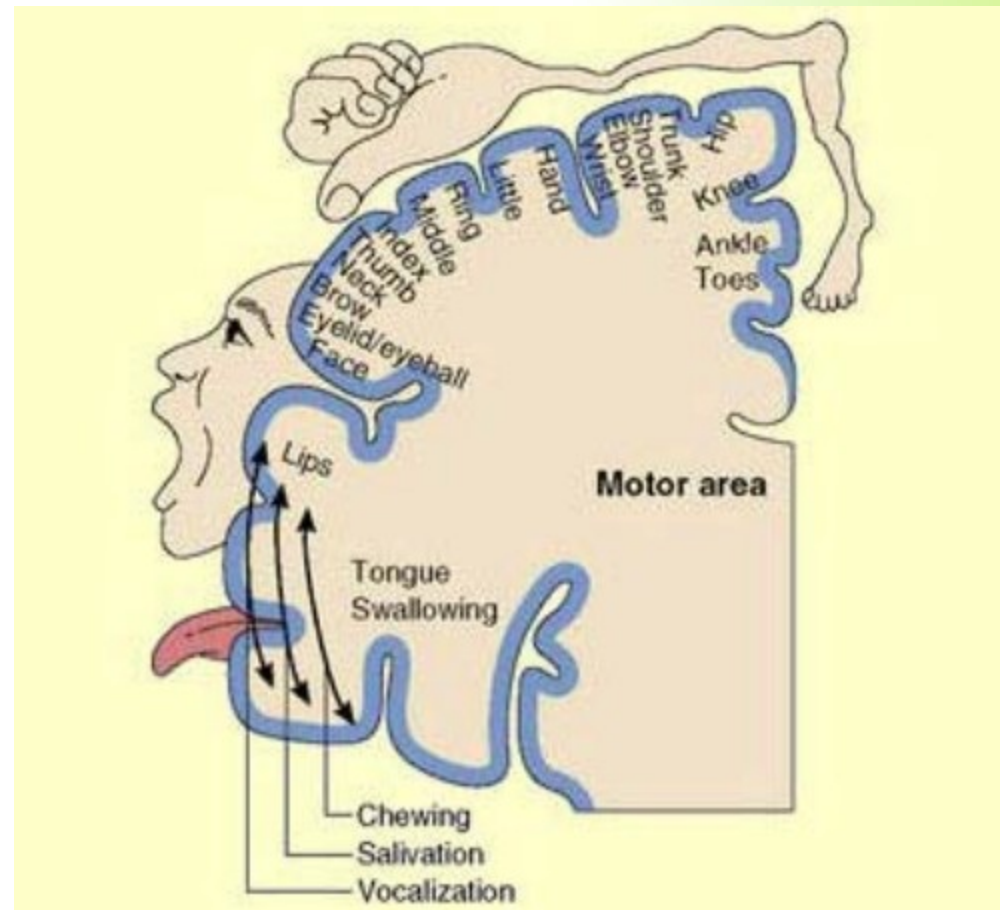
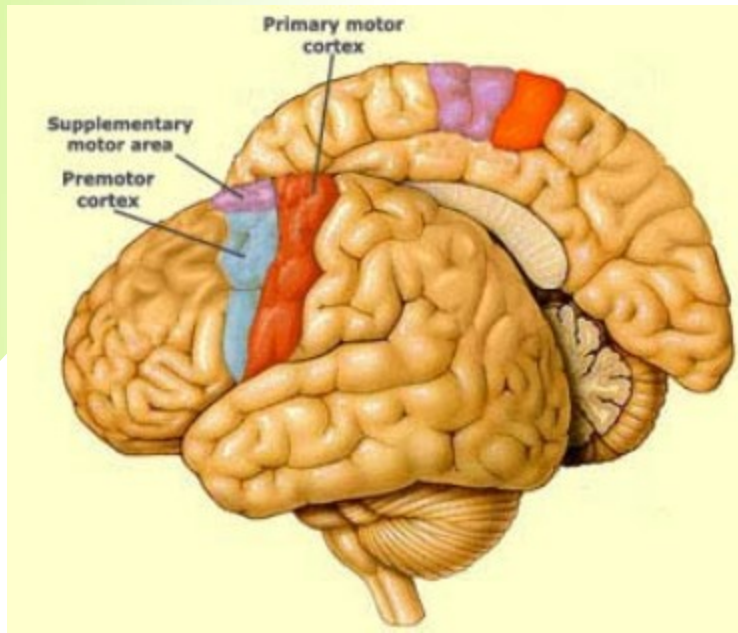


