

# MOZKOVÉ DRÁHY

David Kachlík

# Zpracování signálu v CNS – 4 úrovně

- míšní – jednoduché svalové reflexy
  - s: buňky zadních sloupců šedé hmoty
  - m: motoneurony předních sloupců šedé hmoty
- kmenová – koordinace míšních svalových reflexů, složitější reflexy (kašlací, sací, polykací)
  - s: buňky laterální části RF a senzitivních jader hlavových nervů
  - m: buňky mediální části RF a motoneurony jader hlavových nervů
- podkorová – složitější pohyby, koordinace pohybů
  - s: thalamus
  - m: striatum a pallidum
- korová – plánování a řízení volní motoriky, vytváření paměti (vyšší nervová činnost)
  - s+m: korové oblasti
  - jim jsou nadřazeny ještě asociační oblasti (propojení navzájem + s dráhami mozečku)

# Základní dělení drah

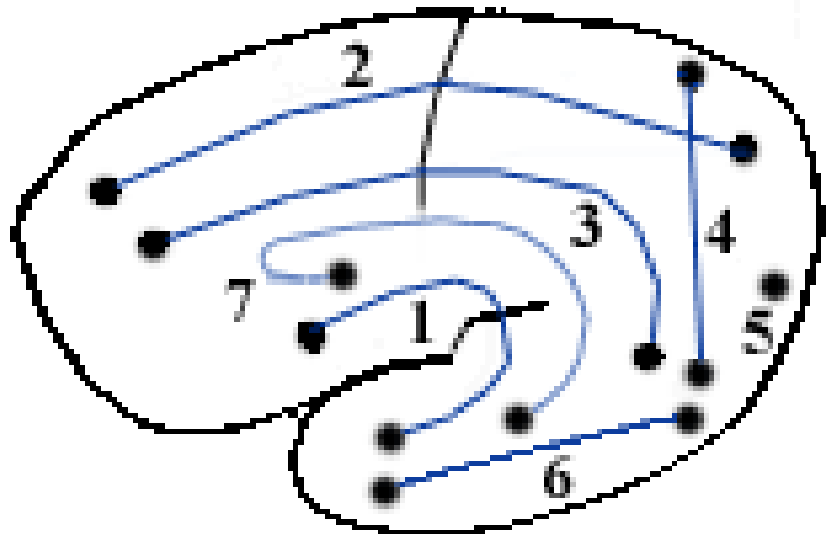
- asociační
  - místa v téže polokouli
- komisurální
  - odpovídající místa obou polokoulí
- projekční
  - různé úrovně CNS

# Asociační dráhy (= Fibrae associationis telencephali)

Krátké (= fibrae  
associationis breves)  
– fibrae arcuatae cerebri



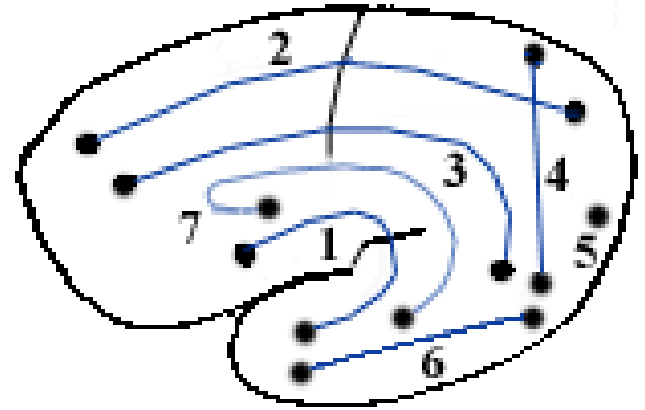
Dlouhé (= fibrae  
associationis longae)

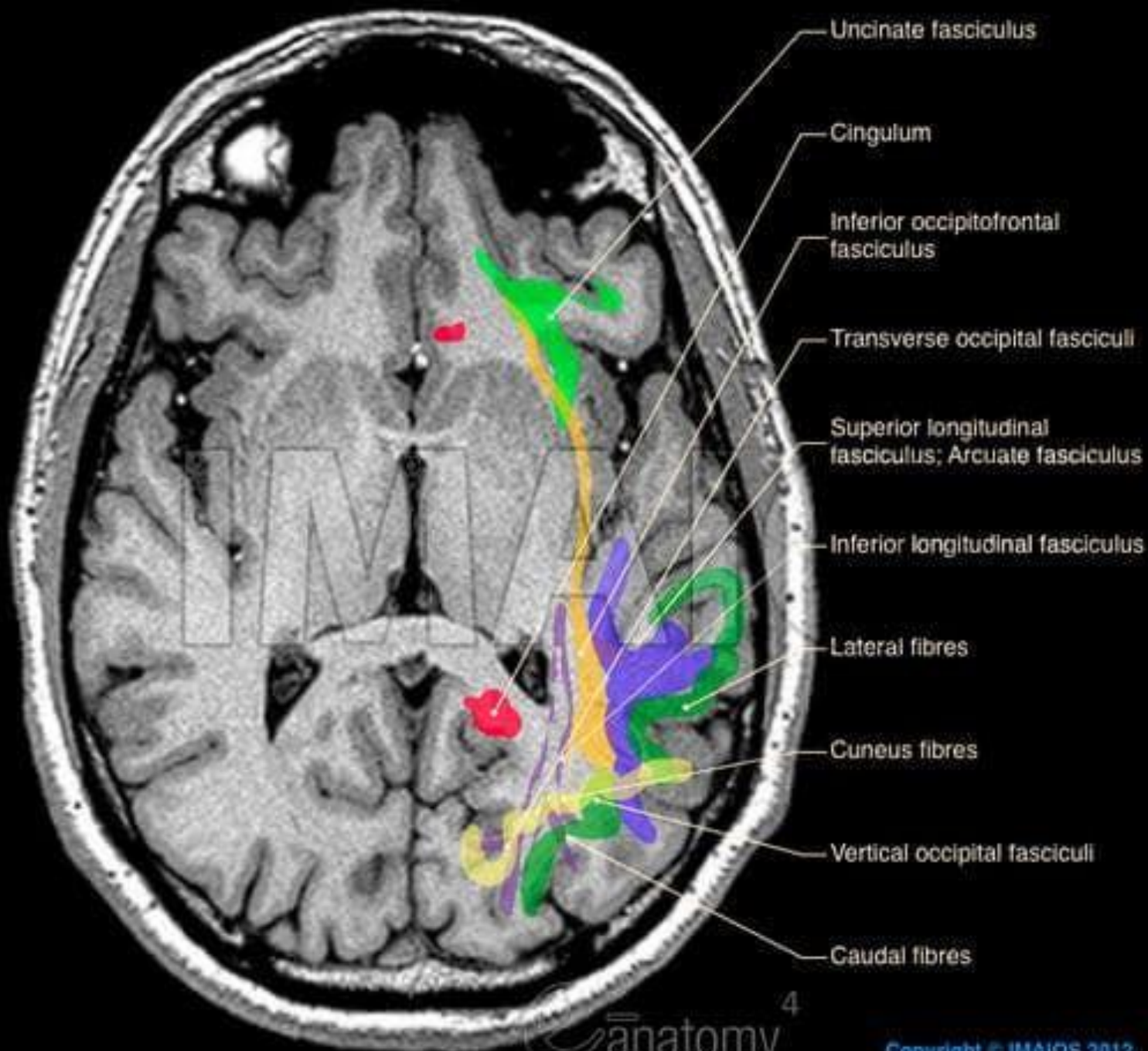




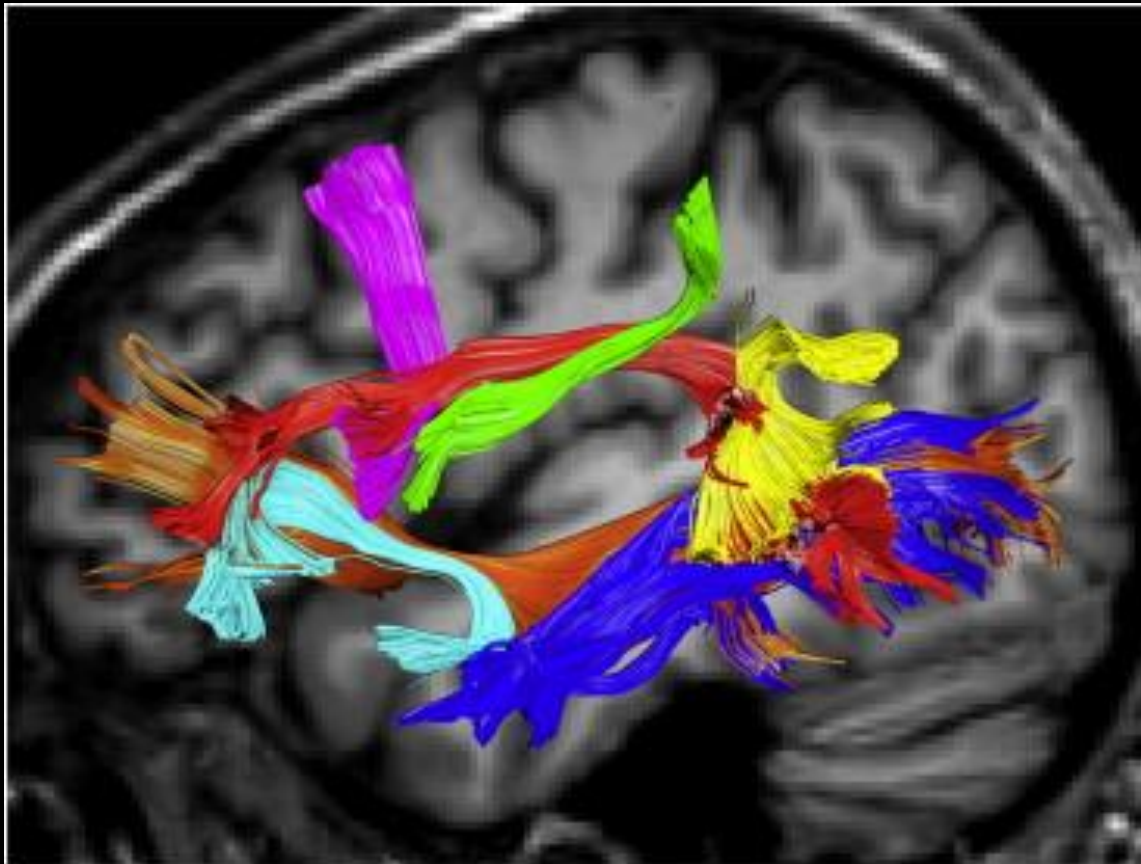
# Dlouhé asociační dráhy








- fasciculus occipitofrontalis sup. + inf. (2,6)
- fasciculus longitudinalis sup.(3)
  - mezi čelní a týlní kůrou
  - **fasciculus arcuatus** – mezi jazykovými centry
- fasciculus longitudinalis inf. (6)
  - mezi spánkovou a týlní kůrou (podél tractus opticus)
- fasciculi occipitales verticales + horizontales (4,5)
- **fasciculus uncinatus** (1)
  - orbitofrontální kůra – spánková kůra
- **cingulum** (7)
  - v hloubce gyrus cinguli mezi limbickou kůrou



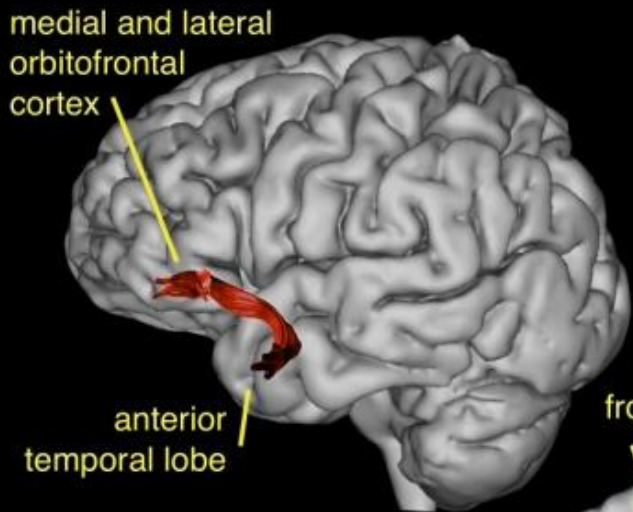


# Dlouhé asociční dráhy

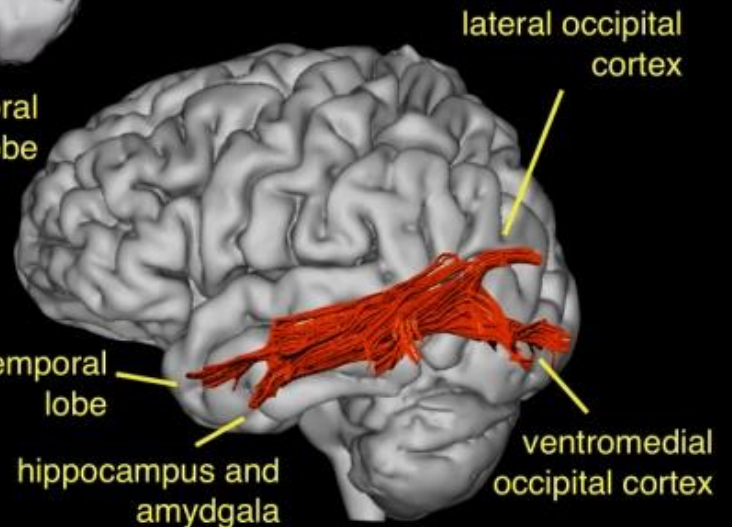
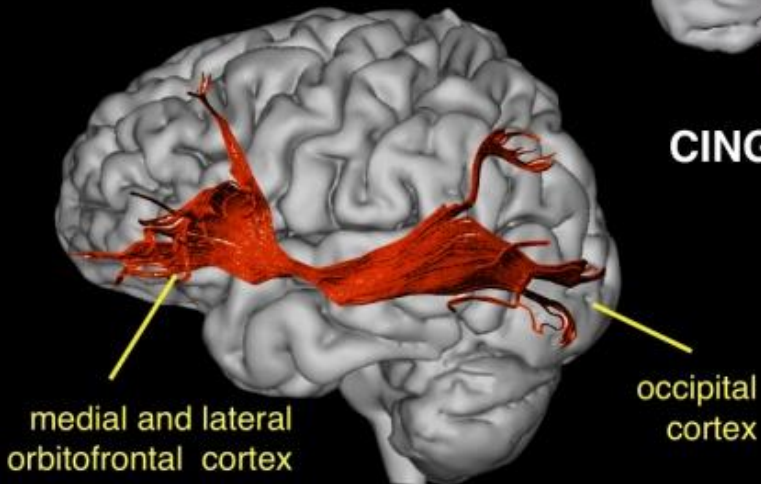
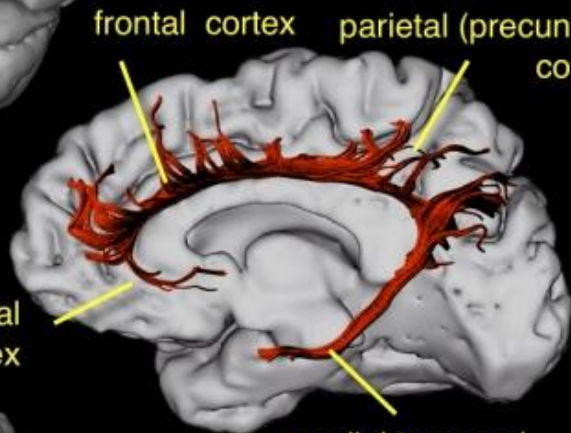
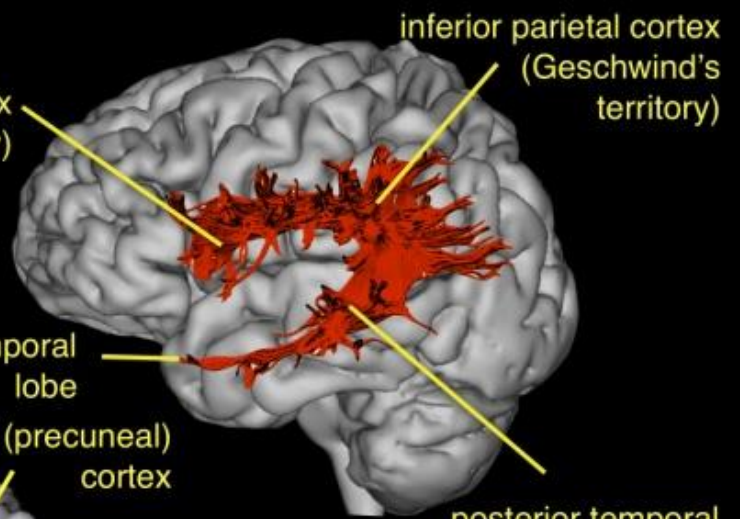


-  Arcuate fasciculus (long segment)
-  Arcuate fasciculus (anterior segment)
-  Arcuate fasciculus (posterior segment)
-  Frontal aslant tract
-  Uncinate
-  Inferior fronto-occipital fasciculus
-  Inferior longitudinal fasciculus

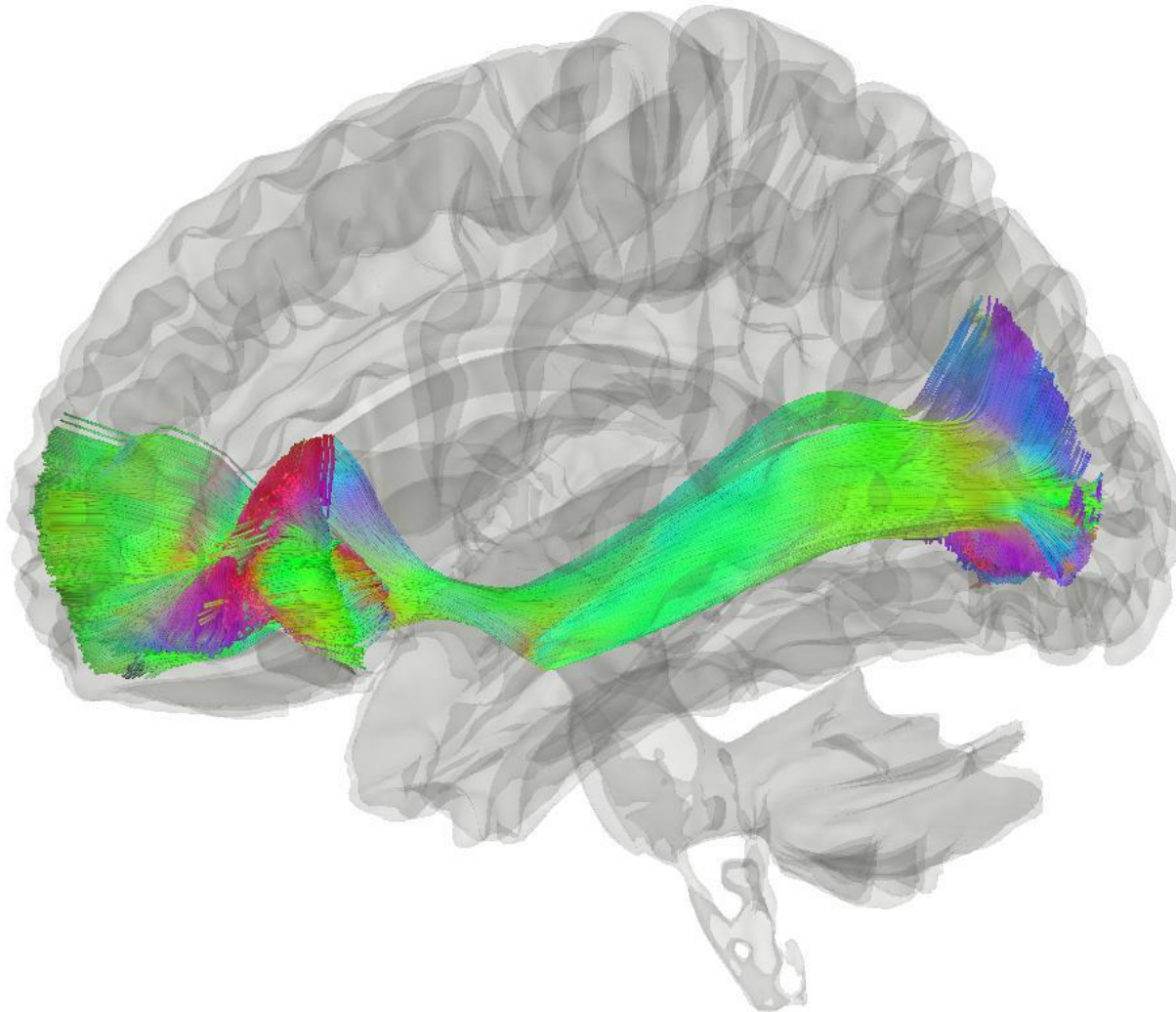




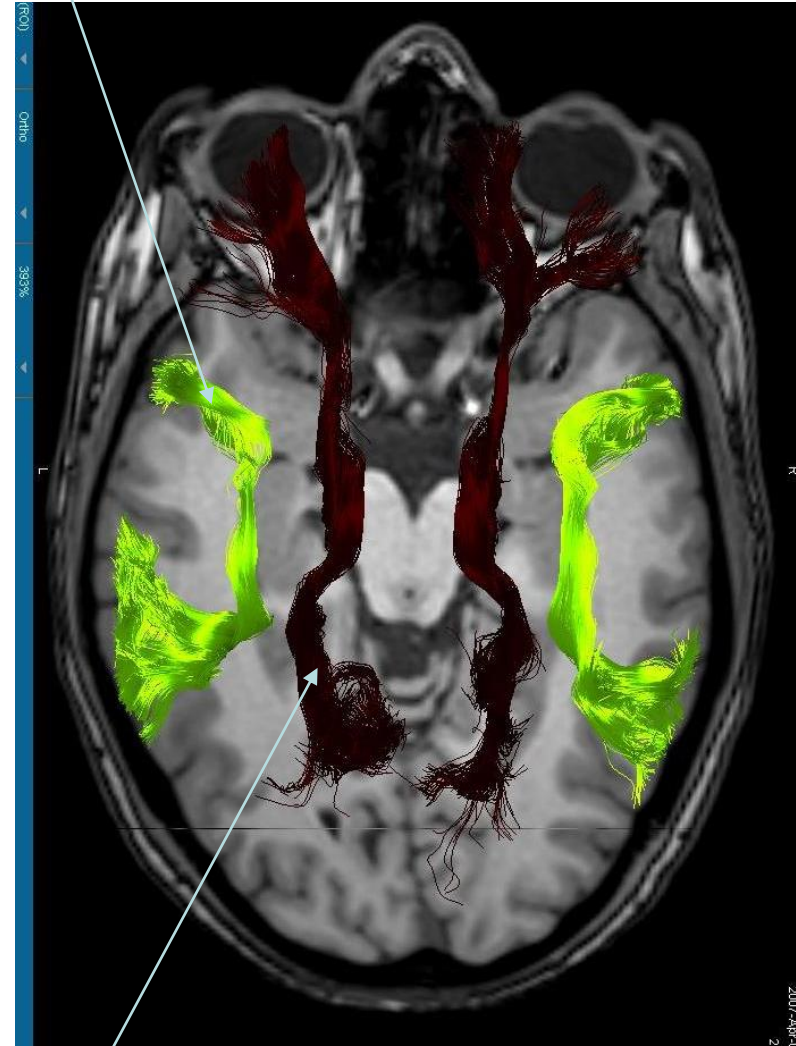
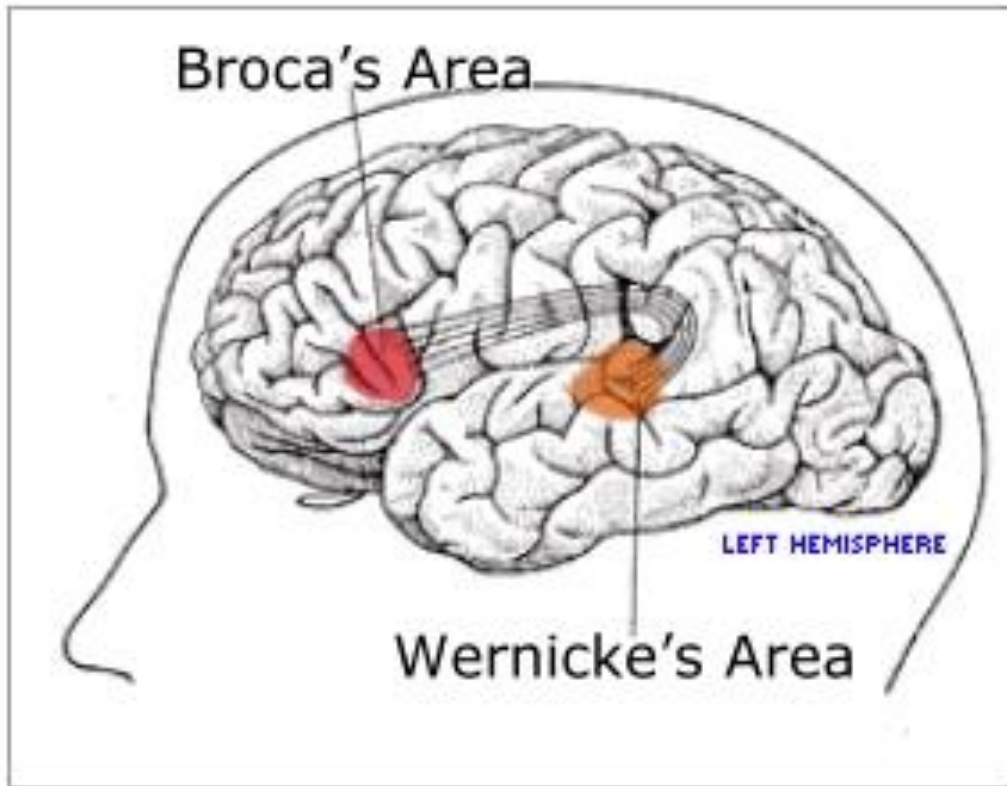
inferior frontal cortex (Broca's territory)