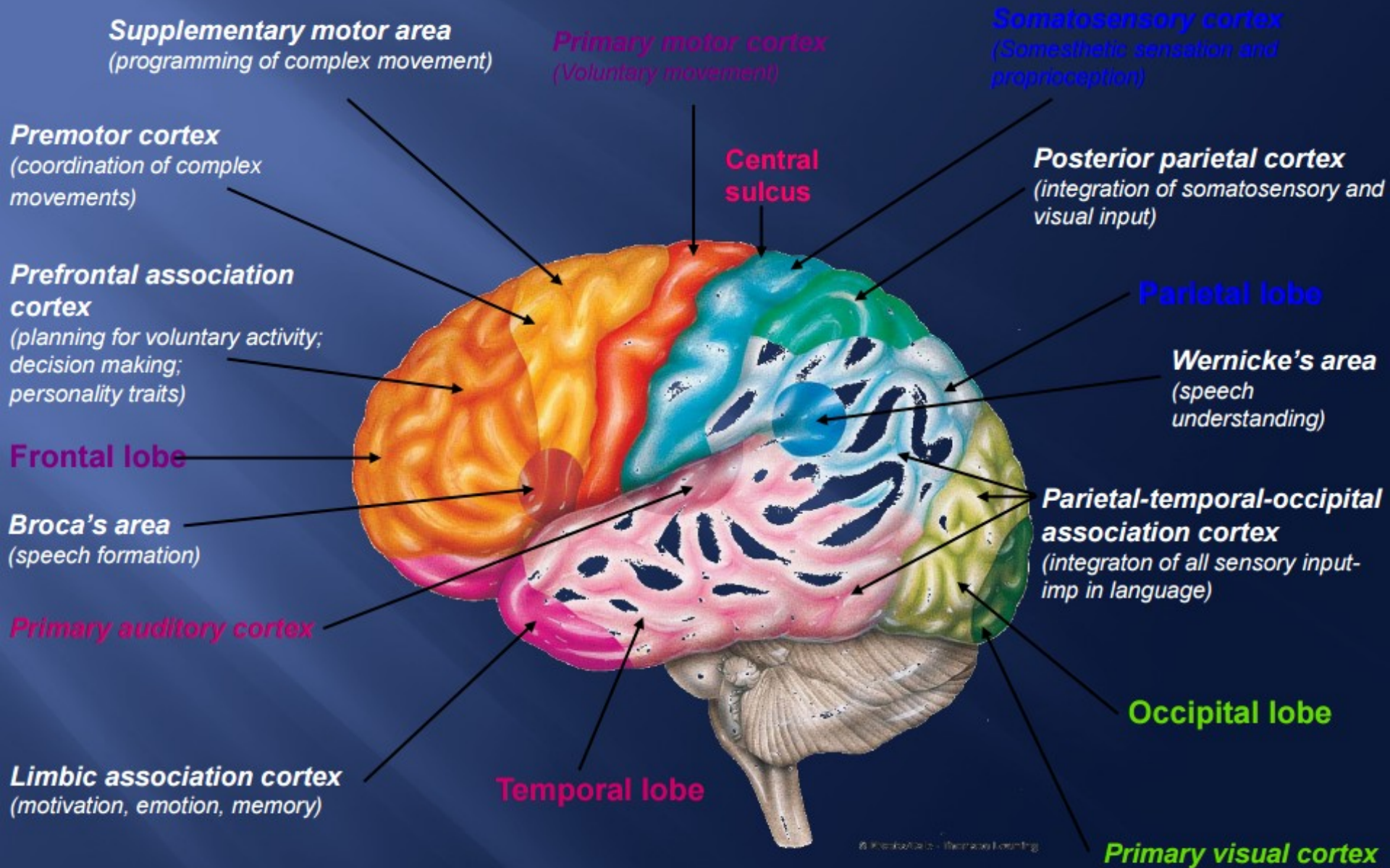
Třetí systém

- ❑ nejstarší
- ❑ jádra RF - tr. **raphespinalis** a **coeruleospinalis**
- ❑ řízení mimovolných emočních pohybů