# Fasciculus occipitofrontalis (sup. + inf.)



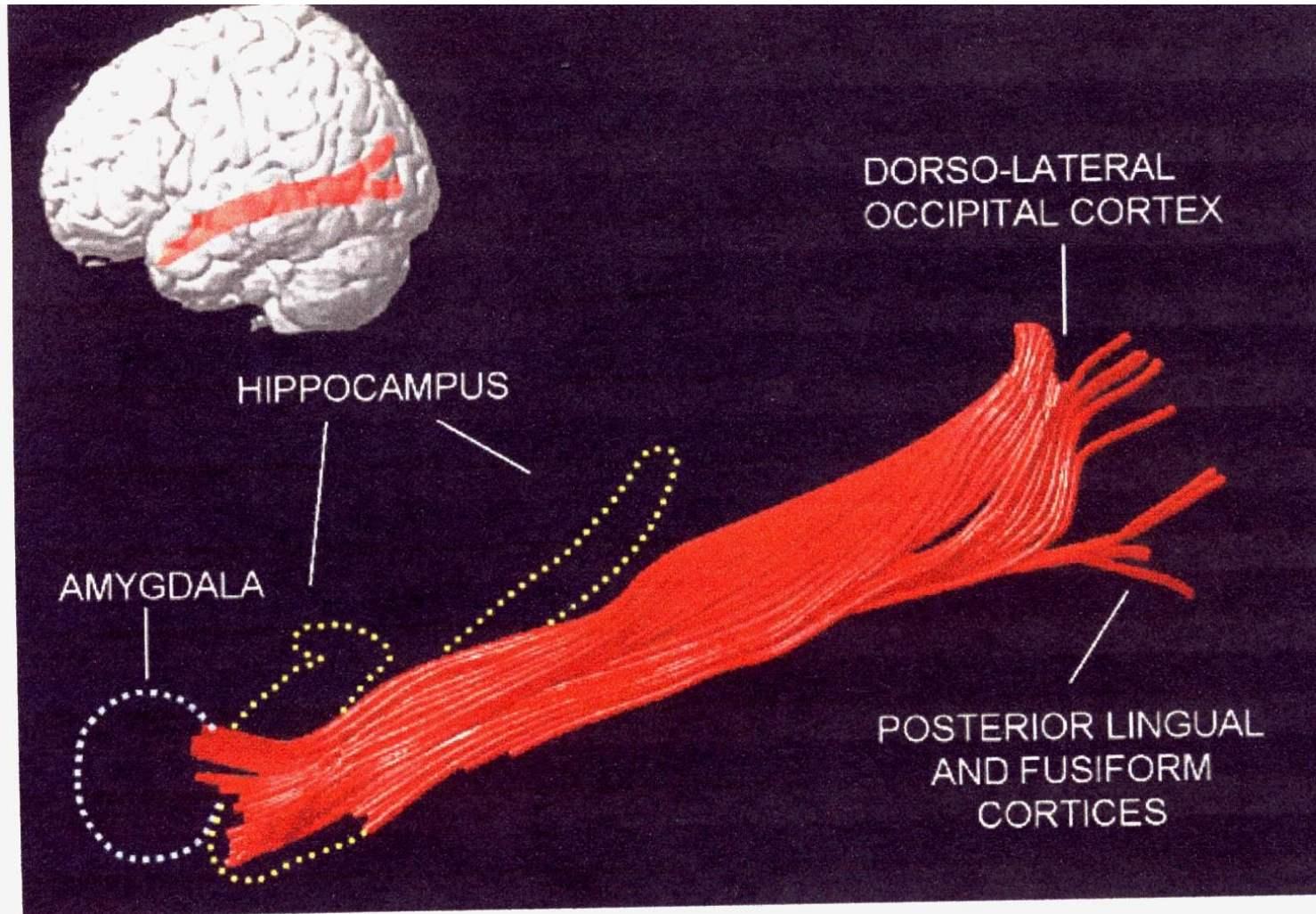
# Fasciculus arcuatus



Fasciculus longitudinalis superior



# Fasciculus longitudinalis inferior



**Fig. 7** Reconstruction of the ILF in the average DT-MRI data set. The long fibres originate from extrastriate areas of the occipital lobe and terminate in lateral temporal cortex and medial temporal cortex in the region of the amygdala and parahippocampal gyrus.

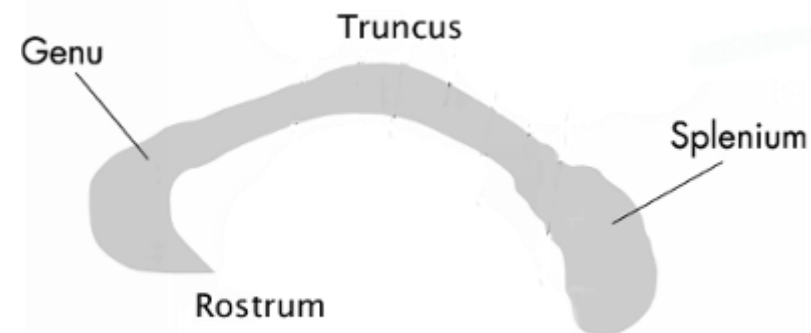
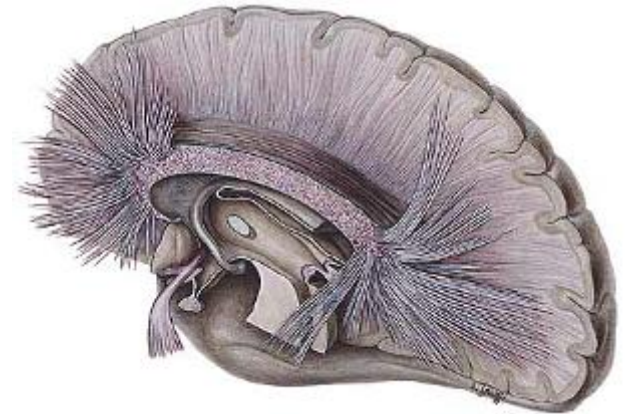
# Komisurální dráhy (Fibrae commissurales telencephali)

## Korové

### corpus callosum = vazník

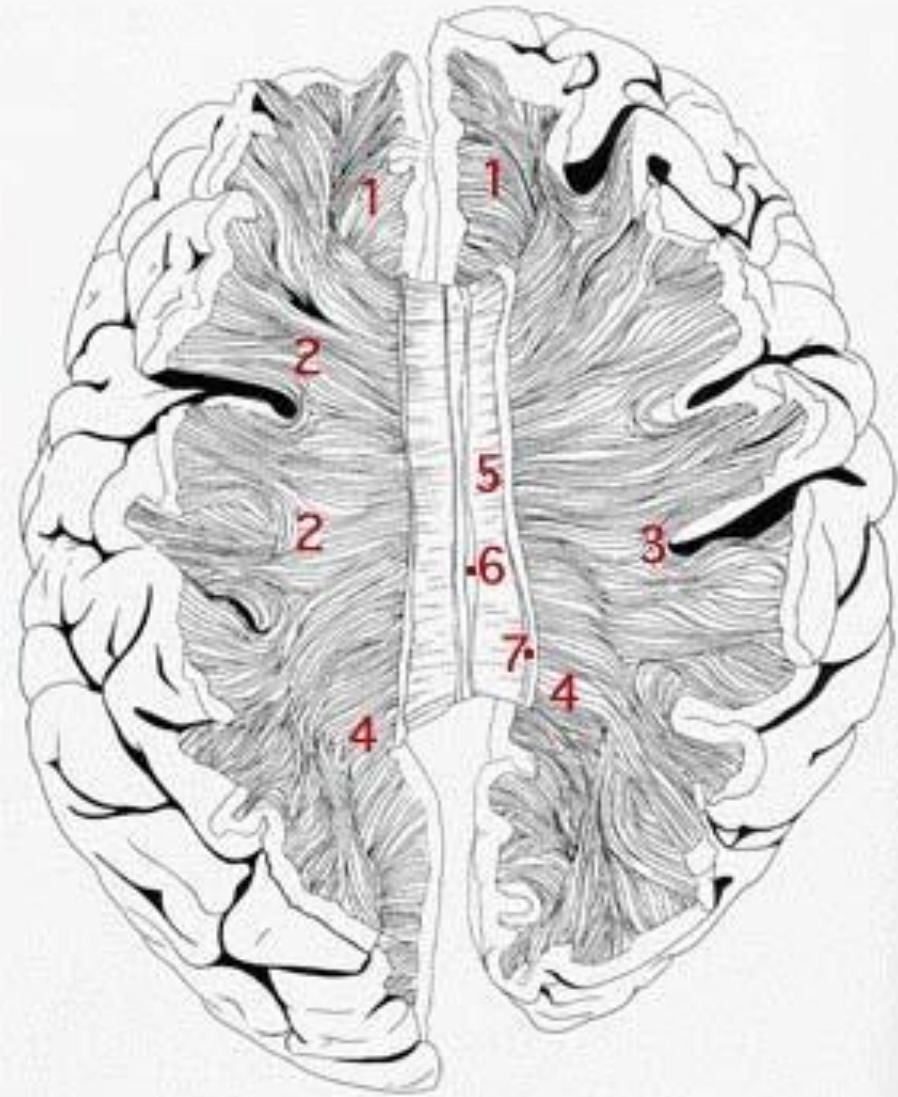
= fibrae corporis callosi

- spojuje oblasti všech laloků, z temporální jen sluchové oblasti
- rostrum, genu, truncus, splenium
- forceps ant. + post.
- radiatio corporis callosi



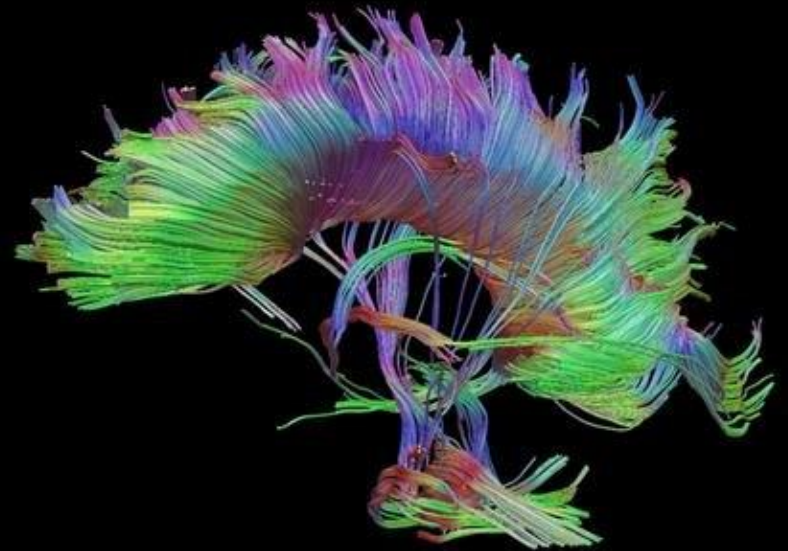
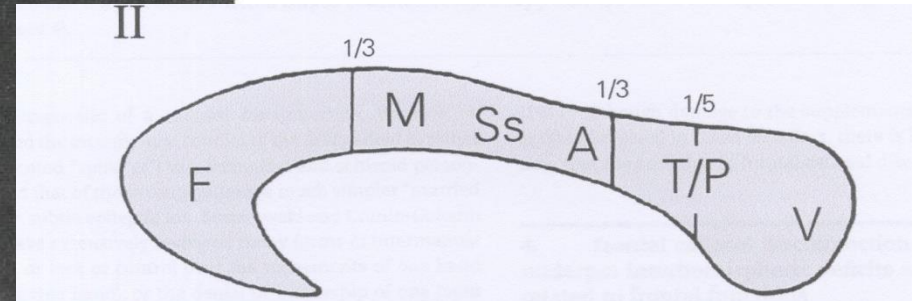
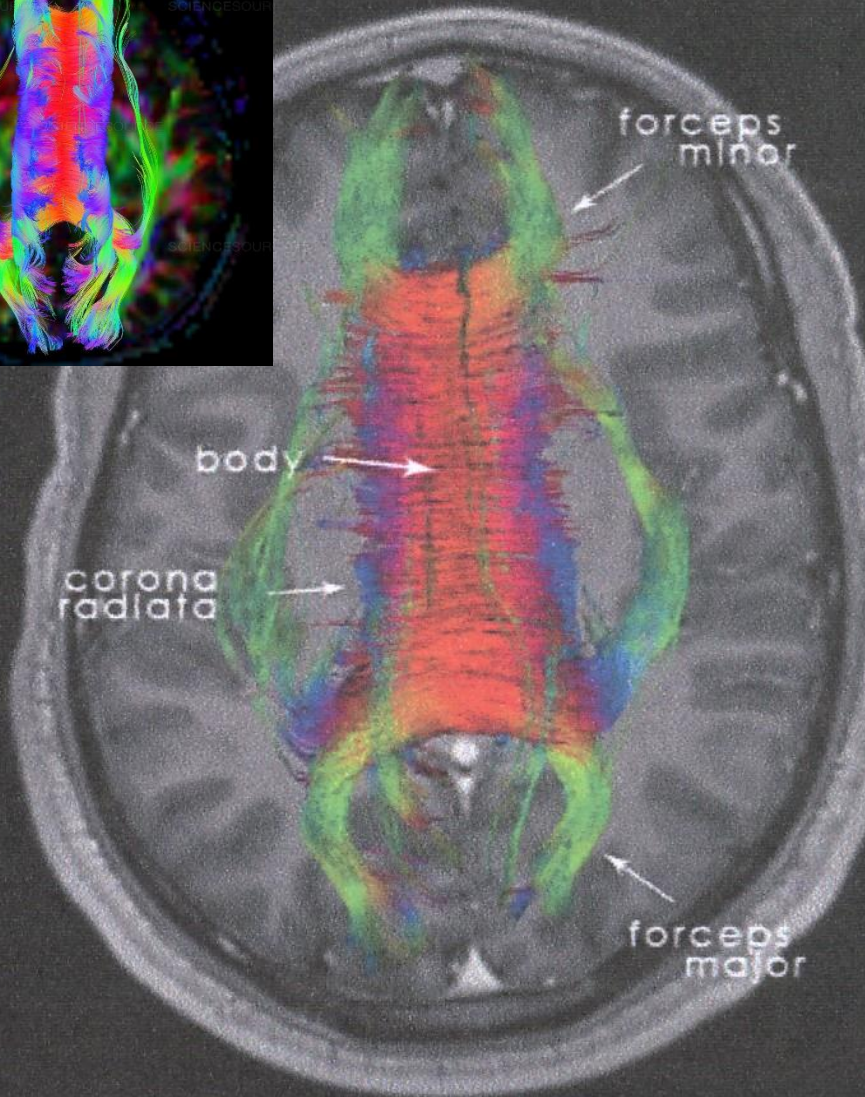


# Corpus callosum = Vazník





# Corpus callosum – traktografie

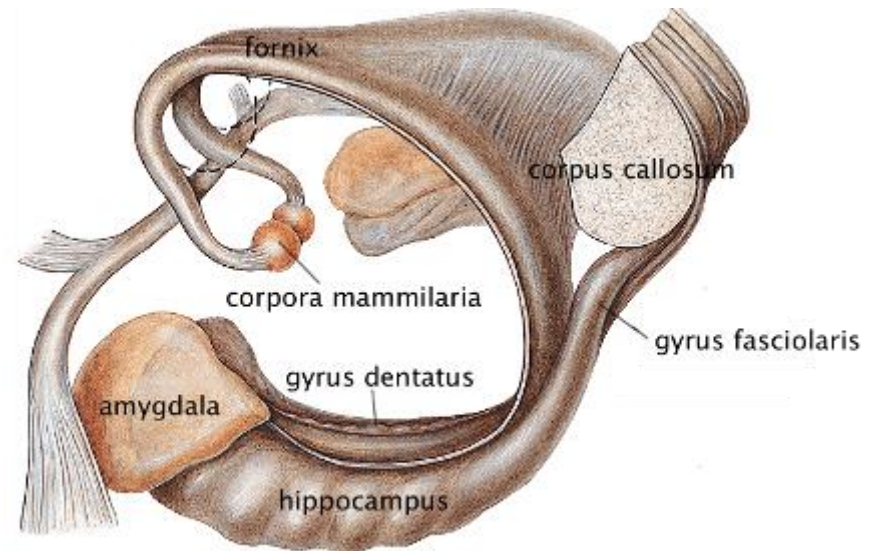
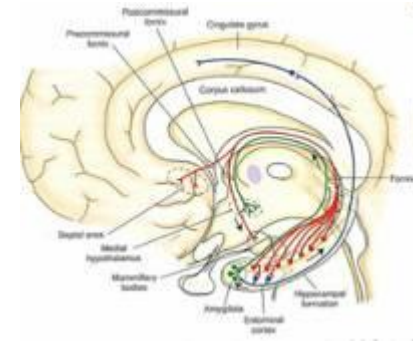


# Komisurální dráhy (Fibrae commissurales telencephali)

## Korové

### commissura fornicis = lyra Davidis

- komisura archikortexu
  - columnae
    - fibrae precommissurales
    - fibrae postcommissurales
  - pars libera
  - pars tecta
  - corpus
  - commissura
  - crura





# Komisurální dráhy (Fibrae commissurales telencephali)

## Korové

- commissura anterior

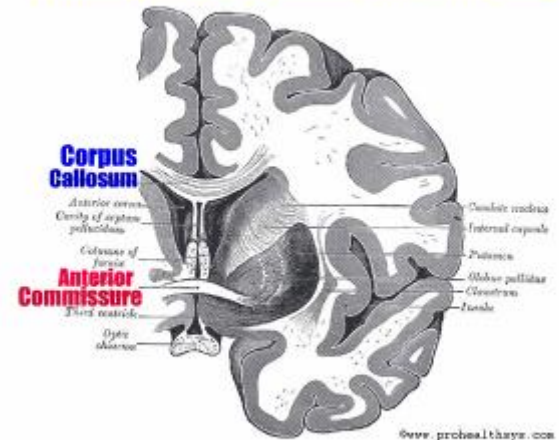
- pars anterior („olfactoria“)

- spojuje čichové oblasti
- komisura paleokortexu

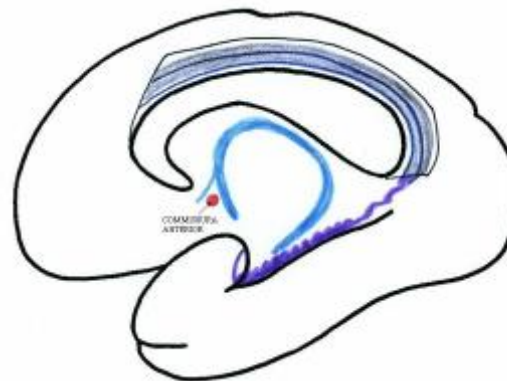
- pars posterior

- spojuje oblasti temporálního laloku kromě sluchových a hipokampových

The corpus callosum is the largest commissural pathway in the brain consisting of over 200 million nerve fibers-axons



The anterior commissure is a small band of approximately 50,000 axons that connects the cerebral hemispheres



# Komisurální dráhy (Fibrae commissurales telencephali)

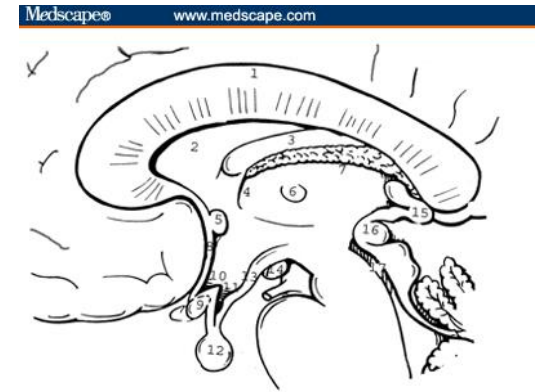
## Podkorové

### Kmenové

- **commissura habenularum**
  - propojuje nuclei habenulares obou stran
- **commissura posterior**
  - komisurální vlákna
    - nuclei posteriores thalalmi, colliculi sup., ncl. pretectales
  - nekomisurální vlákna = dekusační vlákna
    - převádí vlákna z ncl. interstitialis *Cajali* a ncl. ellipticus *Darkschewitschi* do fasciculus longitudinalis medialis druhé strany
- commissura supraoptica ventralis et dorsalis
- commissura colliculi superioris et inferioris

### Míšní

- commissura alba anterior et posterior
  - tractus spinothalamicus, spinoreticularis, spinocerebellaris ant., corticospinalis ant.

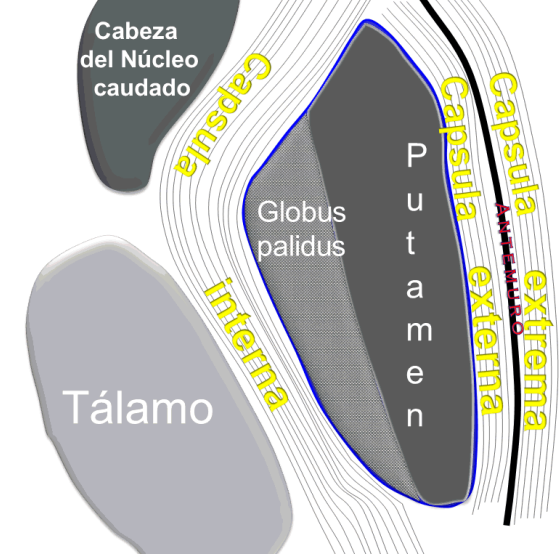


Source: Neurosurg Focus © 2005 American Association of Neurological Surgeons

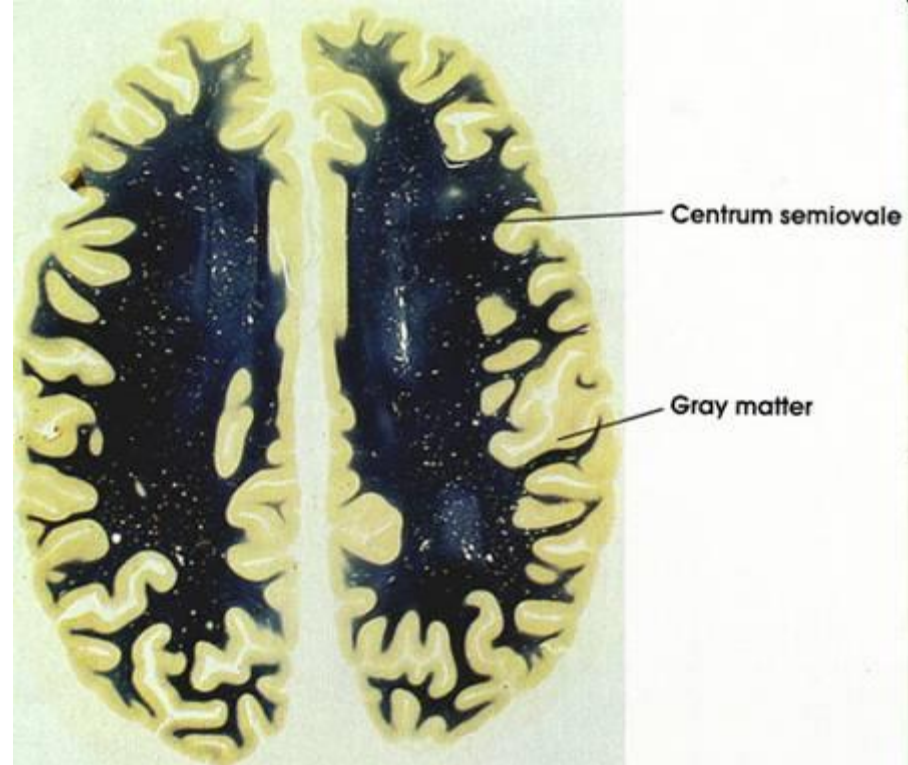
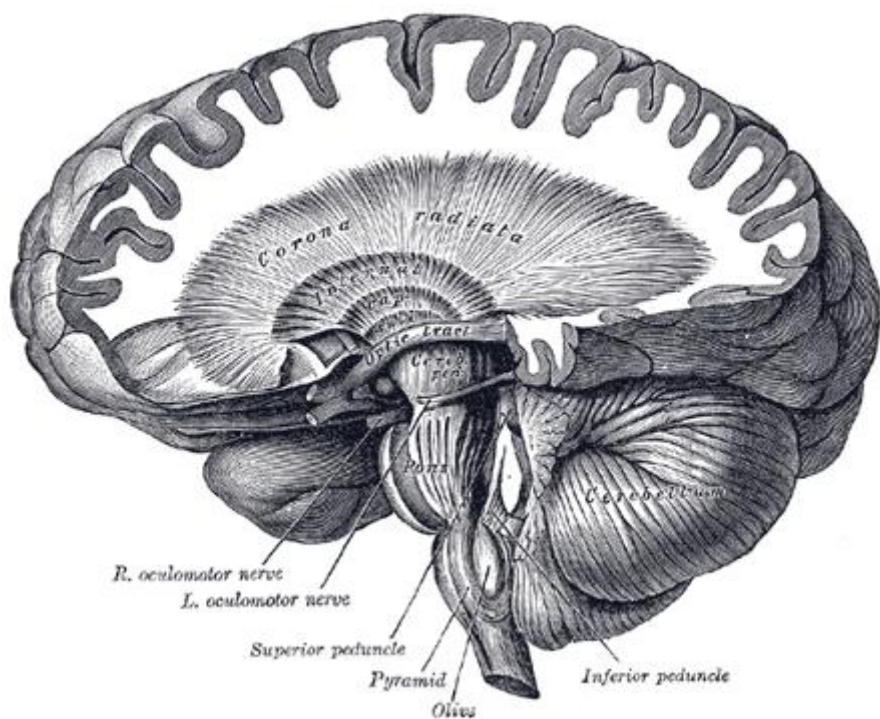


# Bílá hmota

- centrum semiovale
- corona radiata
- **capsula interna**
  - mezi talamem + nucleus caudatus (mediálně) a nucleus lentiformis (laterálně)
  - crus anterius, genu, crus posterius
- **capsula externa**
  - mezi nucleus lentiformis (mediálně) a claustrum (laterálně)
  - obsahuje dlouhé asociační dráhy zpracovávající řeč
- **capsula extrema**
  - mezi claustrum (mediálně) a kůrou inzuly (laterálně)



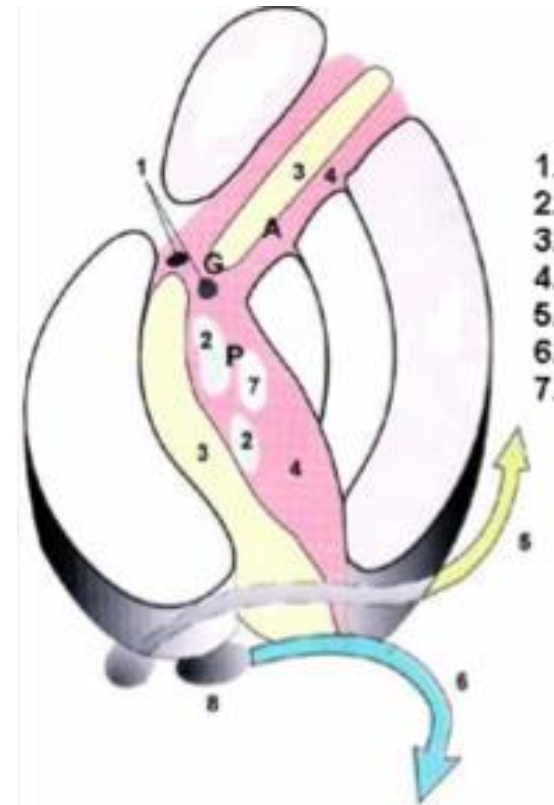
# Bílá hmota





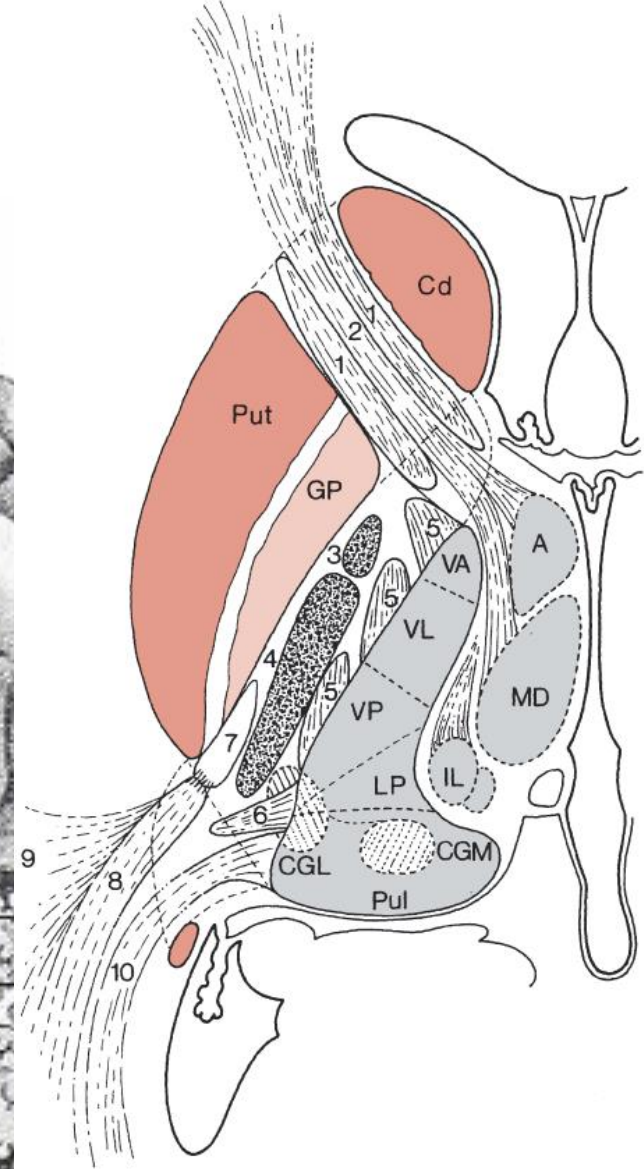
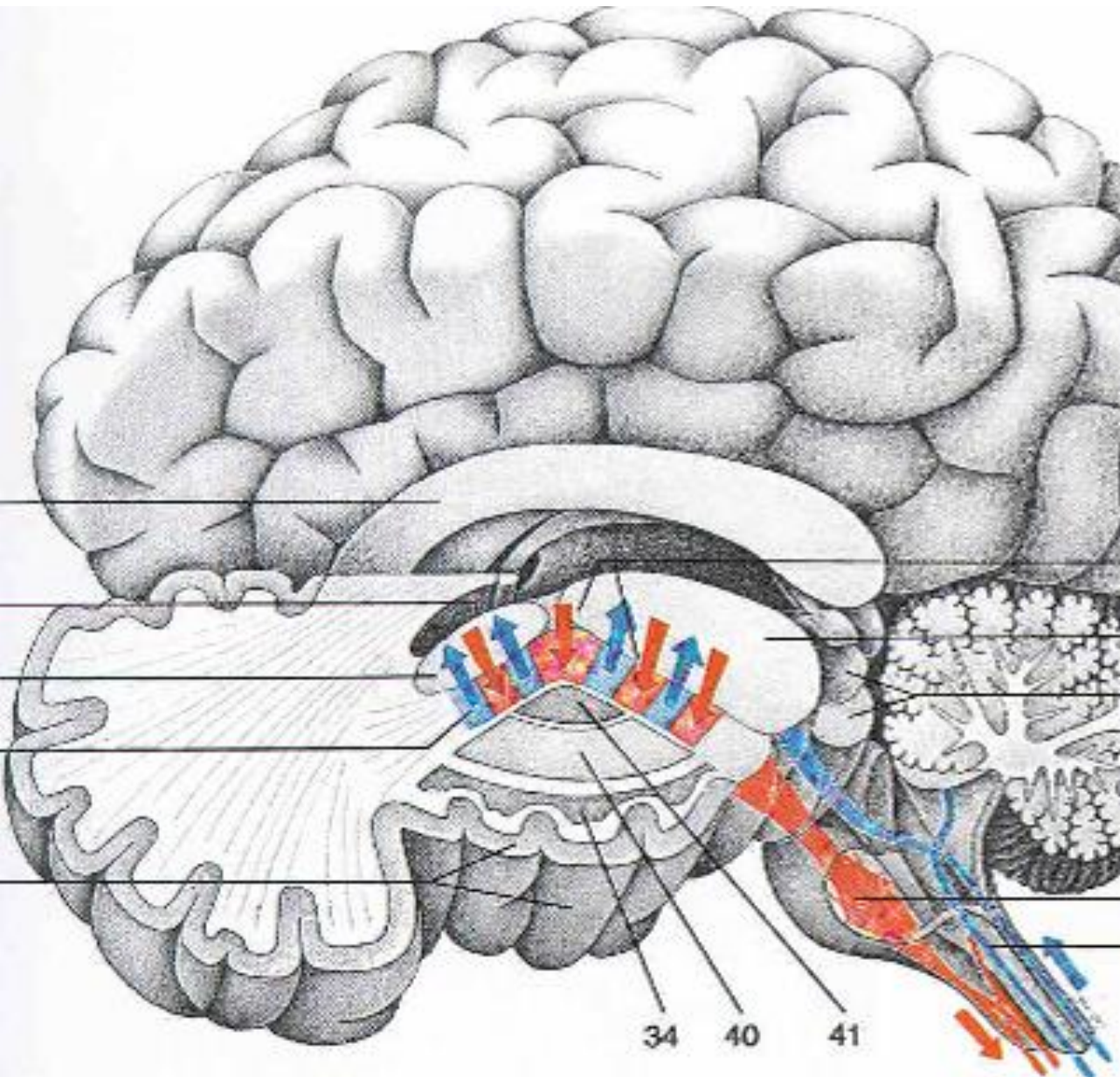
# Capsula interna (Vnitřní pouzdro)

- **crus anterius**
  - radiatio thalami ant. (tr. thalamocorticalis)
  - tr. frontopontinus
- **genu**
  - tr. corticonuclearis
- **crus posterius**
  - radiatio thalami centralis (tr. thalamocorticalis)
  - tr. corticospinalis v somatotopickém uspořádání
  - tr. corticoreticularis + tr. corticorubralis
  - tr. corticothalamicus
  - radiatio thalami post. (tr. thalamocorticalis)
  - tr. parieto- , temporo-, occipitopontinus
  - radiatio optica
  - radiatio acustica
  - *pars retrolenticularis et sublenticularis* (zadní část zadního raménka)
- *pontes grisei caudatolenticulares*

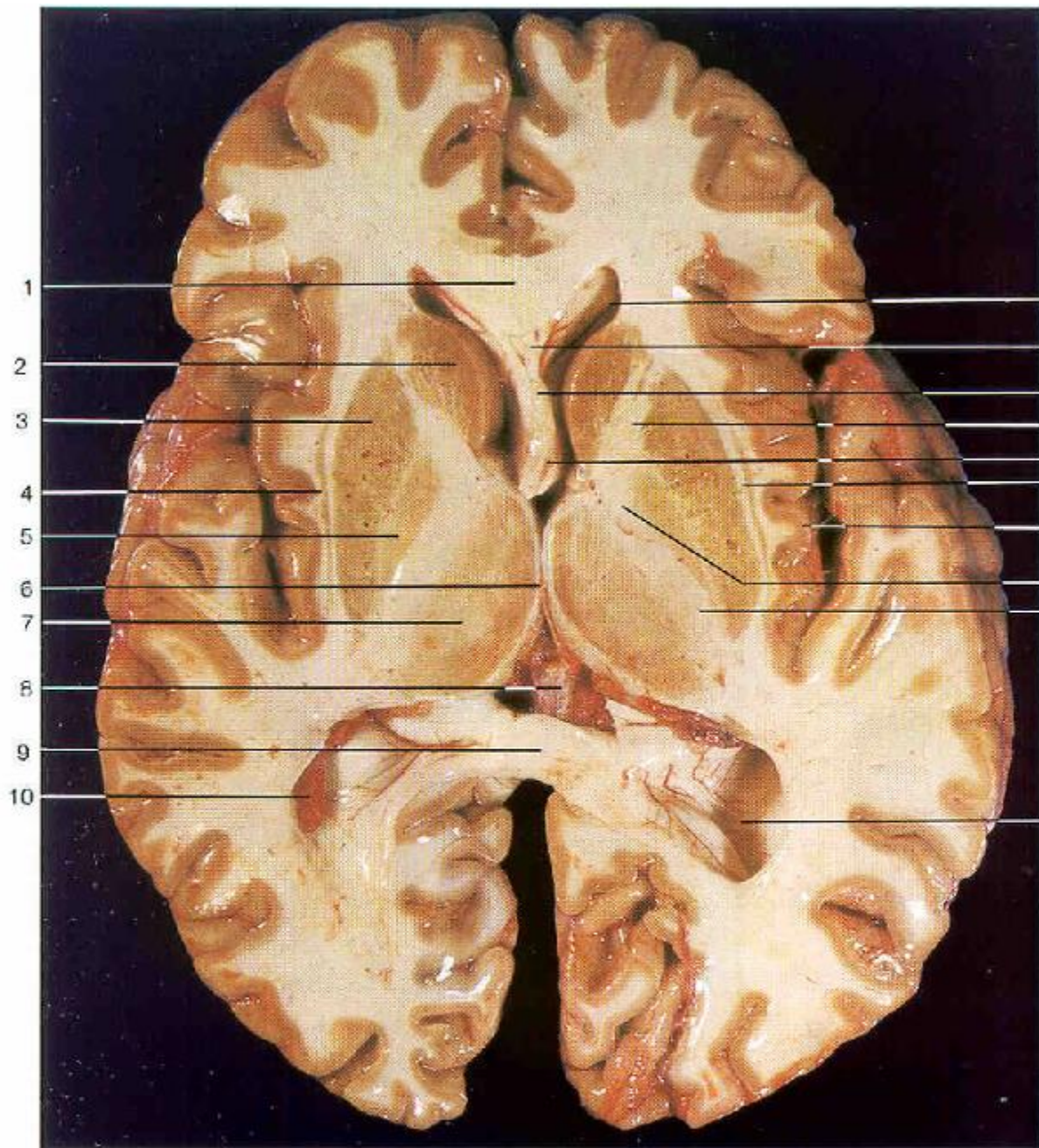




# Capsula interna



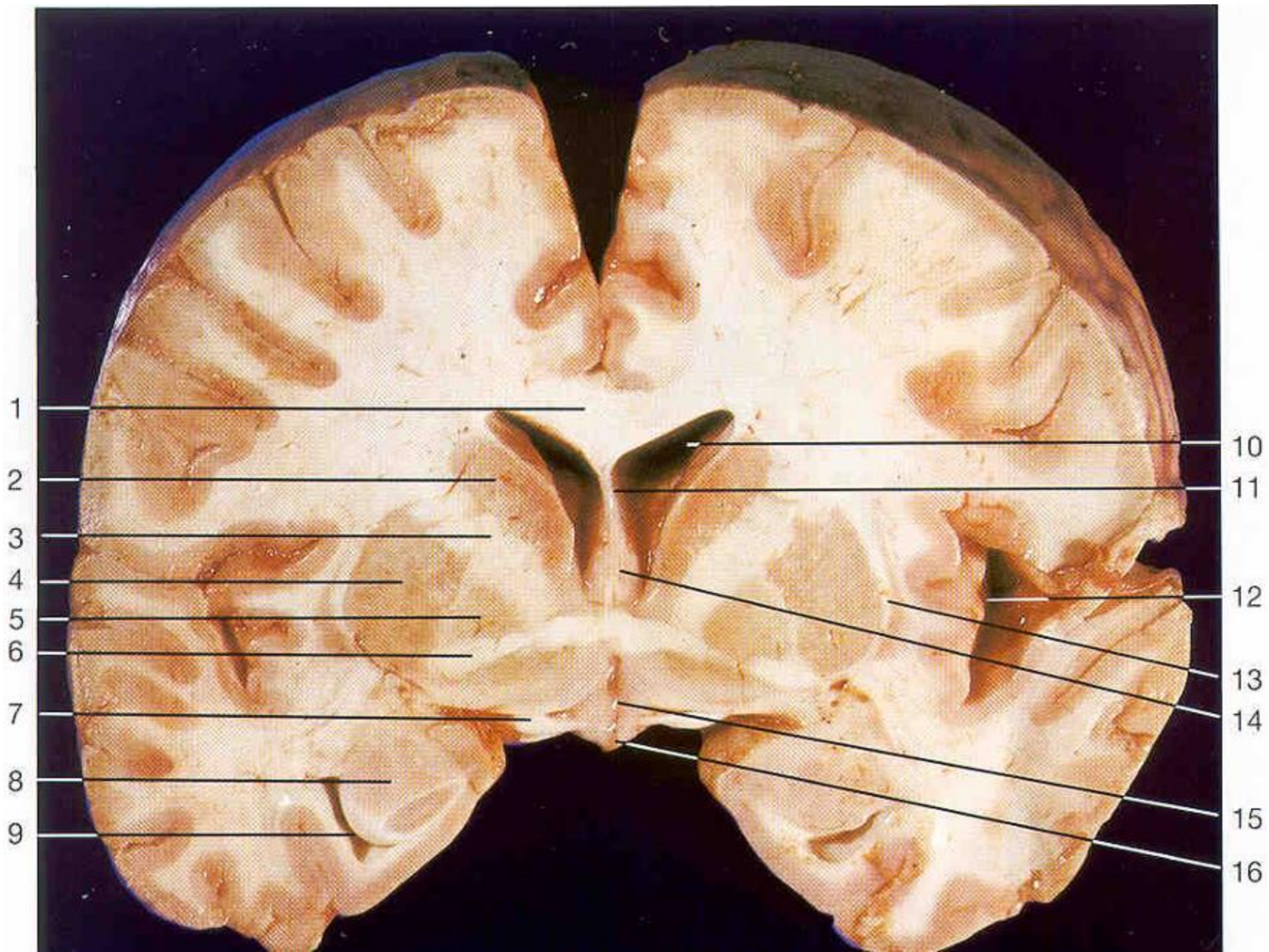




- 1 genu corporis callosi
- 2 caput nuclei caudati
- 3 putamen
- 4 claustrum
- 5 globus pallidus
- 6 ventriculus tertius
- 7 thalamus
- 8 corpus pineale
- 9 splenium corporis callosi
- 10 plexus choroideus ventriculi lat.
- 11 cornu ant. ventriculi lat.
- 12 cavum septi pellucidi
- 13 septum pellucidum
- 14 crus ant. capsulae int.
- 15 columnae fornicis
- 16 capsula ext.
- 17 insula
- 18 genu capsulae int.
- 19 crus post. capsulae int.
- 20 cornu post. ventriculi lat.
- 21 commissura ant.
- 22 radiatio optica
- 23 falx cerebri
- 24 sinus maxillaris
- 25 tuba auditiva
- 26 cavitas tympanica (cavum tympani)
- 27 meatus acusticus ext.
- 28 medulla oblongata
- 29 ventriculus quartus
- 30 Iavá hemisféra mozogká
- 31 articulatio temporomandibularis
- 32 membrana tympani
- 33 basis cochleae
- 34 cellulae mastoideae
- 35 sinus sigmoideus
- 36 vermis cerebelli
- 37 adhaesio interthalamica

Horizontálny rez mozgom vo výške bazálnych ganglií a capsula interna  
(rovina rezu 1)





# Projekční dráhy

- vzestupné (= ascendentní, aferentní)
  - **senzitivní**
    - **přímé**
      - lemniskový systém
        - » = **dráha zadních provazců** (lemniscus medialis)
      - anterolaterální systém (lemniscus spinalis)
        - » **spinotalamická dráha**
        - » **spinoretikulární dráha**
        - » spinotektální dráha
        - » senzitivní dráha hlavových nervů (lemniscus trigeminalis)
    - **nepřímé (mozečkové) – 4**
  - **smyslové**
    - » **zraková dráha**
    - » **sluchová dráha** (lemniscus lateralis)
    - » rovnovážná (vestibulární) dráha
    - » **čichová dráha**
    - » **chuťová dráha**

# Projekční dráhy

- sestupné (= descendentní, eferentní)
  - pyramidová dráha (tractus pyramidalis)
    - **fibrae corticospinales**
    - **fibrae corticonucleares**
    - fibrae corticopontinae, corticoreticulares, -olivares
  - **mimopyramidové dráhy**
    - **tractus reticulospinalis**
    - **tractus vestibulospinalis**
    - tractus tectospinalis
    - tractus rubrospinalis
    - tractus raphespinalis
  - **kmenové dráhy**
    - fasciculus longitudinalis medialis
    - fasciculus longitudinalis posterior