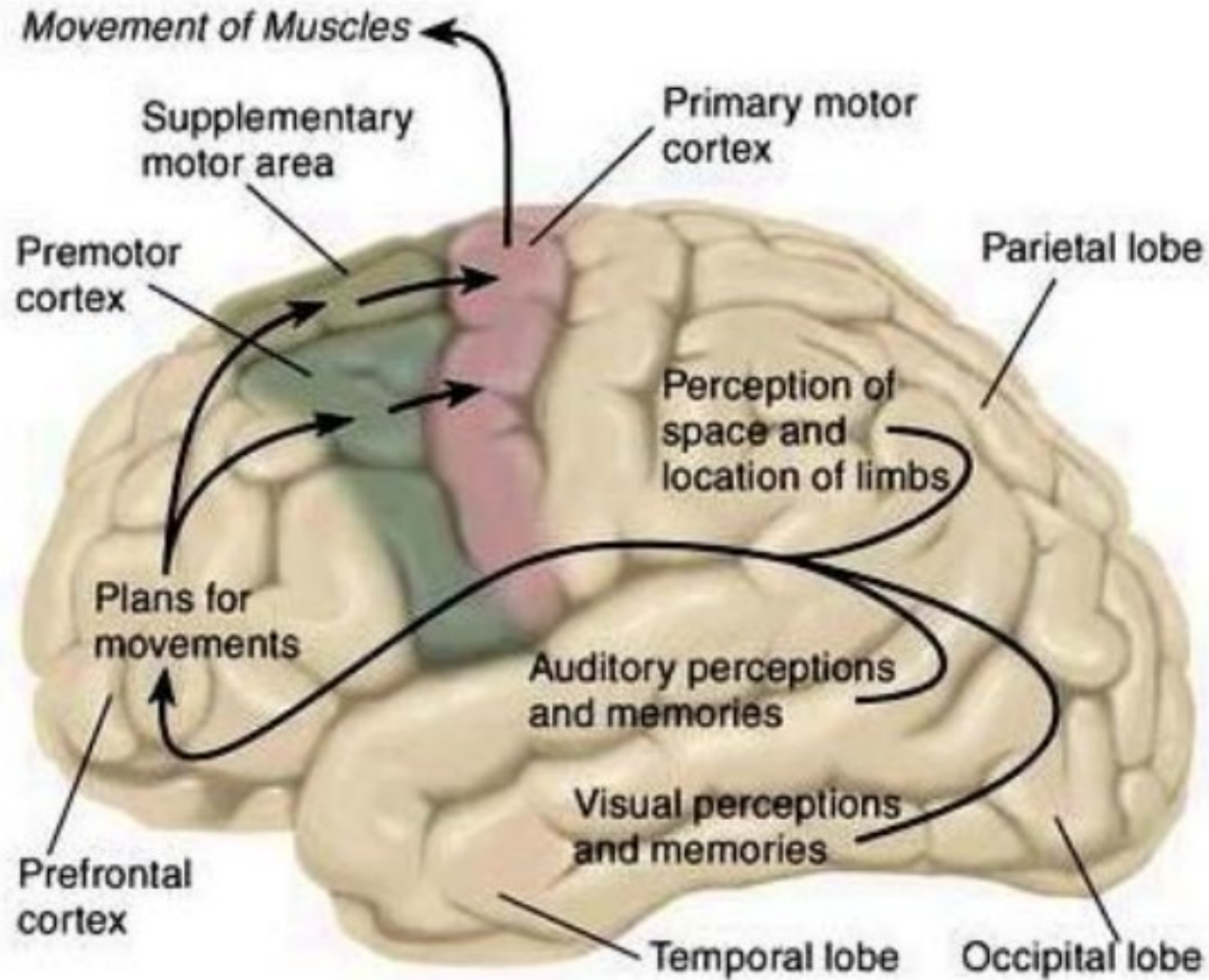


Motorický cortex





Plánování pohybů



Illustrations were copied from:

**Neuroscience Online, the Open-Access Neuroscience
Electronic Textbook**

Department of Neurobiology and Anatomy
University of Texas Medical School at Houston