Projekční → Vzestupné → Senzitivní → Přímé:  
**DRÁHA ZADNÍCH PROVAZCŮ**

= *lemniskový systém*

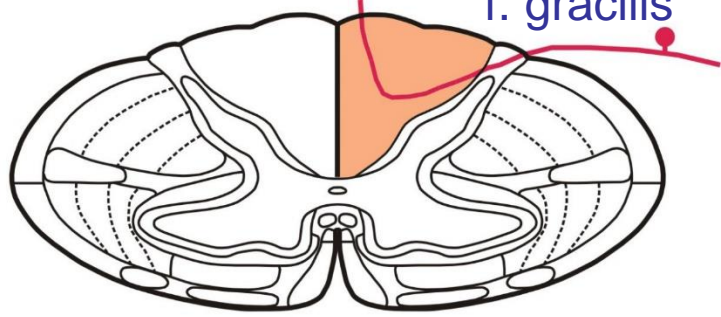
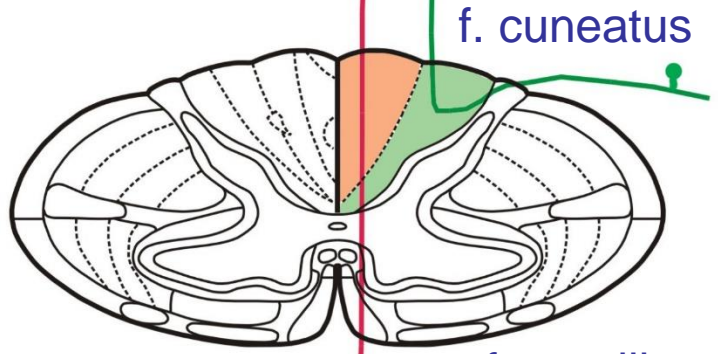
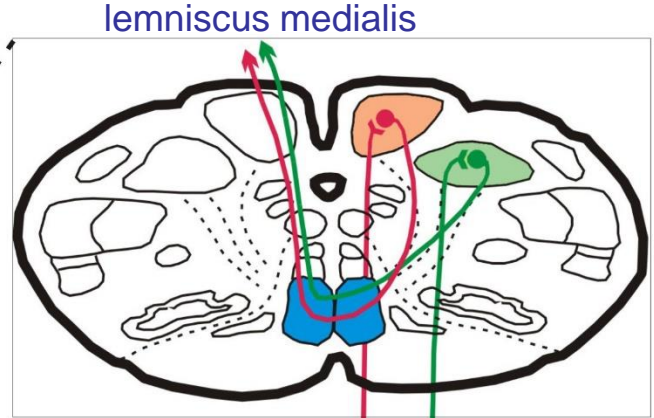
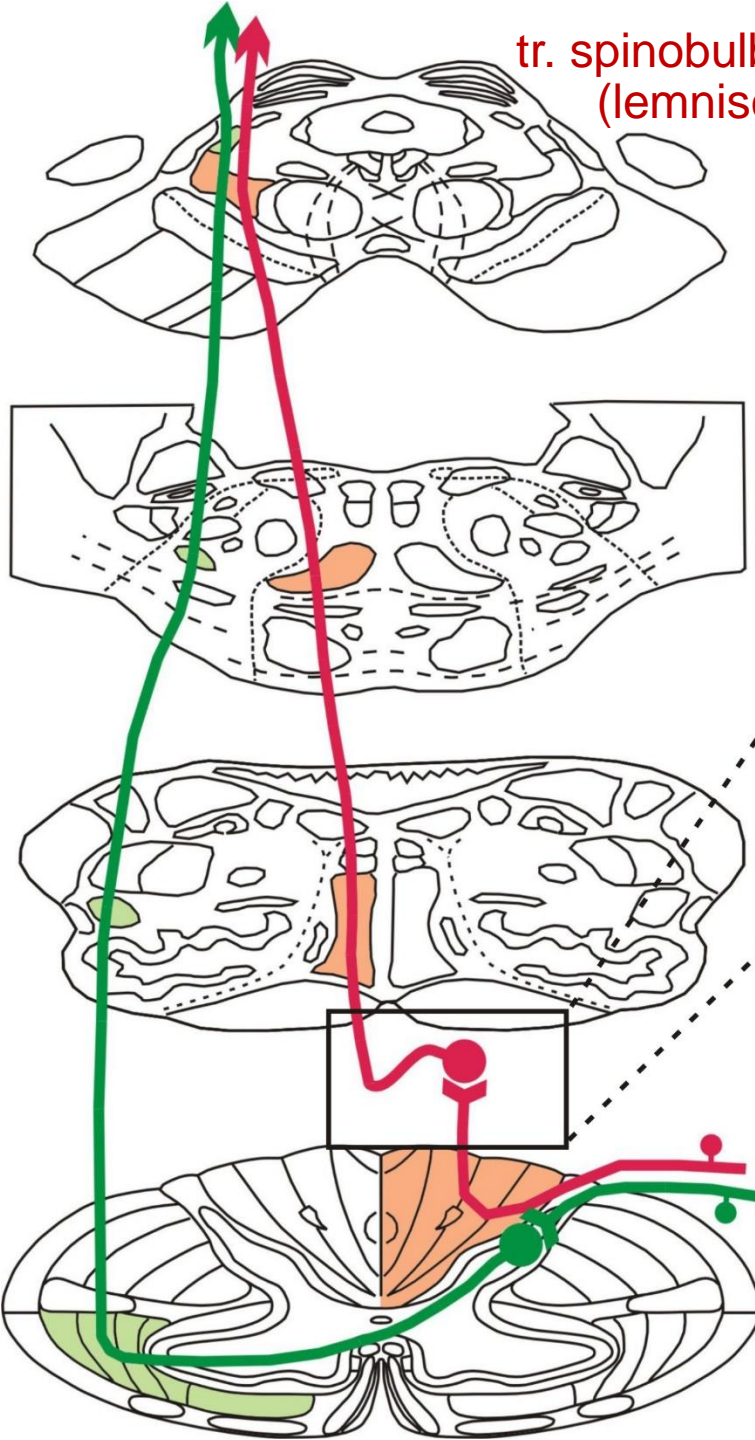
= *tractus spino-bulbo-thalamo-corticalis*

- 3-neuronová dráha, zkřížená v prodloužené míše
- fasciculus gracilis (T7–S5) et cuneatus (C1–T6)
- hmat, vibrace, hluboký tlak, tah, polohocit (propriocepce) z kloubů, šlach a svalů
- porucha: senzoričná ataxie (*sclerosis multiplex*, *tabes dorsalis*) – tabická disociace čítí





tr. spinobulbothalamocorticalis = lemniskový systém  
(lemniscus medialis) = dráha zadních provazců



tr. spinothalamicus ant. + lateralis =  
anterolaterální systém (lemniscus spinalis)

Projekční → Vzestupné → Senzitivní → Přímé →  
Anterolaterální systém:

# TRACTUS SPINOTHALAMICUS

- součást *anterolaterálního systému* (neospinotalamická dráha)
- 3-neuronová dráha, zkřížená v míše
- rychlá (akutní, ostrá bolest), teplo a chlad (lat.) a hrubá citlivost (ant.)
- lemniscus spinalis v kmeni
- z Rexedových zón I,II,IV-VII
- *porucha: syringomyelie* – syringomyelická disociace cití
- *stimulace / chordotomie při neztížitelných bolestech*





Projekční → Vzestupné → Senzitivní → Přímé →  
Anterolaterální systém:

# TRACTUS SPINORETICULARIS

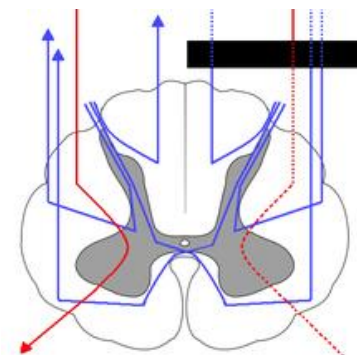
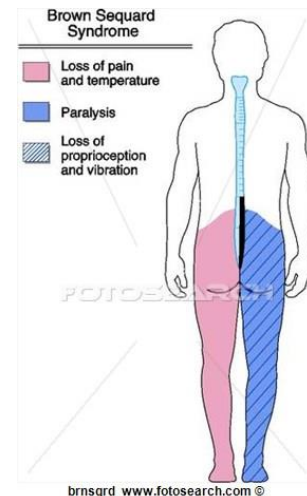
- součást *anterolaterálního systému* (paleospinotalamická dráha)
  - 2(4)-neuronová dráha
  - pomalá (chronická, tupá) bolest, aktivační ascendentní dráha RF (ARAS)
  - zkřížená i nezkřížená
  - vývojově stará = buzení a emoce
- tractus reticulothalamicus (buzení – ascendentní aktivační systém RF) → ncll. intralaminare thalami → gyrus cinguli (emoce)

## TRACTUS SPINOTECTALIS

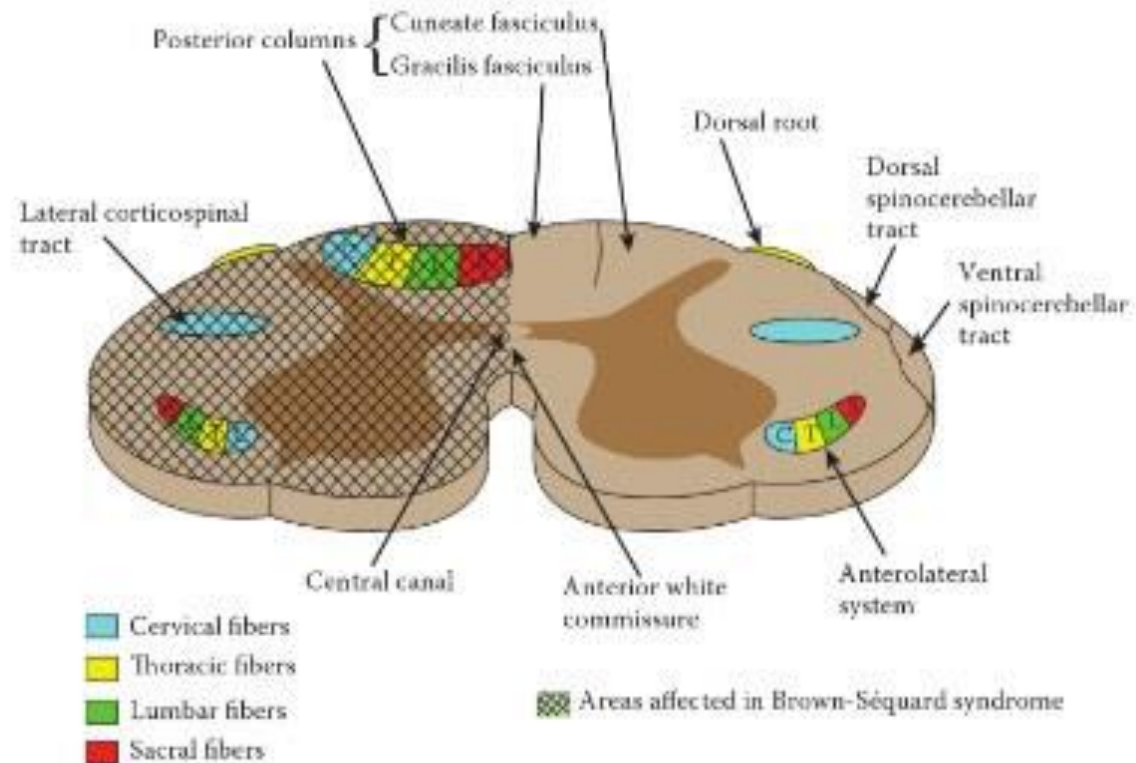
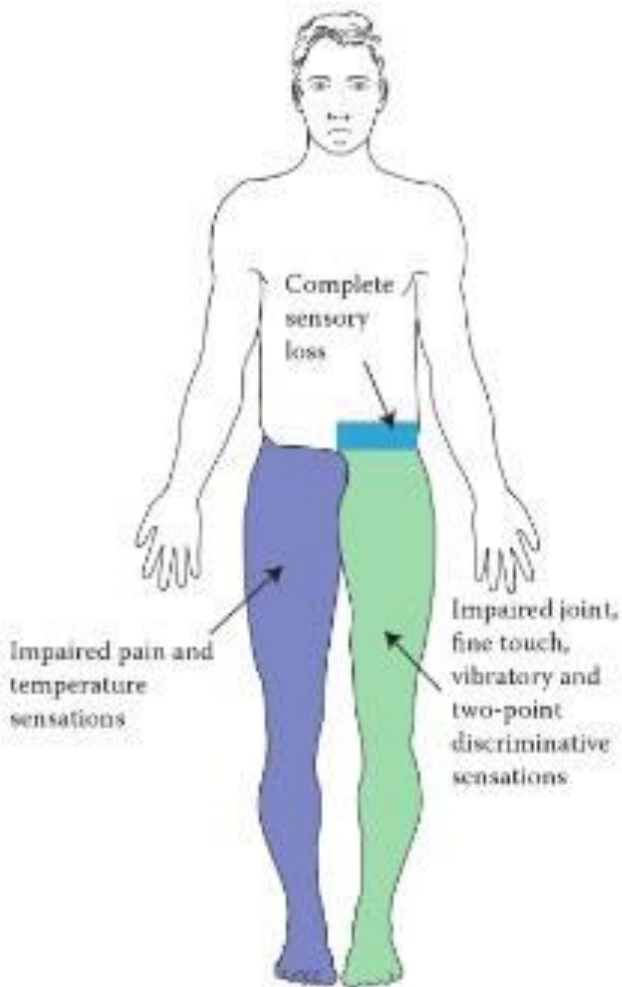
- vývojově stará dráha, zkřížená, silně redukováná
- zapojená do systémů pro motoriku svalů oka, hlavy a krku

# Brownův-Sequardův syndrom

- transverzální míšňí hemisyndrom
- po odeznění míšňího šoku (člověk 2-3 týdny)
  - ipsilaterální hemiplegie
    - porucha fibrae corticospinales
  - kontralaterální analgésie (výpadek čití bolesti, tepla a chladu)
    - porucha anterolaterálního systému
    - vždy o 1 segment výše
  - ipsilaterální anestézie (výpadek polohocitu, dotyku, vibrací, tahu a tlaku)
    - porucha drah zadních provazců
  - hyperestézie nad místem přerušení
    - iritace v místě poškození



# Brown-Séquard syndrome



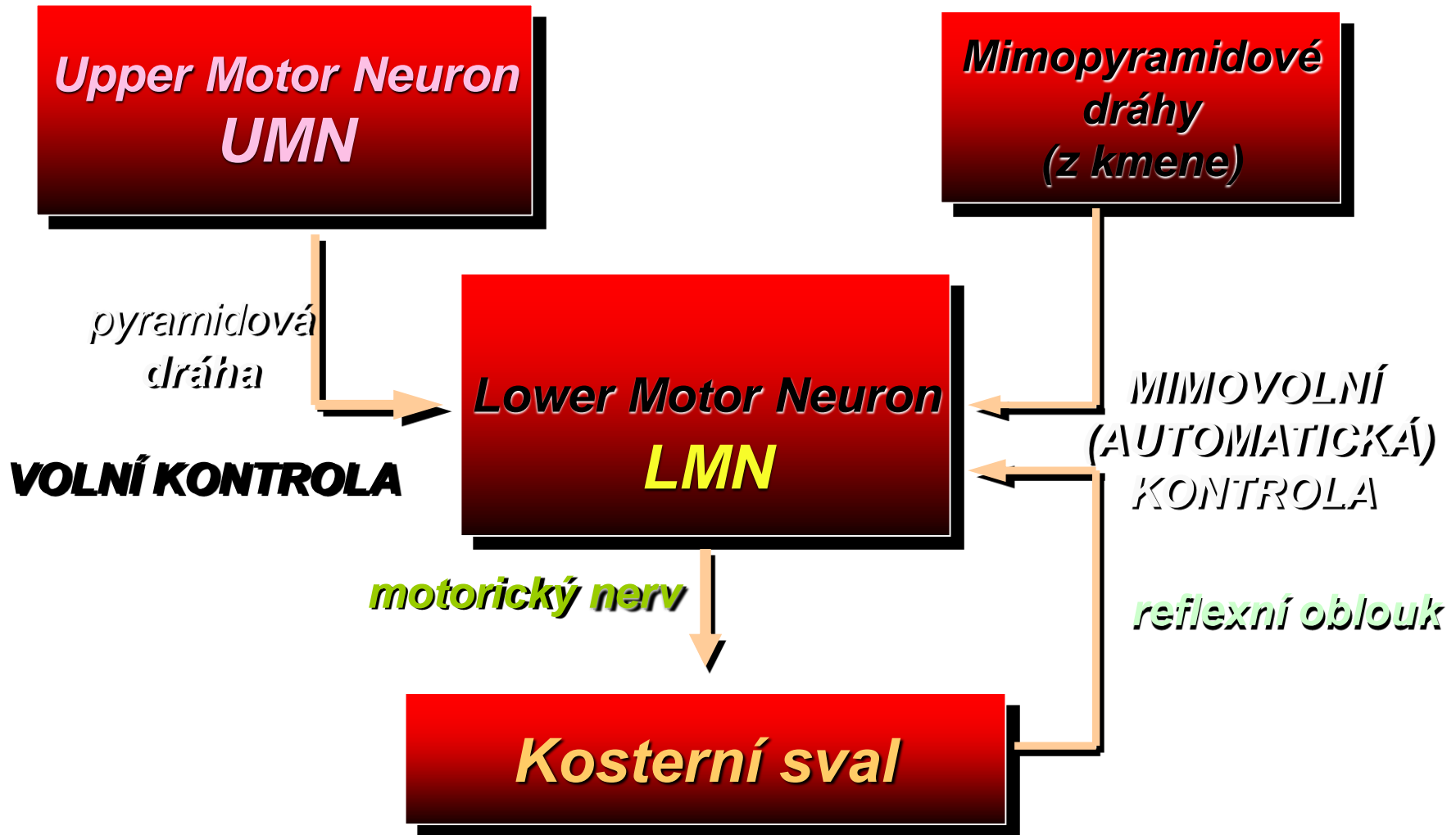
Projekční → Vzestupné → Senzitivní → Přímé →  
Anterolaterální systém:

## SENZITIVNÍ DRÁHY HLAVOVÝCH NERVŮ

- obdoba obou systémů u hlavových nervů
- hmat, polohocit (tr. trigeminothalamicus post.) a bolest z hlavy (tr.t-th ant.)
- n. V, IX, X
- lemniscus trigeminalis se přidává laterálně k lemniscus medialis



# Somatomotorický systém – přehled



Projekční → Sestupné →

Tractus pyramidalis:

# FIBRAE CORTICOSPINALES

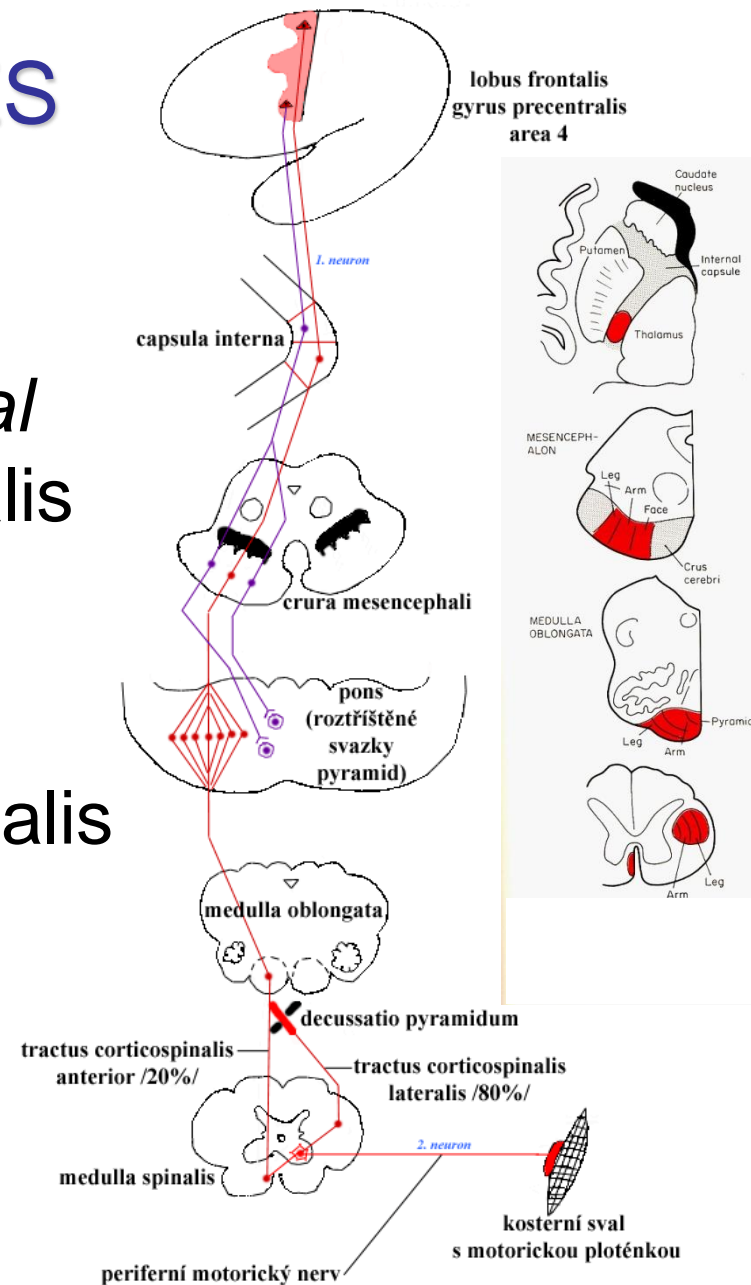
## TRACTUS PYRAMIDALIS

- fibrae corticospinales (zkřížená dráha)

- fibrae corticonucleares

(nezkřížená dráha s výjimkou n. IV a části n. III)

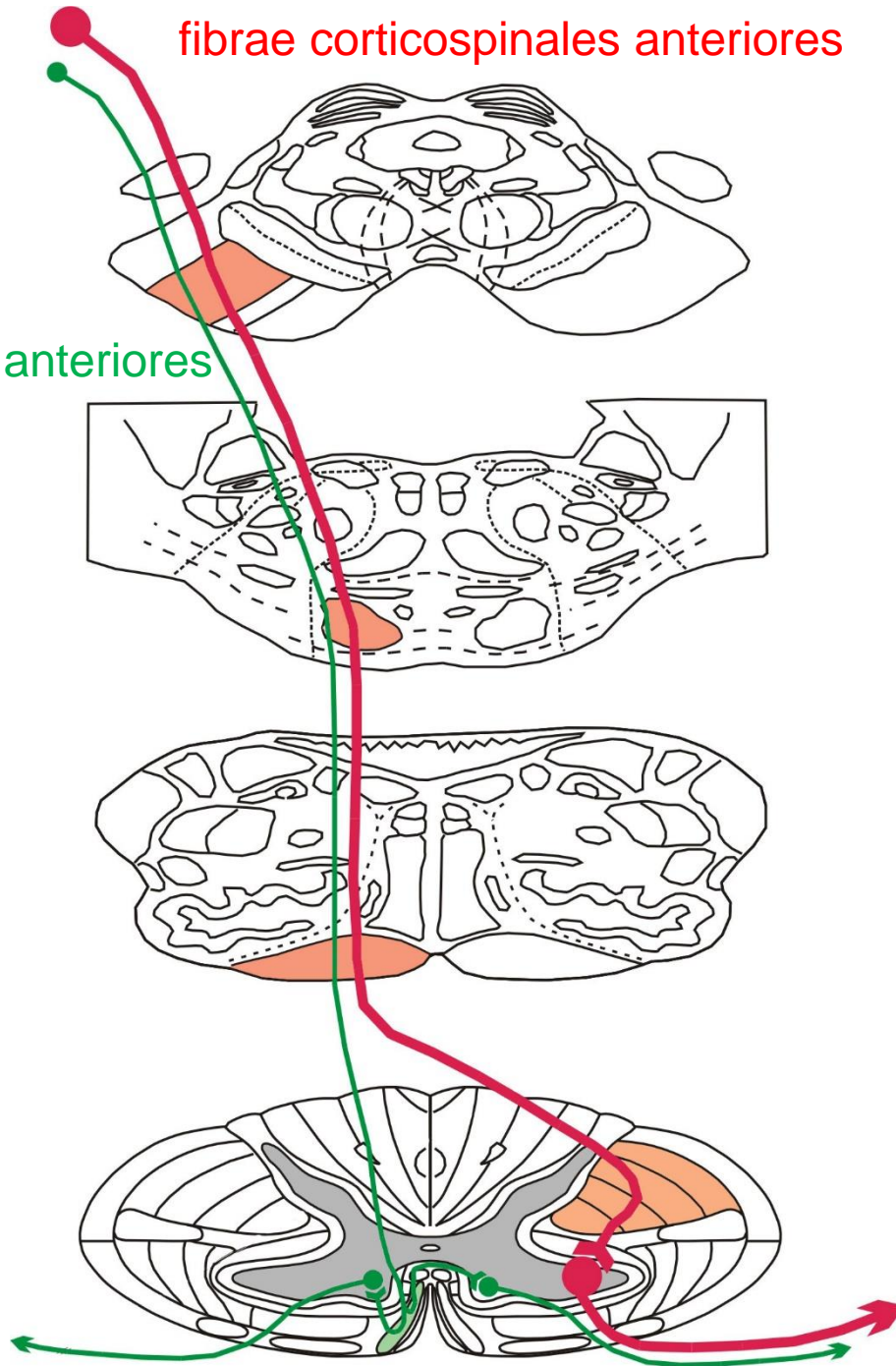
- klinicky „pyramidová dráha“
- 1-neuronová dráha
- **!pozor! 2-neuronová: kůra → sval**
- 80 % zkříženo → tr. corticospinalis LAT.
- 10 % → tr. corticospinalis ANT. zkříženo → krk a HK
- 10 % → přidá se k tr. corticospinalis LAT.
- *Renshawovy buňky*
- „hra s prsty“
- **porucha: druhostranná obrna**



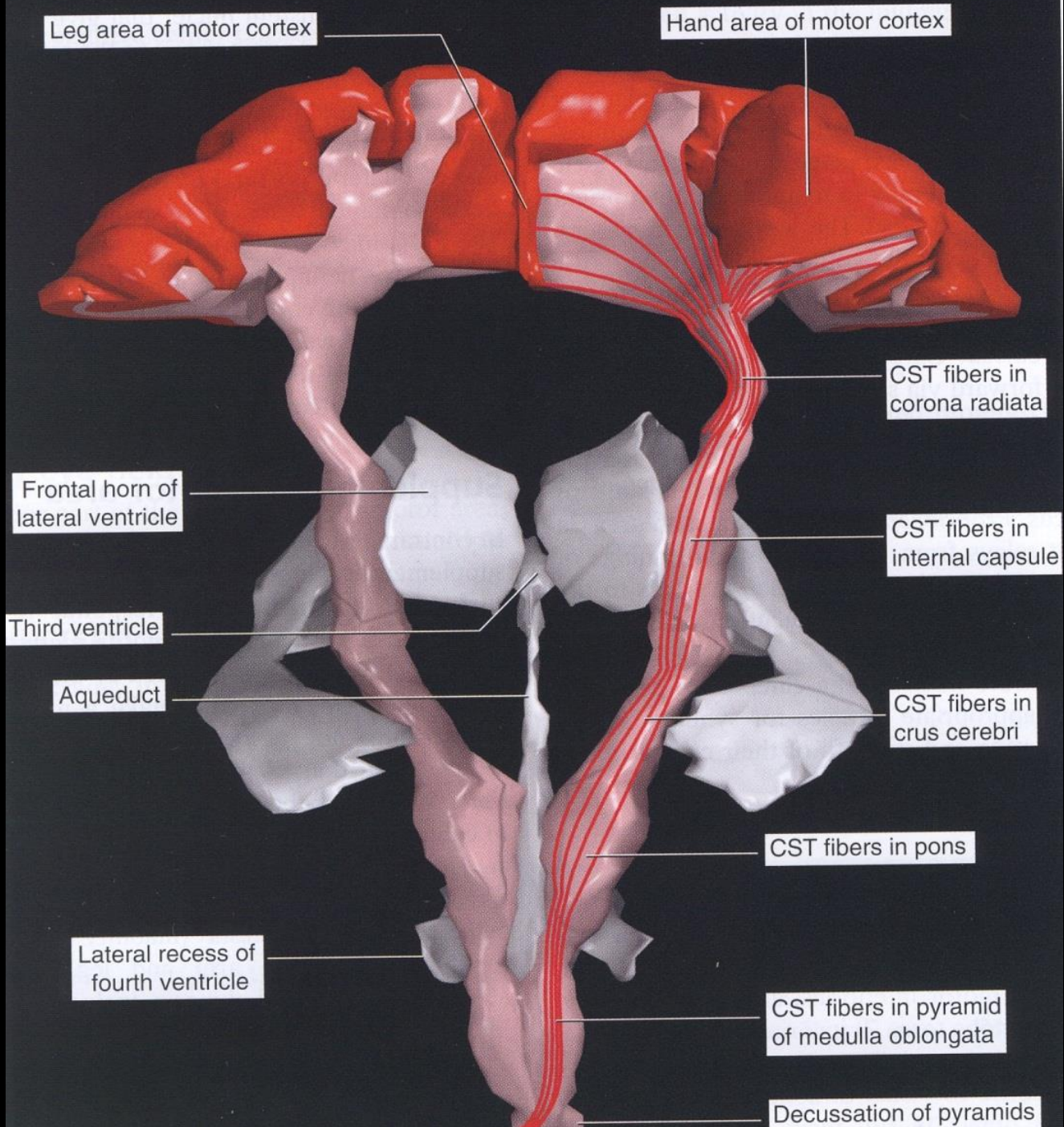


tractus pyramidalis

fibrae corticospinales anteriores



fibrae corticospinales anteriores



Leg area of motor cortex

Hand area of motor cortex

CST fibers in corona radiata

Frontal horn of lateral ventricle

CST fibers in internal capsule

Third ventricle

CST fibers in crus cerebri

Aqueduct

CST fibers in pons

Lateral recess of fourth ventricle

CST fibers in pyramid of medulla oblongata

Decussation of pyramids



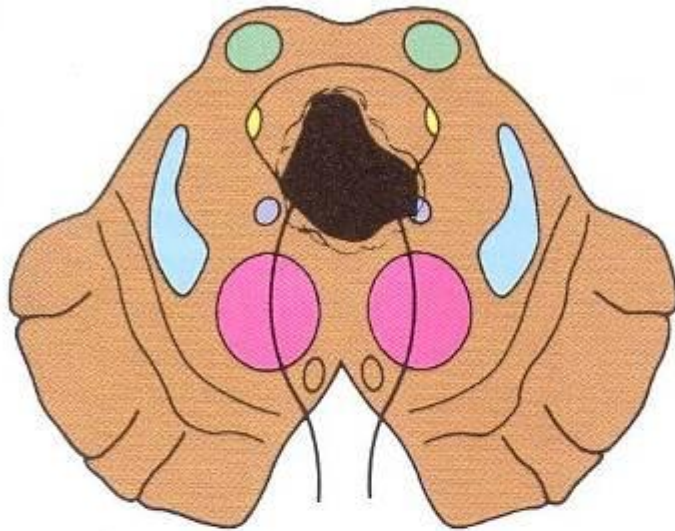
# Projekční → Sestupné → Tractus pyramidalis: FIBRAE CORTICONUCLEARES

- 1-neuronová dráha k jádrům hlavových nervů
- !pozor! 2 neurony: kůra → sval !
  - ncl. motorius n.V.
  - ncl. n. VII
  - ncl. ambiguus (pro n. IX,X,XI)
  - ncl. n. XII
  - pro jádra okohybných nervů (n. III,IV,VI) přes interneurony + z dalších zdrojů
- zkřížená i nezkřížená
  - pouze zkřížená pro dolní část ncl. n. VII a pro nucleus n. XII
- *porucha: hemiplegia alternans*

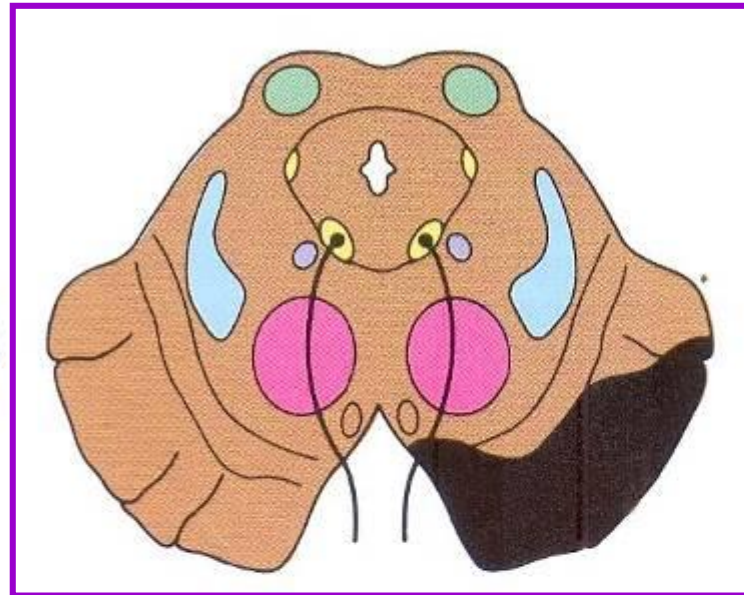
# Hemiplegia alternans

- stejnostranná obrna svalů z hlavových nervů + druhostranná obrna svalů trupu a končetin
- dané hlavové nervy tu míjejí při výstupu z kmene kortikospinální vlákna → porucha
- hemiplegia alternans **superior** (*Weber*) – **n. III**
- hemiplegia alternans **media** (*Millard-Gubler*) – **n. VII**
- hemiplegia alternans **inferior** (*Jackson II*) – **n. XII**

# Sectio mesencephali



A

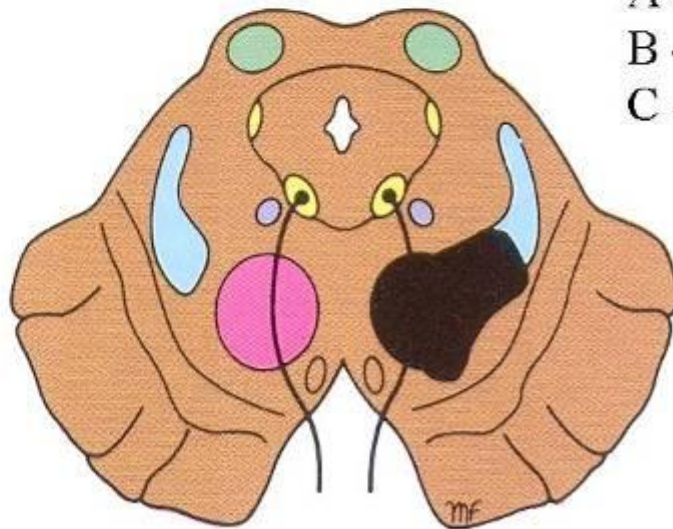


B

A - tumor in aqueductu

B - hemiplegia alternans (superior Weberi)

C - syndroma Benedikti



C

Projekční → Sestupné → Mimopyramidové dráhy:

# TRACTUS VESTIBULOSPINALIS

- **tr. vestibulospinalis lateralis**

- z ncl. vestibularis lateralis *Deitersi*
- nezkřížený
- excitace extenzorů a epaxiálních svalů (posturální svaly)

- **tr. vestibulospinalis medialis**

- z ncl. vestibularis medialis
- zkřížený i nezkřížený
- do fasciculus longitudinalis medialis → krční mícha
- reflex oči-hlava v jedné rovině, stabilizaci hlavy a očí při pohybu

Projekční → Sestupné → Mimopyramidové dráhy:

## TRACTUS RETICULOSPINALIS

lokomoční centrum – dolní část RF

mezencefala → chůze

- pons → nezkřížený → funiculus ant. → aktivace extenzorů
- medulla oblongata → částečně zkřížený → funiculus lat. → aktivace flexorů
- *ovládá gama kličku, řídí tonus svalů, integruje vliv kůry, mozečku, hypotalamu a limbického systému*

# Projekční → Sestupné → Mimopyramidové dráhy:

všechny navazují na dráhy přivádějící podněty z kůry  
základní pohyby (chůze, podání ruky)

- **tractus tectospinalis**

- motorika hlavy a krku
- decussatio tegmentalis posterior, končí v krční míše

- **tractus rubrospinalis**

- magnocelulární část nucleus ruber
- (u člověka rudimentární)
- excitace flexorů, inhibice extenzorů proximálních svalů HK
- decussatio tegmentalis anterior, končí v krční míše



# Projekční → Sestupné → Mimopyramidové dráhy:

- **tractus raphespinalis**

- serotonin, zkřížená i nezkrížená
- tlumení bolesti na míšní úrovni

- **tractus interstitiospinalis**

- ve fasciculus longitudinalis medialis, nezkrížený
- napětí šíjového svalstva dle zrakových a rovnovážných podnětů

- ***centrální autonomní dráha***

- sympatikus – baroreceptory
- parasympatikus – mostové mikční a defekační centrum → Onufovo centrum S2-4

# 3 systémy motoriky dle funkce

- mediální – *hrubá motorika (trup)*
  - tr. vestibulo-, tecto-, reticulospinalis (mediální část)
- laterální – *jemná motorika (končetiny)*
  - tr. cortico- a rubrospinalis
- třetí – *mimovolní emoční motorika (řeč těla, třes, gama klička)*
  - tr. raphe-, caeruleo-, spinalis, reticulospinalis (laterální část z prodloužené míchy)

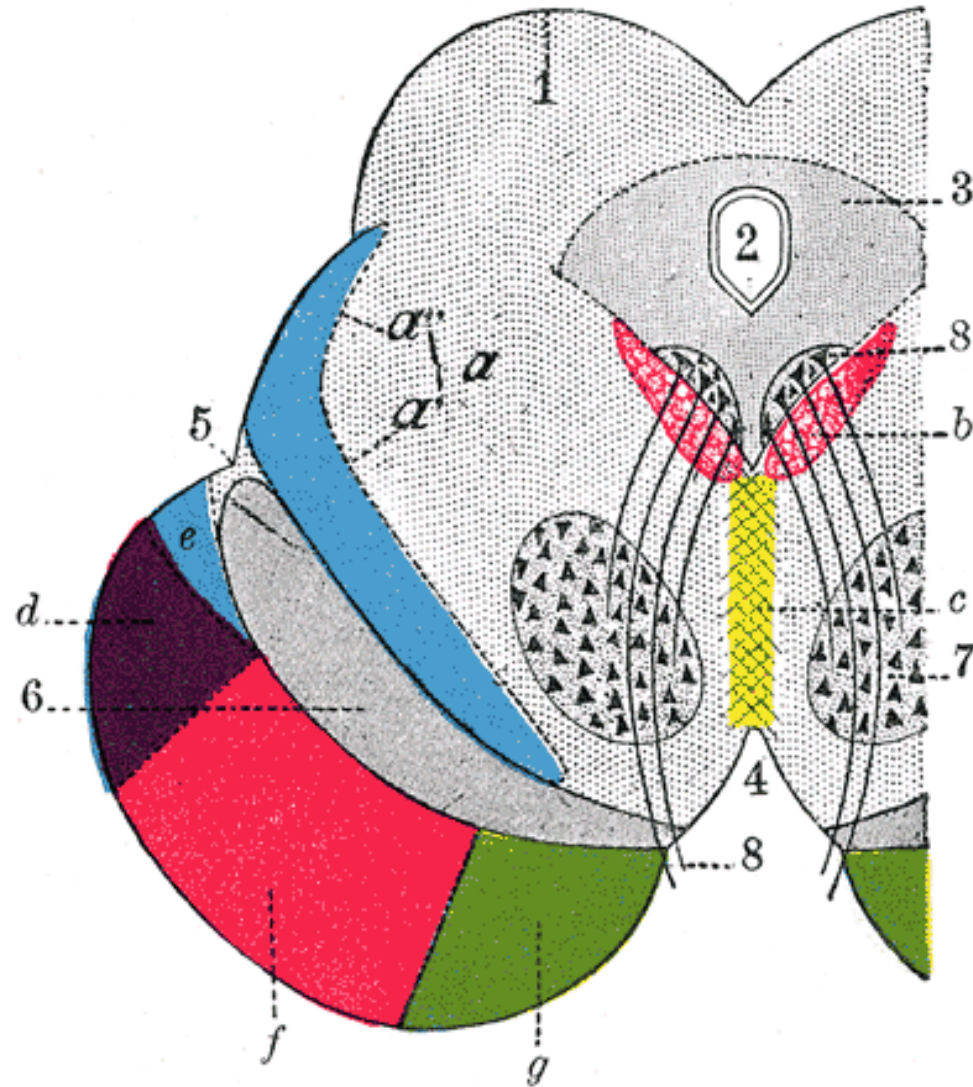
Projekční → Sestupné i Vzestupné → Kmenové dráhy:

- fasciculus longitudinalis medialis

- jádra okohybných nervů, colliculus sup., ncl. interstitialis *Cajali* (*centra pohledu*), ncl. VII a nuclei vestibulares
- do krční míchy
- zkřížený
- obsahuje: tr. tectospinalis, tr. vestibulospinalis medialis
- *funkce: souhyby očí, hlavy a krku; optokinetický, vestibulo-okulární reflex, sakadické pohyby očí*



# Projekční → Sestupné i Vzestupné → Kmenové dráhy



Projekční → Sestupné i Vzestupné → Kmenové dráhy:

- fasciculus longitudinalis posterior Schützi
  - nezkřížená dráha z mediální části hypotalamu podél střední čáry
  - do parasympatických jader hlavových nervů a S míchy, RF, modulace bolesti, sympatická jádra T-L míchy
  - ascendentní: viscerální informace z RF do hypotalamu (+ chuťové a senzitivní informace z ncl. tractus solitarii)
  - ve středním mozku probíhá přes PAG
  - *funkce: obousměrná koordinace autonomního systému*

Projekční → Vzestupné → Senzorické

# ZRAKOVÁ DRÁHA

4-neuronová, částečně zkřížená dráha

1.N: tyčinky a čípky sítnice

2.N: bipolární buňky sítnice

3.N: gangliové buňky sítnice → n. II → chiasma opticum → corpus geniculatum laterale

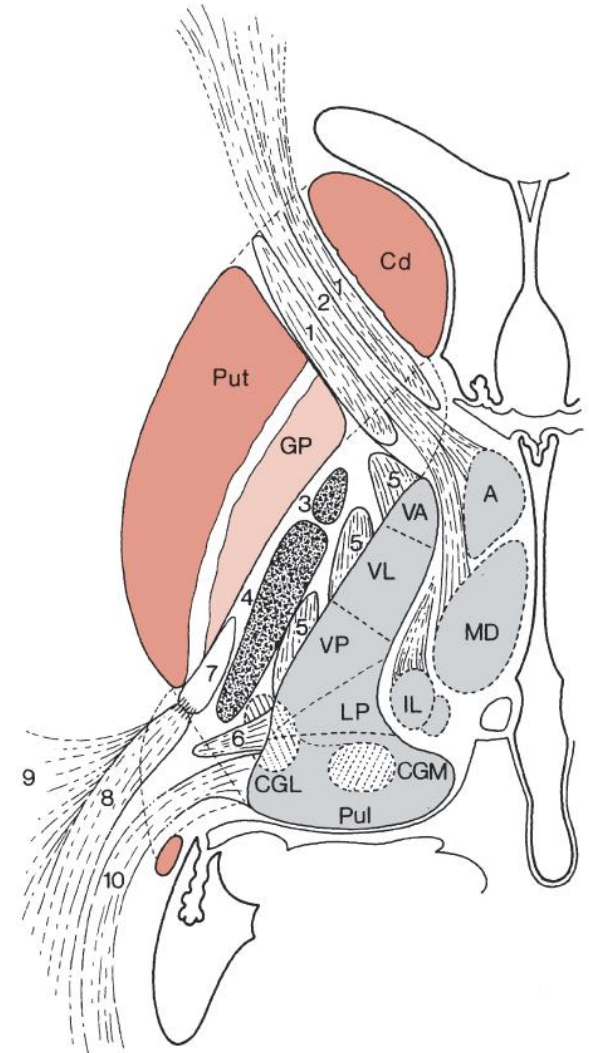
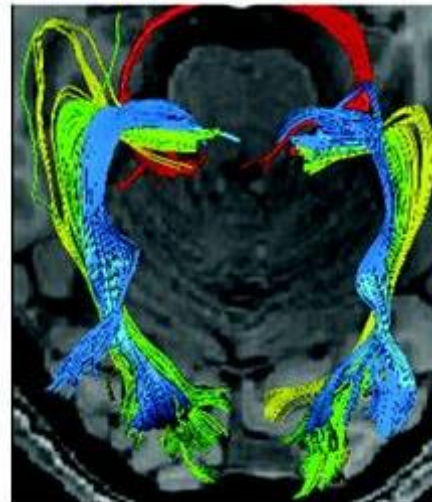
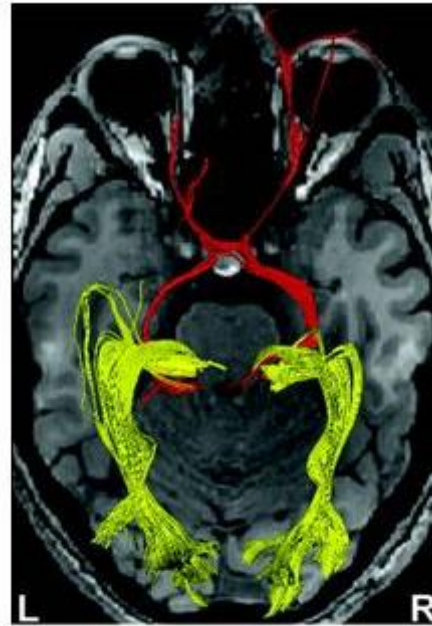
4.N: buňky v nucleus corporis geniculati lateralis → fibrae geniculocalcarinae (= radiatio optica *Gratioleti*) → lobus occipitalis, area 17 (kolem sulcus calcarinus)

- dolní (Flechsigova-**Meyerova**-Archimbaultova) klička – dolní polovina sítnice (horní 1/2 zorného pole)
- střední svazek
- horní (**Baumova**) klička – horní polovina sítnice (dolní 1/2 zorného pole)



# Radiatio optica *Gratiolet*

- **fasciculus anterior**  
= dolní (**Meyerova-Archimbaultova**)
  - klička tvoří oblouk kolem dolního rohu postranní komory ve spánkovém laloku
  - dolní polovina sítnice (horní 1/2 zorného pole)
- **fasciculus centralis**
- **fasciculus posterior**  
= horní (**Baumova**)
  - klička přímo temenním lalokem
  - horní polovina sítnice (dolní 1/2 zorného pole)



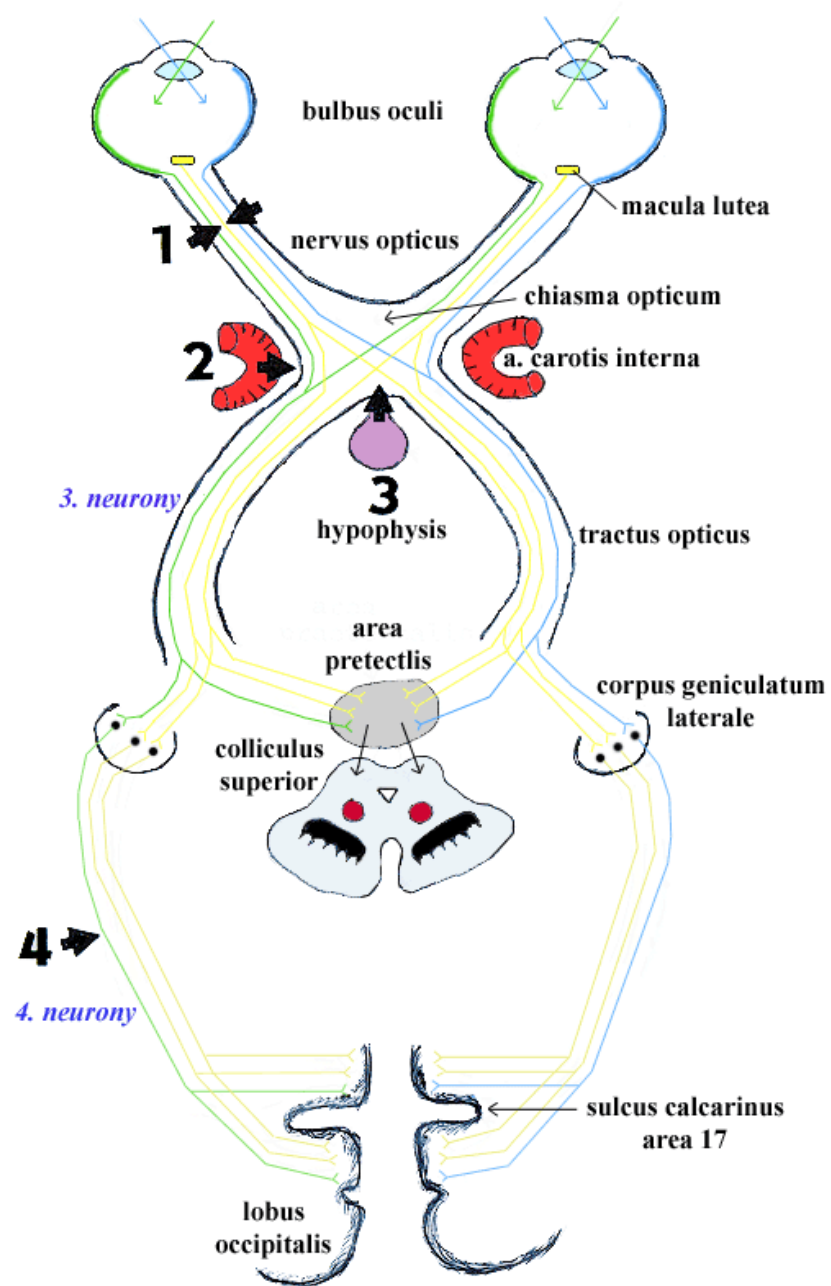
Projekční → Vzestupné → Senzorické  
ZRAKOVÁ DRÁHA – odbočky od 3. neuronu

- radix optica hypothalamica do **nucleus suprachiasmaticus** (a paraventricularis) – převádí zrakové signály na nejvyšší autonomní centra (vidění jídla = slinění)
- radix medialis (optica mesencephalica) do **area pretectalis** k ncl. pretectales (4.N) – dráha zornicového (pupilárního) reflexu
  - pro **miózu**: → 5.N: nucleus accessorius dorsalis n. III *Edinger-Westphal* → parasympatickou dráhou s n. III → 6.N: ganglion ciliare → nn. ciliares breves → m. ciliaris et m. sphincter pupillae (akomodace + mióza)

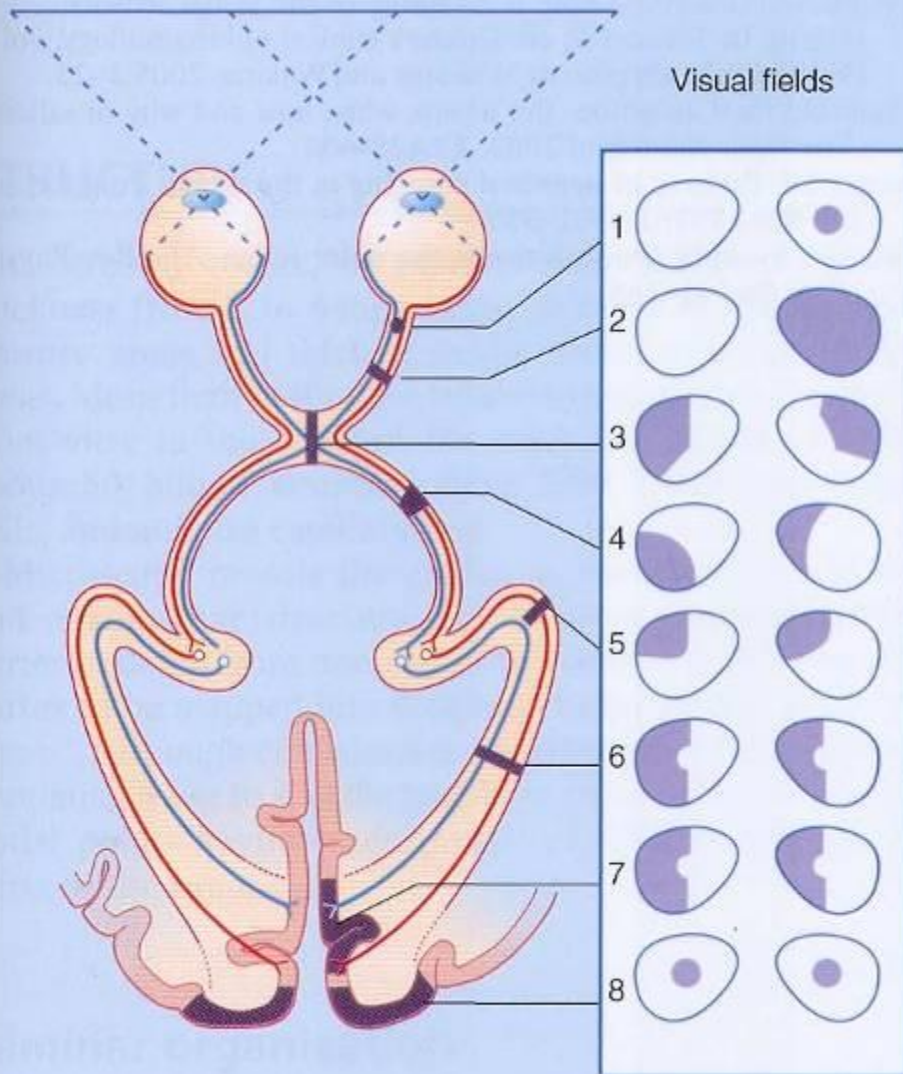
# Projekční → Vzestupné → Senzorické ZRAKOVÁ DRÁHA – odbočky od 3. neuronu

- pro **mydriázu**: → 5.N: retikulární formace → tractus reticulospinalis → 6.N: centrum ciliospinale *Budge* (C8-T1) → r.com.albus → ggl. stellatum (bez přepojení) → truncus sympathicus → 7.N: ganglion cervicale superius → n. et plexus caroticus internus → plexus ophthalmicus → ggl. ciliare (bez přepojení) → nn. ciliares breves → m. dilatator pupillae (mydriáza)
- dráha pro **konvergenci**: 4.N: nucleus interstitialis *Cajali* → fasciculus longitudinalis medialis (zkříženě i nezkříženě) → 5.N jádra všech okohybných nervů
- **tektální zrakový okruh** → tractus tectospinalis
  - řízení souhybů očí, hlavy a krku směrem ke zrakovým podnětům a ke koordinaci s celkovými pohyby těla



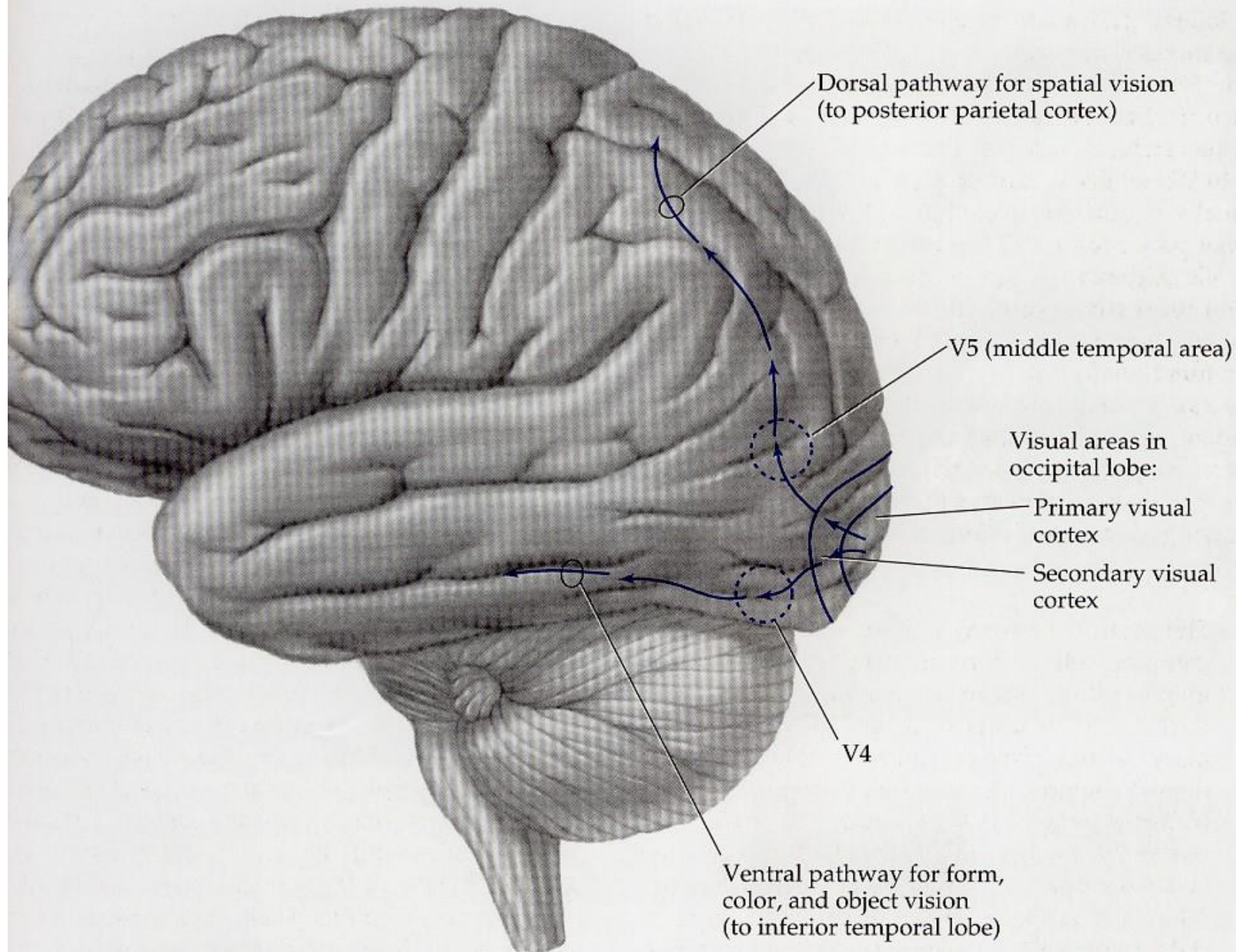


- 1 - amaurosis (= slepota) levého oka
- 2 - hemianopsia nasalis (porucha jen na levém oku)
- 3 - hemianopsia heteronyma bitemporalis
- 4 - hemianopsia homonyma dextra



**Table CP 28.1.1** Classification of dyphasia.

Number	Lesion	Field defect
1	Partial optic nerve	Ipsilateral*scotoma <sup>a</sup>
2	Complete optic nerve	Blindness in that eye
3	Optic chiasm	Bitemporal hemianopia
4	Optic tract	Homonymous <sup>b</sup> hemianopia
5	Meyer's loop	Homonymous upper quadrantanopia
6	Optic radiation	Homonymous hemianopia
7	Visual cortex	Homonymous hemianopia
8	Bilateral macular cortex	Bilateral central scotomas





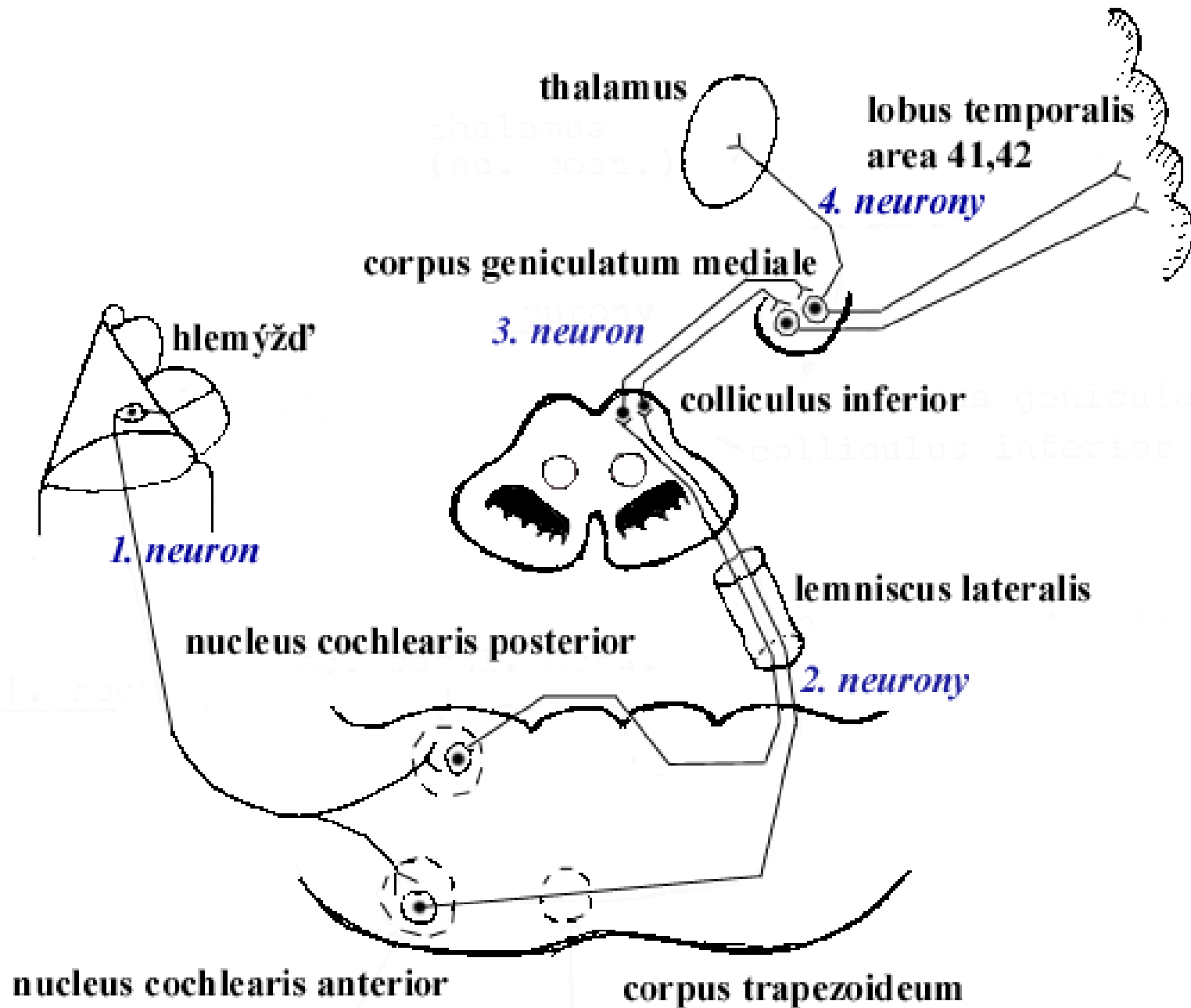
Projekční → Vzestupné → Senzorické

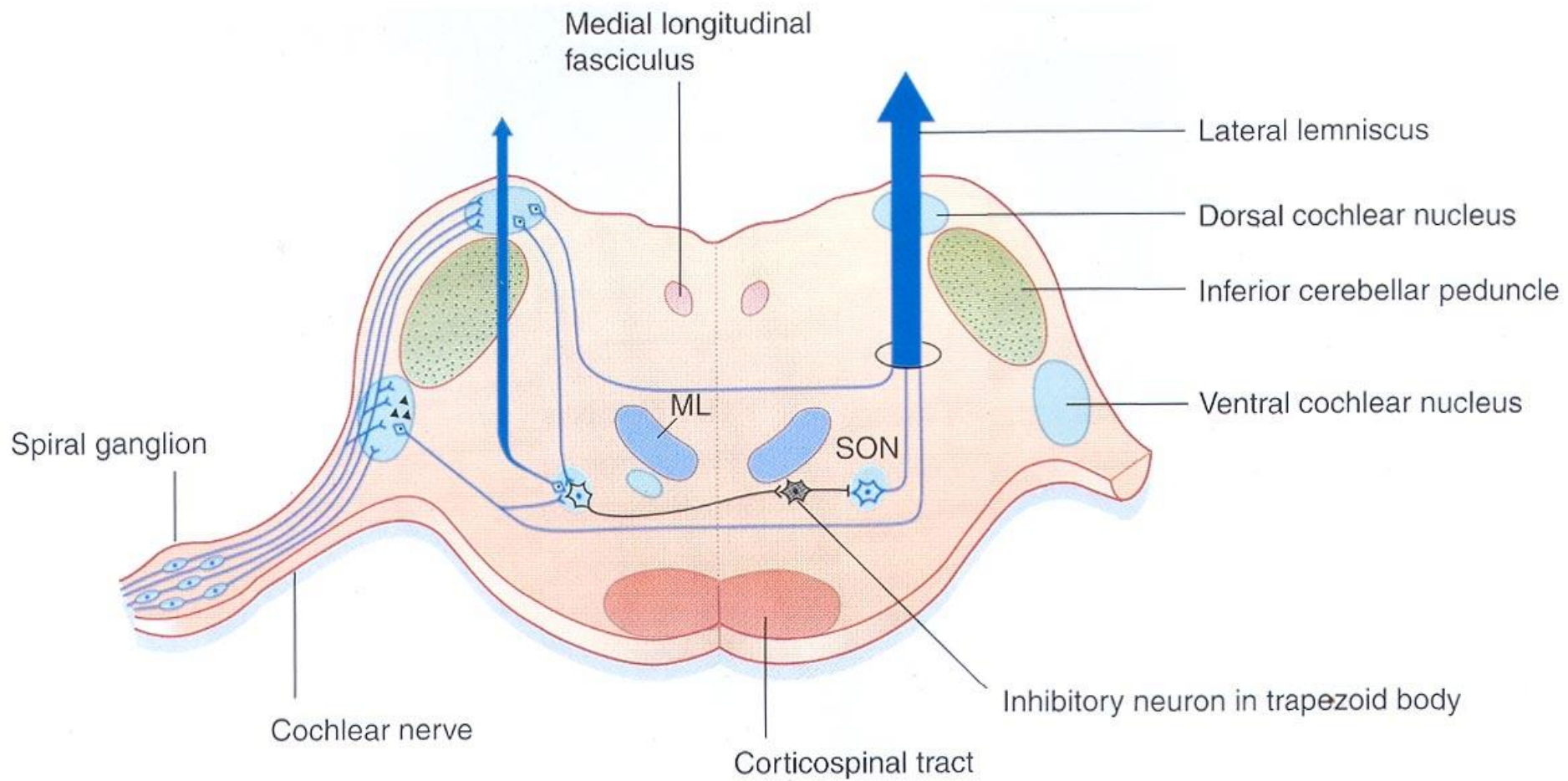
# SLUCHOVÁ DRÁHA

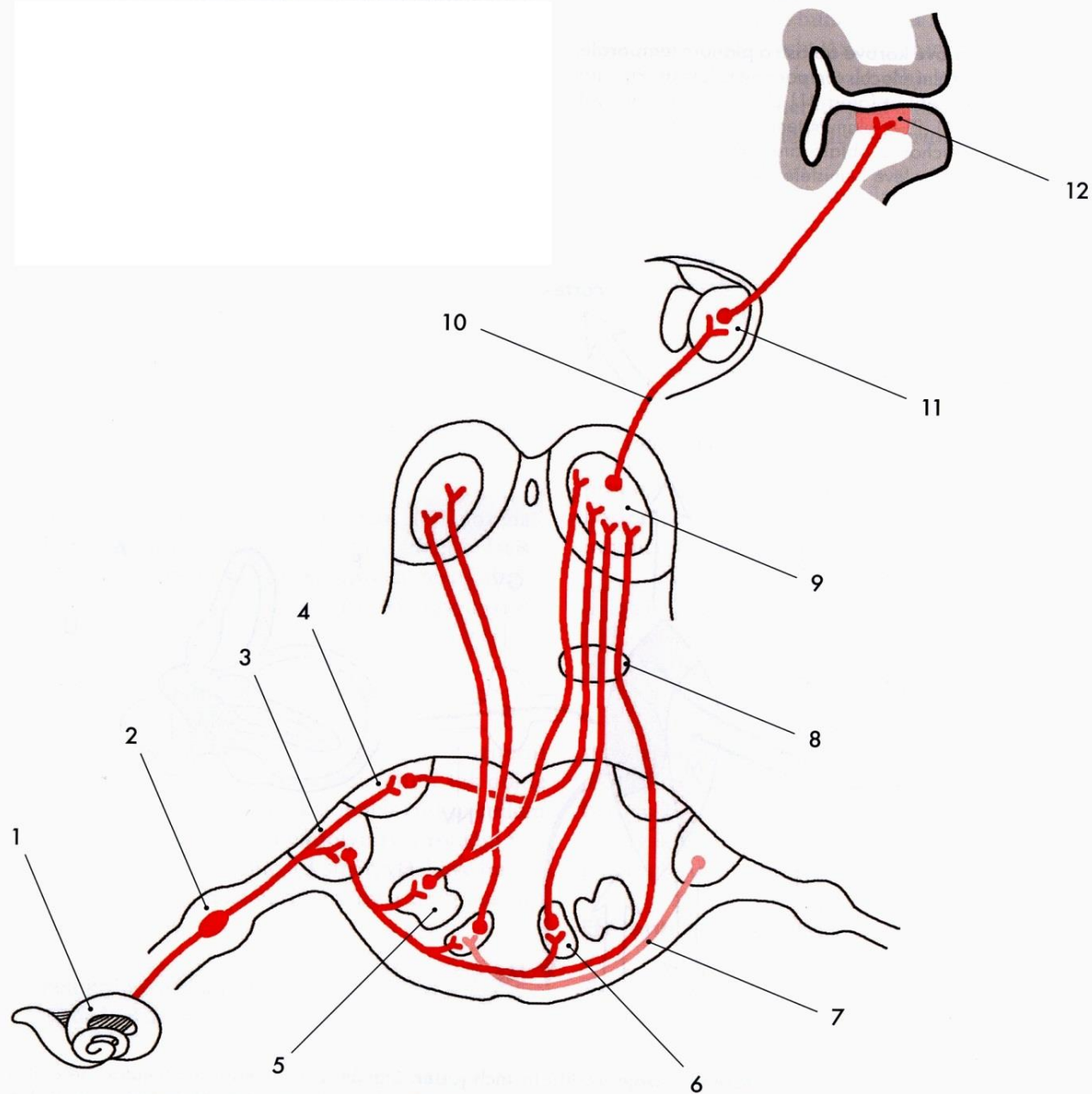
4-neuronová, většinou zkřížená dráha

- 1.N: bipolární buňka ganglion cochleare *Corti* → n. cochlearis → n. VIII → dráha se dělí na 2 části do nuclei cochleares
- 2.N: buňky v nucleus cochlearis posterior (hloubka tónů) et anterior (intenzita tónů) → křížení (corpus trapezoideum) → lemniscus lateralis → colliculus inferior
  - nucleus olivaris superior (← kontralaterální je inhibováno z ncl. corporis trapezoidei) → určení prostorové orientace sluchu
- 3.N: buňky v colliculus inferior
- 4.N: buňky v corpus geniculatum mediale → lobus temporalis, gyrus temporalis transversus *Heschli*, area 41









**Obr. 181. Obecné schéma sluchové dráhy savců.** 1 - cochlea, 2 - ganglion cochleare, 3 - nc. cochlearis ventralis, 4 - nc. cochlearis dorsalis, 5 - nc. olivaris superior lateralis, 6 - nc. olivaris superior medialis, 7 - corpus trapezoideum, 8 - lemniscus lateralis, 9 - colliculus inferior (centrální jádro), 10 - brachium colliculi inferioris, 11 - corpus geniculatum mediale (nc. ventralis), 12 - primární sluchová korová oblast (A I, area 41)



Frontal horn of lateral ventricle

Third ventricle

Cerebral aqueduct

Primary auditory cortex in transverse temporal gyrus

Acoustic radiation

Medial geniculate body

Inferior brachium

Superior colliculus

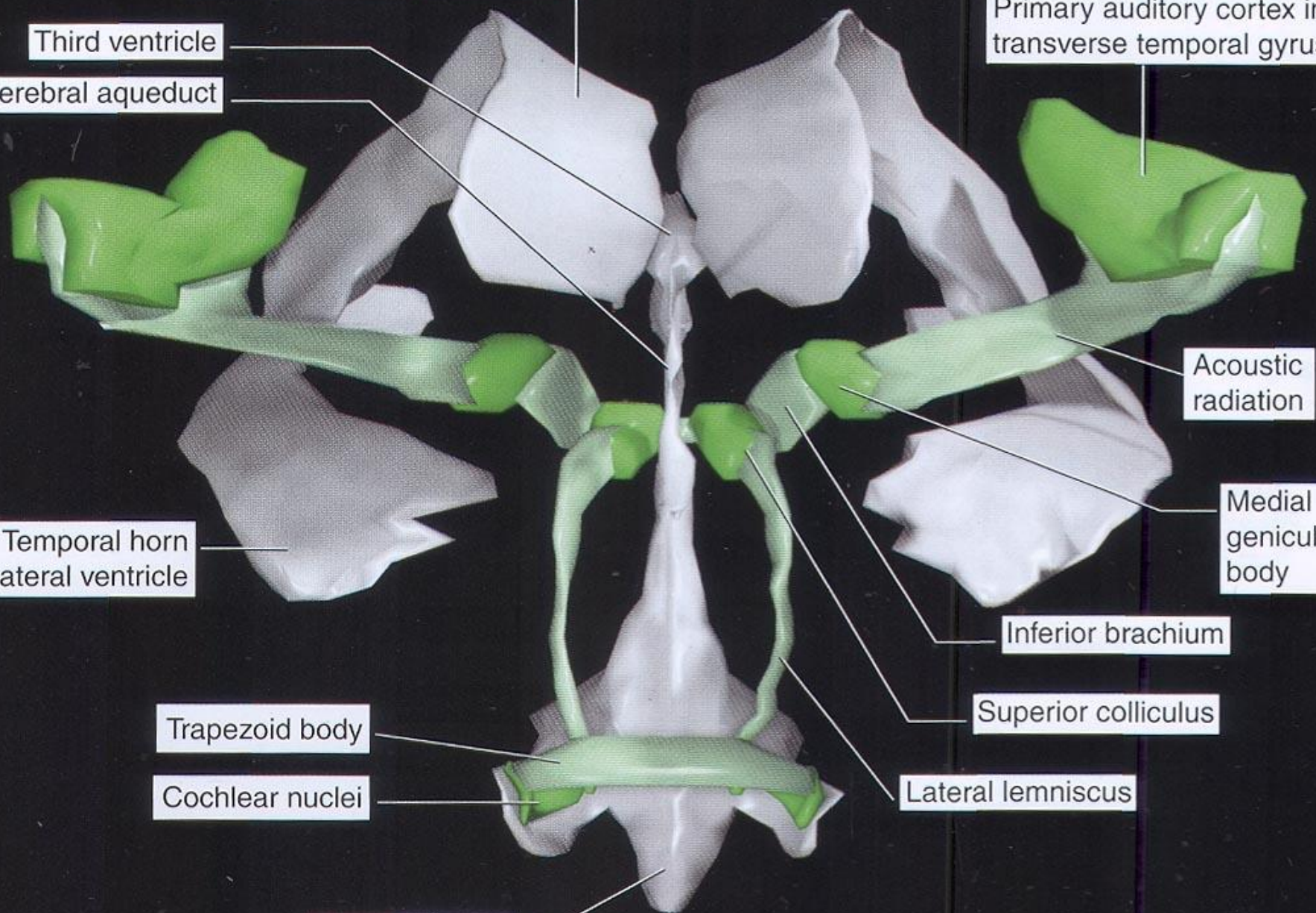
Lateral lemniscus

Temporal horn of lateral ventricle

Trapezoid body

Cochlear nuclei

Fourth ventricle





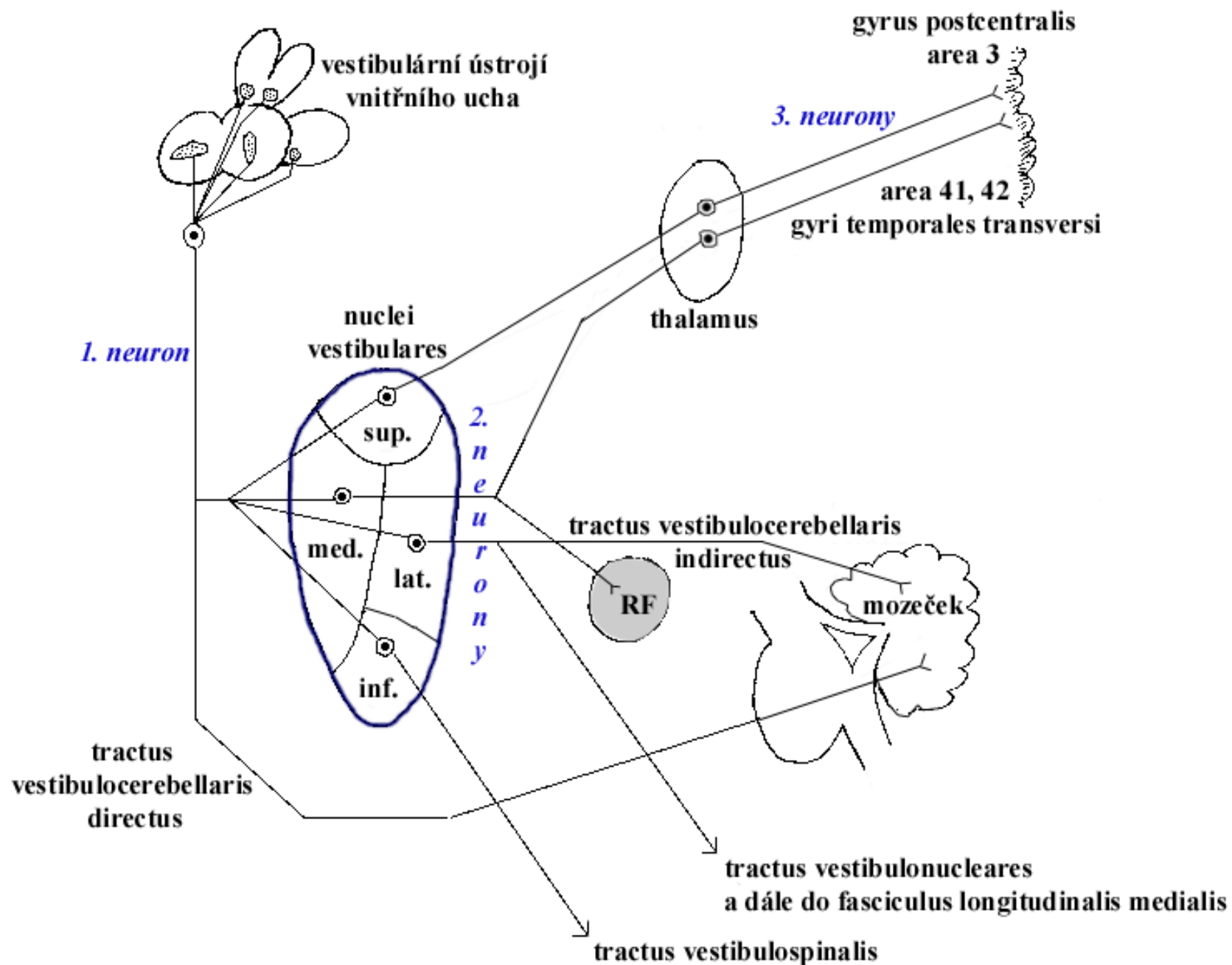
# Projekční → Vzestupné → Senzorické ROVNOVÁŽNÁ DRÁHA

3-neuronová, nezkřížená i zkřížená dráha

- 1.N: bipolární buňka **ganglion vestibulare** → n. vestibularis → n. VIII (část vláken jde jako tractus vestibulocerebellaris directus bez přepojení do mozečku)
- 2.N: buňky **nuclei vestibulares** → jejich axony do různých struktur (přepojená vlákna jako tractus vestibulocerebellaris indirectus do mozečku, dále do míchy, jader hlavových nervů, fasciculus longitudinalis medialis, retikulární formace a do talamu)
- 3.N: buňky **nuclei ventrales thalami** → mozková kůra (lobus parietalis, části area 2 – gyrus postcentralis + parieto-inzulární kůra (gyrus insularis longus) + lobus temporalis - gyrus temporalis transversus *Heschli* (area 41,42)

# Rovnovážná dráha – *kam všude*

- mozková kůra
- mozeček
- RF → facilitační descendentní systém
- mícha
- talamus
- jádra okohybných svalů
  - přes paramediální pontinní RF
  - *reflex hlava-oko a další vestibulární reflexy*



# Rovnovážná dráha – do kůry

3. neuron: buňky nucleí ventrales thalami →  
mozková kůra

- lobus parietalis – gyrus postcentralis (area 2) – *primární kůra*
- parieto-inzulární kůra (gyrus insularis longus) + lobus temporalis - gyrus temporalis transversus *Heschli* (area 41,42)
- ...a další korové oblasti



# Rovnovážná dráha – do mozečku

- Tractus vestibulocerebellaris **directus**

vestibulum → corpus juxtarestiforme (v PCI)  
→ nodulus + uvula (*ipsilat.*)

- Tractus vestibulocerebellaris **indirectus**

vestibulum → ncl. vestibulares → corpus  
juxtarestiforme (v PCI) → lobulus  
flocclulonodularis + vermis (*bilat.*)

# Rovnovážná dráha – do míchy

- ncl. fastigii cerebelli → ncl. vestibularis lat. *Deitersi (bilat.)* → tr. vestibulospinalis *lateralis* → alfa + gama-motoneurony extenzorů
- Ncl. vestibularis medialis + inferior → fasciculus longitudinalis medialis → interneurony (+ a -) v krční míše

*reflex hlava-oči*

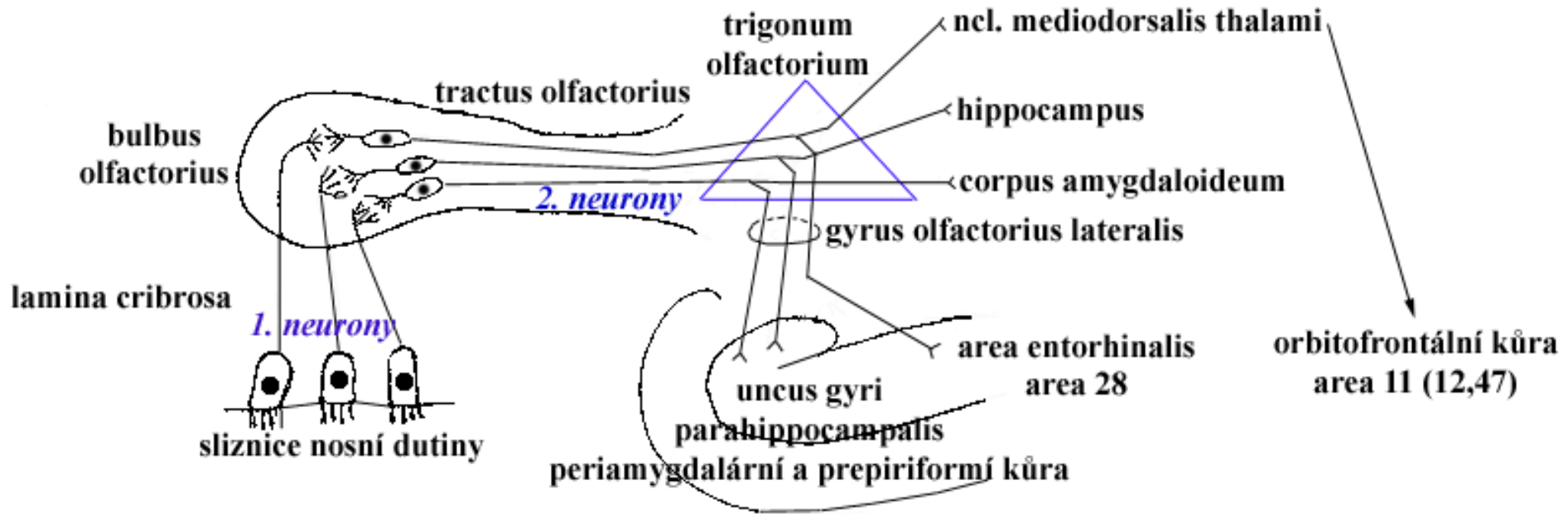
Projekční → Vzestupné → Senzorické  
**ČICHOVÁ DRÁHA**

## 2-neuronová dráha

1.N: neuroepitelové buňky v pars olfactoria cavitatis nasi → fila olfactoria → lamina cribrosa ossis ethmoidalis → fossa cranii anterior → bulbus olfactorius

2.N: mitrální buňky v bulbus olfactorius → tractus olfactorius → trigonum olfactorium → stria olfactoria med. et lat. → **limbický systém**

- cortex piriformis – v přední oblasti spánkového laloku
- uncus a přední konec gyrus parahippocampalis
- area entorhinalis (area 28)
- korová část corpus amygdaloideum
- hypothalamus, corpora mammillaria
- *nejvyšší centrum čichu* – orbitofrontální kůra (11,12,47)





Projekční → Vzestupné → Senzorické

# CHUŤOVÁ DRÁHA

3-neuronová dráha, **zkřížená i nezkřížená**

1.N: cestou hlavových nervů

- měkké patro → nn. palatini minores → ggl. pterygopalatinum (bez připojení) → n. petrosus major → ggl. geniculi → n. intermedius → n. VII → nuclei tractus solitarii
- přední 2/3 jazyka (= dorsum linguae) → n. lingualis → chorda tympani → n. intermedius → n. VII → nuclei tractus solitarii
- zadní 1/3 jazyka (= radix linguae) → n. IX → ganglion inf. et sup. n. IX → nuclei tractus solitarii
- epiglottis, aditus laryngis → n. X → ganglion inf. et sup. n. X. → nuclei tractus solitarii

# Projekční → Vzestupné → Senzorické CHUŤOVÁ DRÁHA

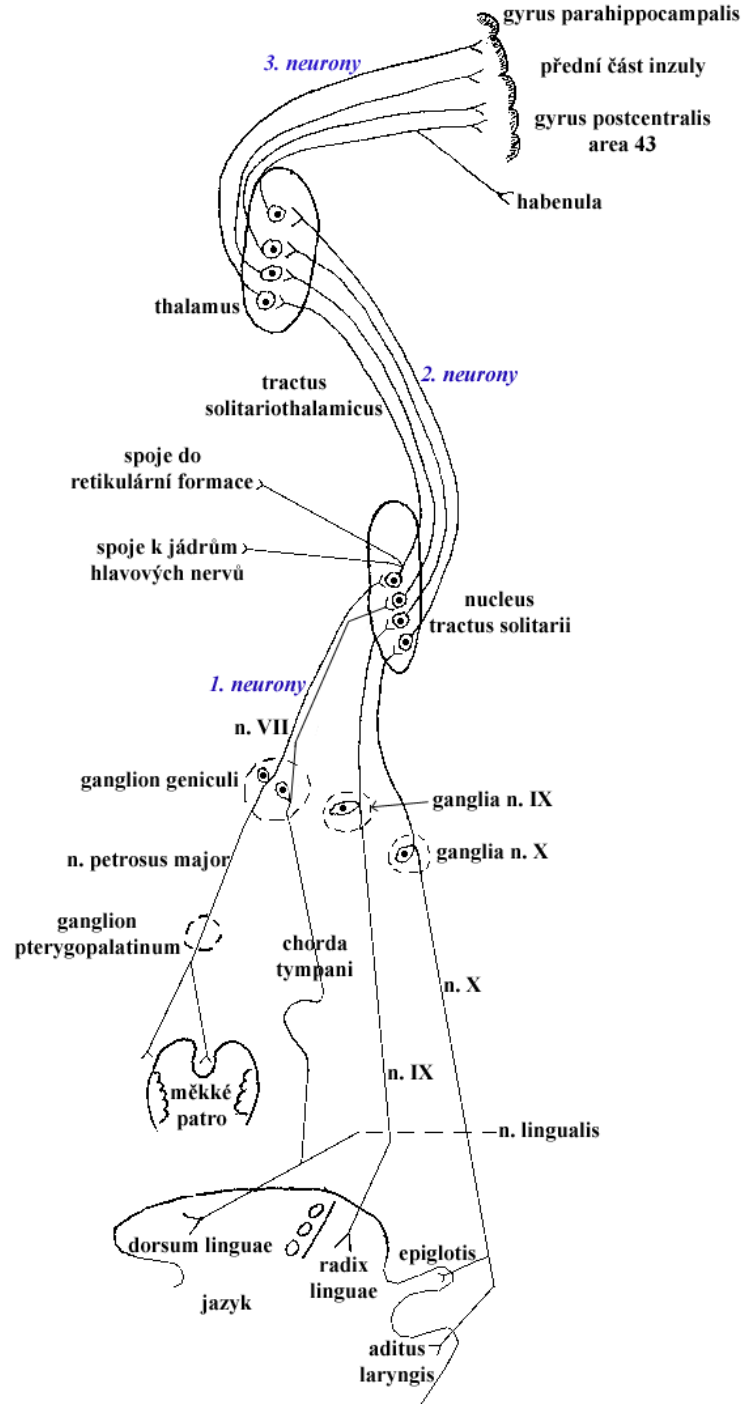
2.N: **nuclei tractus solitarii** → tractus tegmentalis centralis (při tr. trigeminothalamicus posterior) → ncl. **VPM thalami**

odbočky k motorickým jádrům hlavových nervů, do RF

3.N: thalamus → mozková kůra – lobus parietalis, gyrus postcentralis (**area 43**) a přední části inzuly

odbočky do gyrus parahippocampalis

- cesta do hypotalamu, amygdaly a kůry přes **ncl. parabrachiales** mívá thalamus *antigenní vlastnosti potravy (imunita) + chuťová averze*



# Projekční → Vzestupné → **MOZEČKOVÉ** **statická propiocepce**

- **tractus spinocerebellaris posterior**  
ncl. thoracicus posterior *Stilling-Clarke*  
(lamina VII) → medulla oblongata →  
pedunculus cerebellaris inferior → vermis +  
paravermální kůra (*ipsilaterální*)
  - **polohocit z trupu a DK**
- **tractus spinocuneocerebellaris**  
fasciculus cuneatus → nucleus cuneatus  
accessorius *Clarke-Monakow* → PCI
  - **polohocit z HK a hrudníku**



# Projekční → Vzestupné → **MOZEČKOVÉ** **mechanocepce a dynamická propiocepce**

- **tractus spinocerebellaris anterior**

(lamina V-VII) → křížení na míšní úrovni →  
mesencephalon → pedunculus cerebellaris superior  
→ křížení v mozečkové kůře → vermis +  
paravermální kůra (*ipsilaterální*) – **z trupu a DK**

- **tractus spinocerebellaris rostralis**

- obdoba pro hrudník a HK

- (u člověka nejistá), nezkřížená, přes pedunculi cerebellares superiores + inferiores

- **tractus spinoolivocerebellaris**

- ncl. proprius → křížení na míšní úrovni → complexus olivaris inferior (přepojení) → křížení → pedunculus cerebellaris inferior → šplhavá vlákna

- motorické učení (lezení do schodů, které jsou prudké)

# Projekční → Sestupné → Mozečkové

- tractus cortico-ponto-cerebellaris (17.000.000 vláken)

lobus f,p,o,t → capsula interna → ncll. pontis → fibrae pontis transversae → křížení → pedunculus crbl. medius → kůra mozečku (*kontralat.*)

- tractus cortico-olivo-cerebellaris

lobus f,p,o,t → capsula interna → complexus olivaris inf. (*bilat.*) → křížení → pedunculus crbl. inferior → kůra mozečku

- tractus cortico-reticulo-cerebellaris

lobus f,p,o,t (hlavně senzomotorická kůra) → capsula interna → precerebellární jádra RF (*bilat.*) → křížení → pedunculus crbl. medius + inf. → kůra mozečku

volní motorika, příprava pohybu, nastavení správného svalového tonu

# Projekční → Vzestupné → Mozečkové

- tractus vestibulocerebellaris directus

vestibulum → corpus juxtarestiforme (v PCI)  
→ nodulus + uvula (*ipsilat.*)

- tractus vestibulocerebellaris indirectus

vestibulum → ncl. vestibulares → corpus  
juxtarestiforme (v PCI) → lobulus FN+  
vermis (*bilat.*)

- tractus trigeminocerebellaris

# Projekční → Mozečkové → Eferentní

## ncl. fastigii

1. → PCI → ncl. vestibularis lat. *Deitersi (bilat.)* → tr. vestibulospinalis
2. → PCI → RF (*bilat.*) → tr. reticulospinalis
3. → hlavové nervy, svalstvo krku

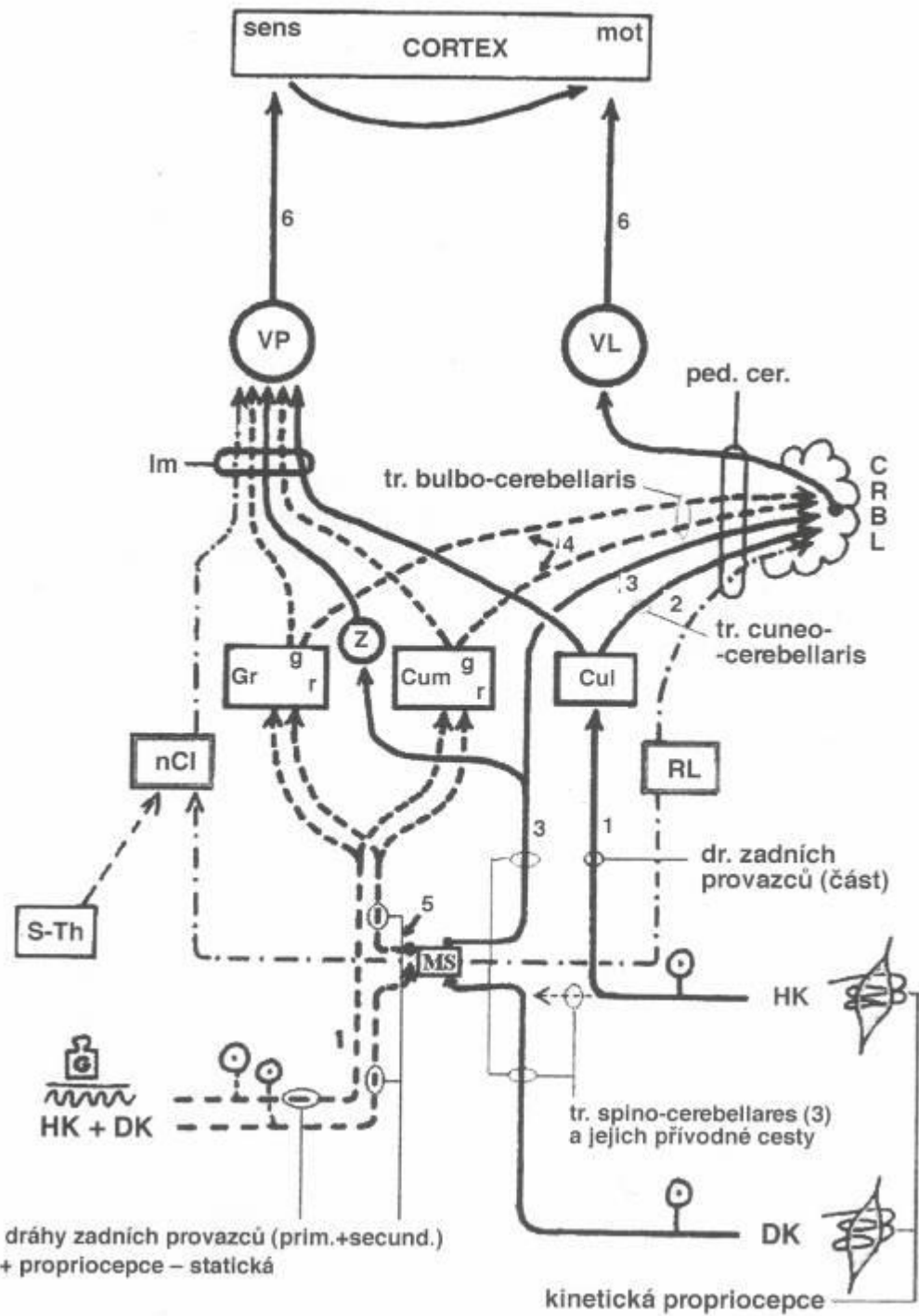
## ncll. interpositi (globosus + emboliformis)

→ PCS → křížení → ncl. ruber (pars magnocellularis) → tractus rubrospinalis → křížení → mícha (*ipsilat.*)

## ncl. dentatus

→ PCS → křížení → ncl. VA+VL thalami → area 4  
→ tr. pyramidalis → křížení → mícha (*ipsilat.*)





dráhy zadních provazců (prim.+secund.)  
+ propiocepce – statická

kinetická propiocepce

# DRÁHY BOLESTI

## *ascendentní*

- anterolaterální systém
  - **tr. spinothalamicus ant. + lat.**
    - neospinotalamická dráha – rychlá (akutní) bolest
  - **tr. spinoreticulothalamicus**
    - paleospinotalamická dráha – pomalá (chronická) bolest
  - tr. spinoparabrachialis
    - afektivně-emoční složka
    - tr. spinohypothalamicus + tr. spinoamygdalaris
  - tr. spinomesencephalicus
    - do PAG – descendentní inhibice
- (dráha zadních provazců - málo vláken bolesti)

# Somatická, rychlá bolest

- slabě myelinizovaná vlákna A $\delta$  (7-14 m/s)
  - somatická (laterální) aferentace
- nociceptivně specifické neurony v ncl. apicalis (lamina I,II,V) → křížení na míšní úrovni → tractus spinothalamicus ant. + lat. (= „neospinotalamická dráha“ – Glu) → ventrobazální komplex talamu (ncl. VPL + VPM) → somatosenzitivní oblast (area 3,1,2 = gyrus postcentralis)

# Viscerální, pomalá bolest

- nemyelinizovaná vlákna C (0,5-3 m/s)
  - viscerální (mediální) aferentace
- multireceptivní neurony v ncl. proprius columnae post. (lamina III-V (VIII,X)) → tractus spinoreticularis („paleospinotalamická dráha“) → RF → součást ARAS → ncll. intralaminares thalami (ncl. centri mediani, centralis lateralis, parafascicularis) → prefrontální a premotorická oblast (area 6,9) + gyrus cinguli, insula – *očekávání bolesti*

# Afektivně-emoční složka bolesti

tractus spinoparabrachialis → ncll.

parabrachiales → fasciculus longitudinalis

posterior → limbický systém (*emotivní a motivační centra*)

- tr. spinohypothalamicus → hypothalamus
- tr. spinoamygdalaris → corpus amygdaloideum



# DRÁHY BOLESTI

## *descendentní*

substantia grisea centralis mesencephali =  
periaqueductální šed' (PAG)

*enkefaliny*



ncl. raphes (ncl. raphe magnus, dorsalis)  
medullae oblongatae

*serotonin*



fasciculus posterolateralis (Lissaueri)

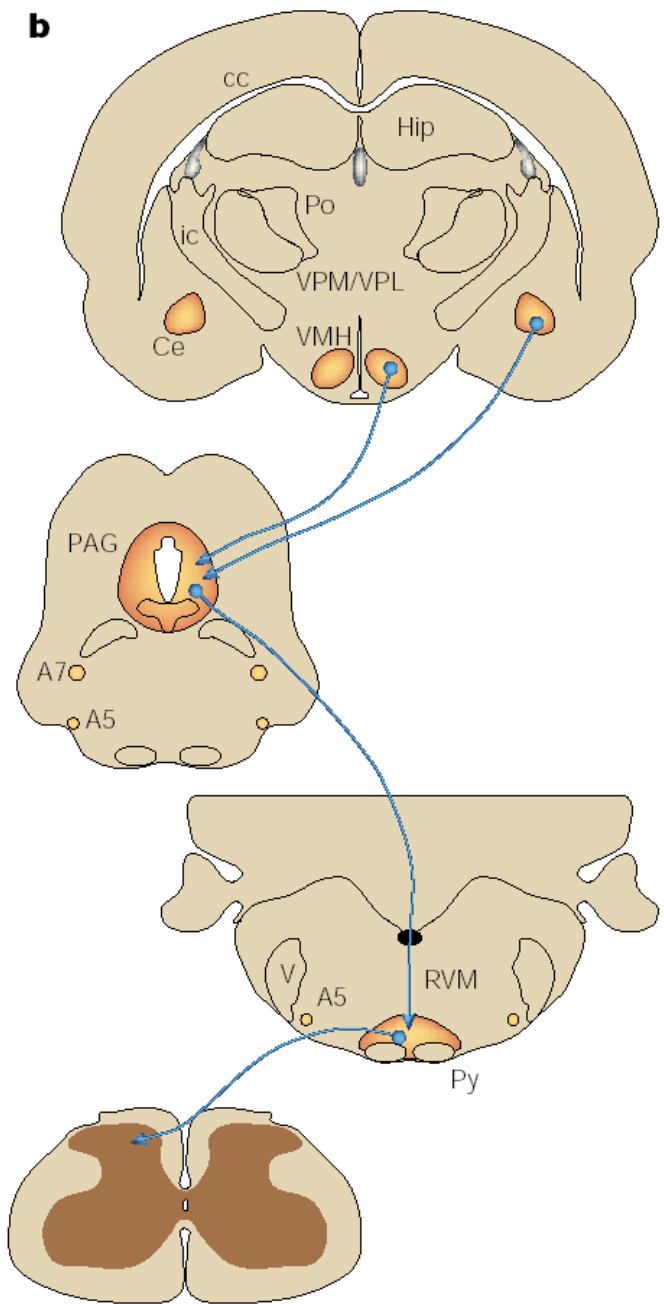
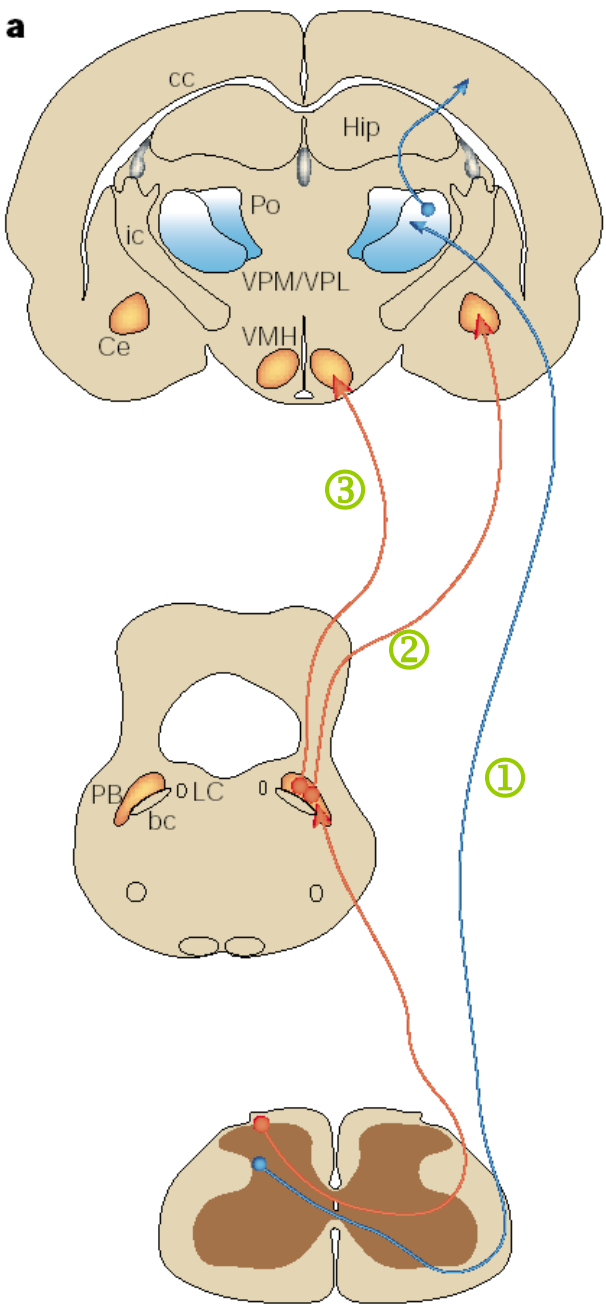


Rexedova lamina II – presynaptická inhibice

*blok Ca<sup>2+</sup> kanálů → blok substance P*

subnucleus caudalis ncl. spinalis n. V

# Ascendentní a descendentní dráhy bolesti



- ① Spino-talamická
- ② Spino-para-brachio-amygdalární
- ③ Spino-para-brachio-hypotalamická

**Okruhy**

# Cerebellum – hlavní okruhy

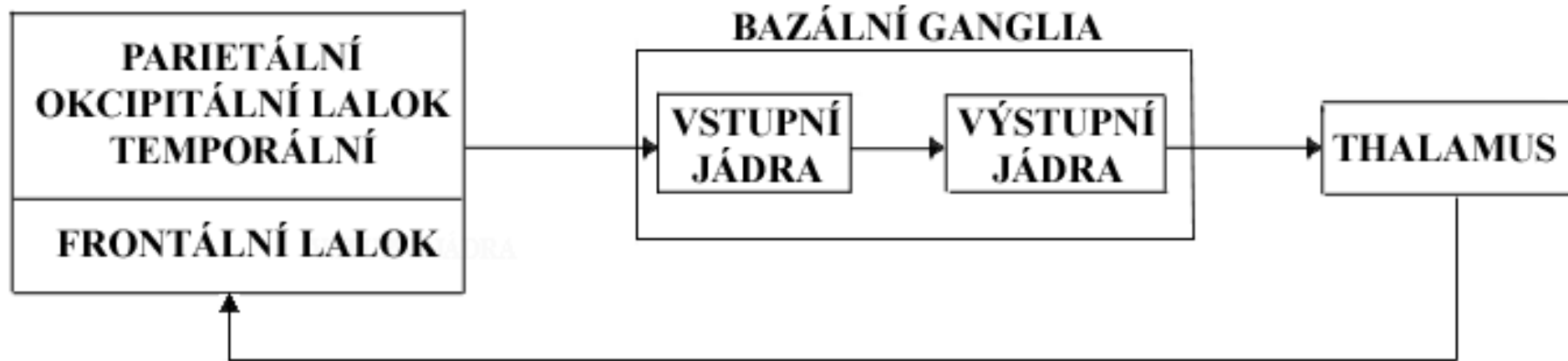
- mozková kůra → most (ncl. pontis + ncl. arcuati) / oliva (complexus olivaris inferior) → *křížení* → kůra → ncl. dentatus → *křížení* → thalamus (ncl. VL) → mozková kůra

mozková kůra – mozeček: **vždy kontralaterálně**

mozeček – tělo: **vždy ipsilaterálně**

- Papezův mozečkový kontrolní okruh:  
ncl. dentatus → ncl. ruber (pars parvocellularis) → oliva → ncl. dentatus

# Základní funkční zapojení telencefala



## Vstupní jádra

- nucleus caudatus
- putamen
- nucleus accumbens

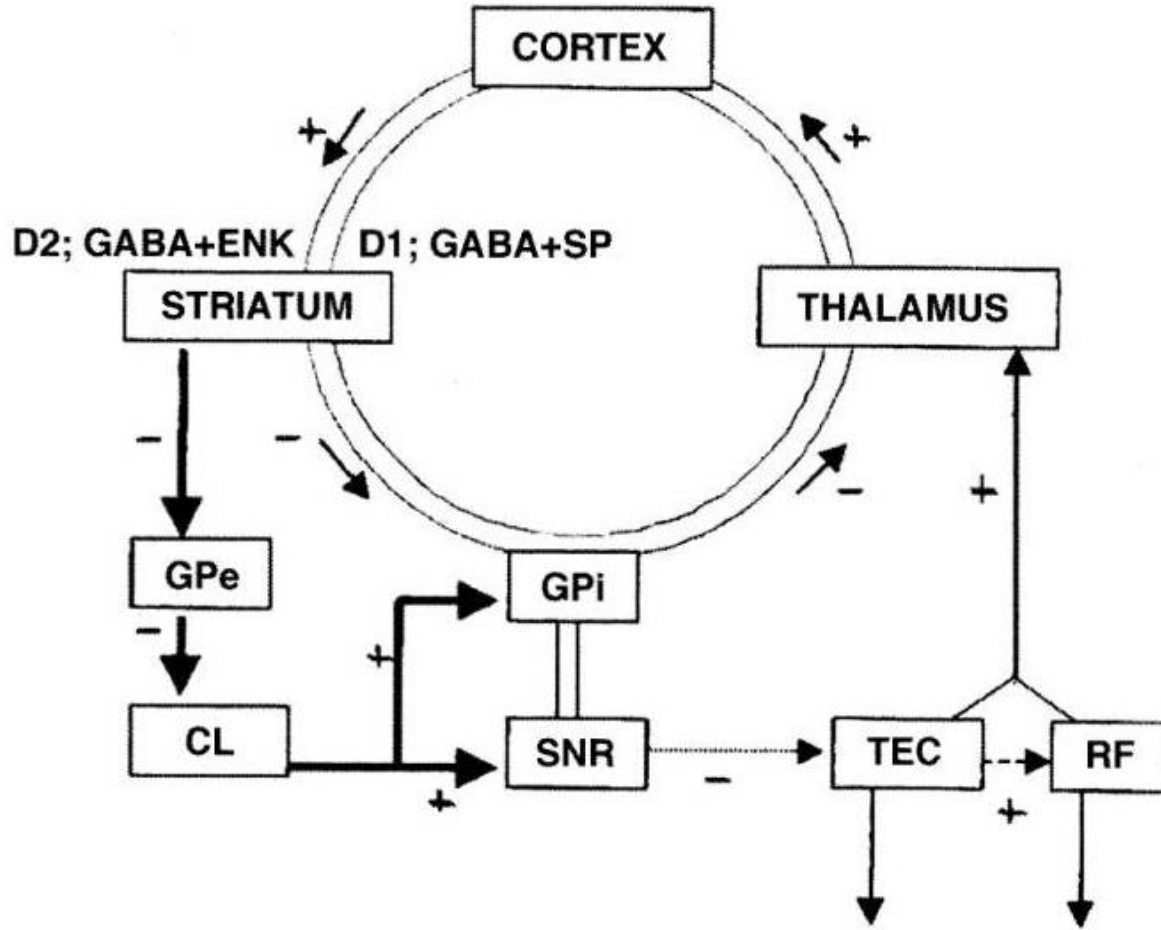
## Výstupní jádra

- pars reticularis substantiae nigrae
- globus pallidus medialis
- pallidum ventrale

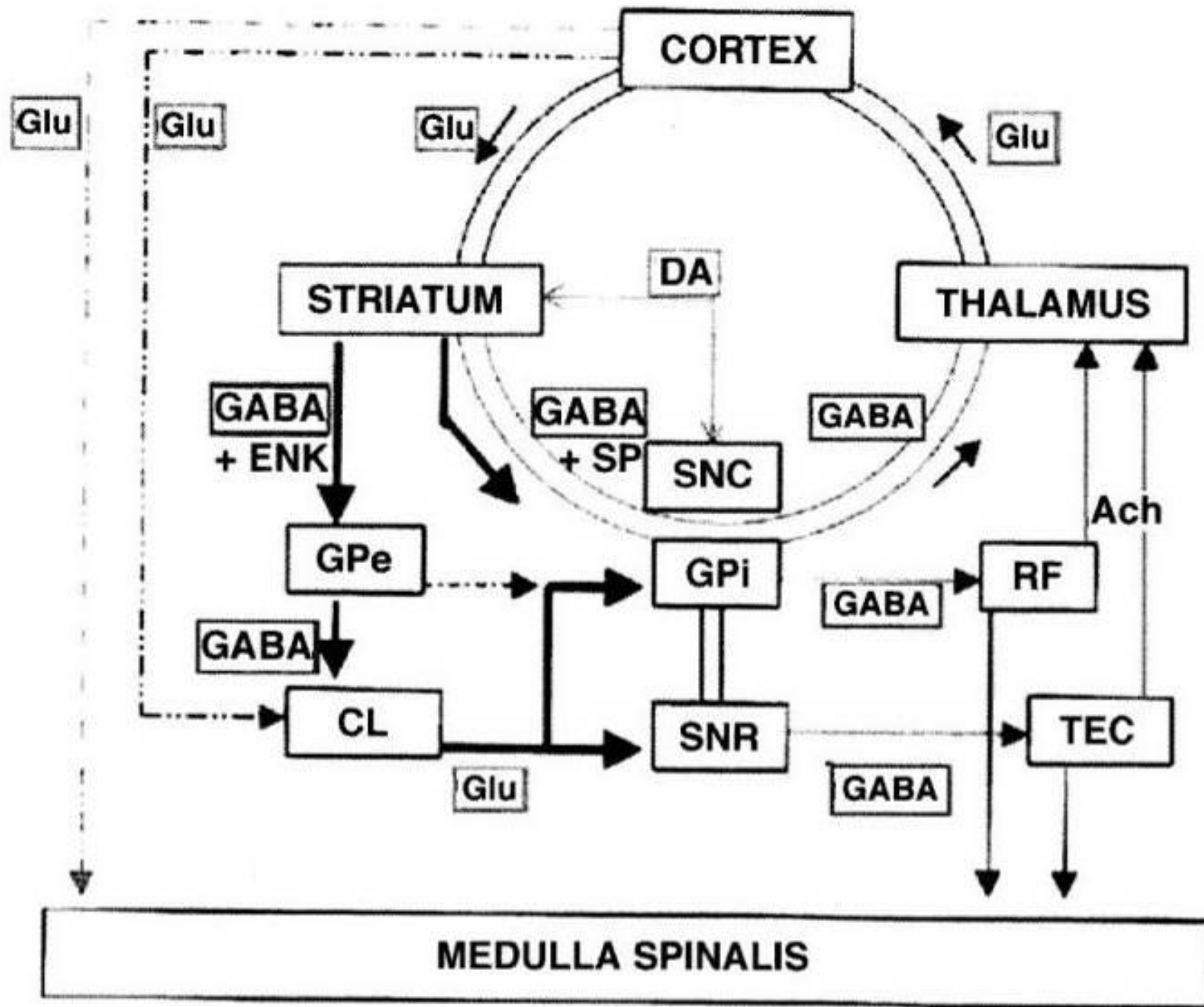
## Vnitřní (vmezeřená) jádra

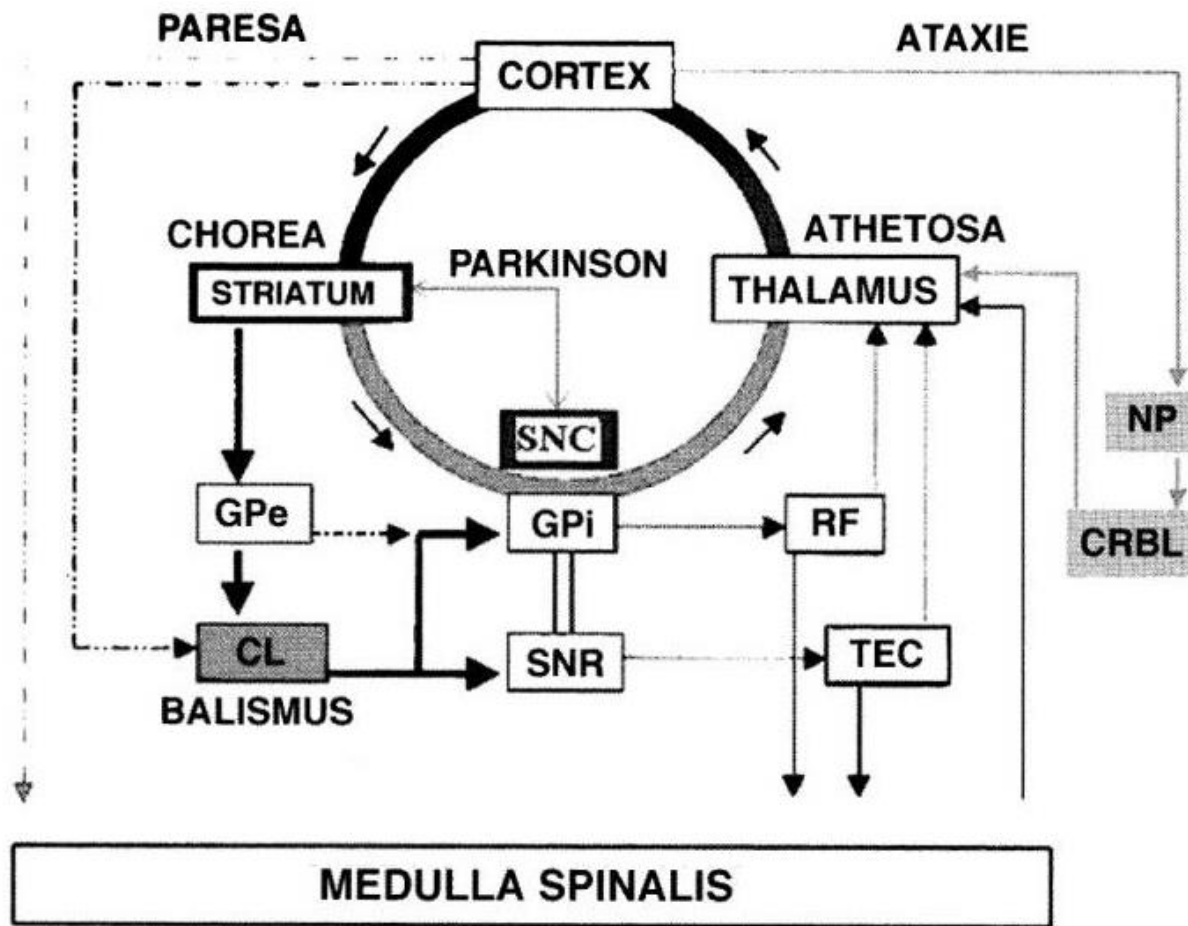
- globus pallidus lateralis
- nucleus subthalamicus
- pars compacta substantiae nigrae
- ncll. tegmentales ventrales





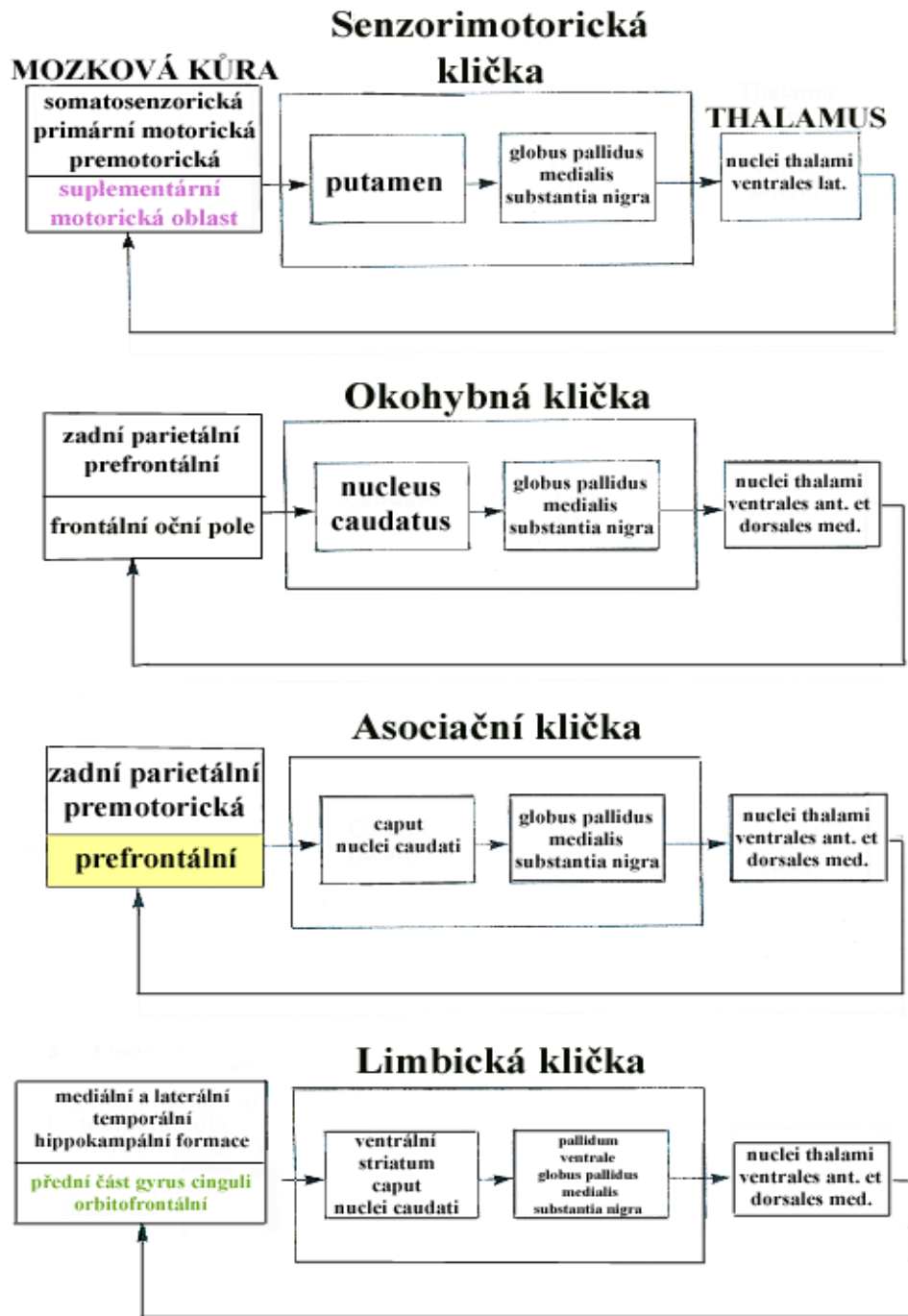
Obr. 38/III. Schéma základních funkcí - facilitace (+) a inhibice (-) - basálních ganglií ve vztahu ke striatickým mediátorům (volně podle Reiner, Medina, Veenman, 1998)





Obr. 37/III. Zapojení okruhů basálních ganglií do systému hlavních spojů CNS





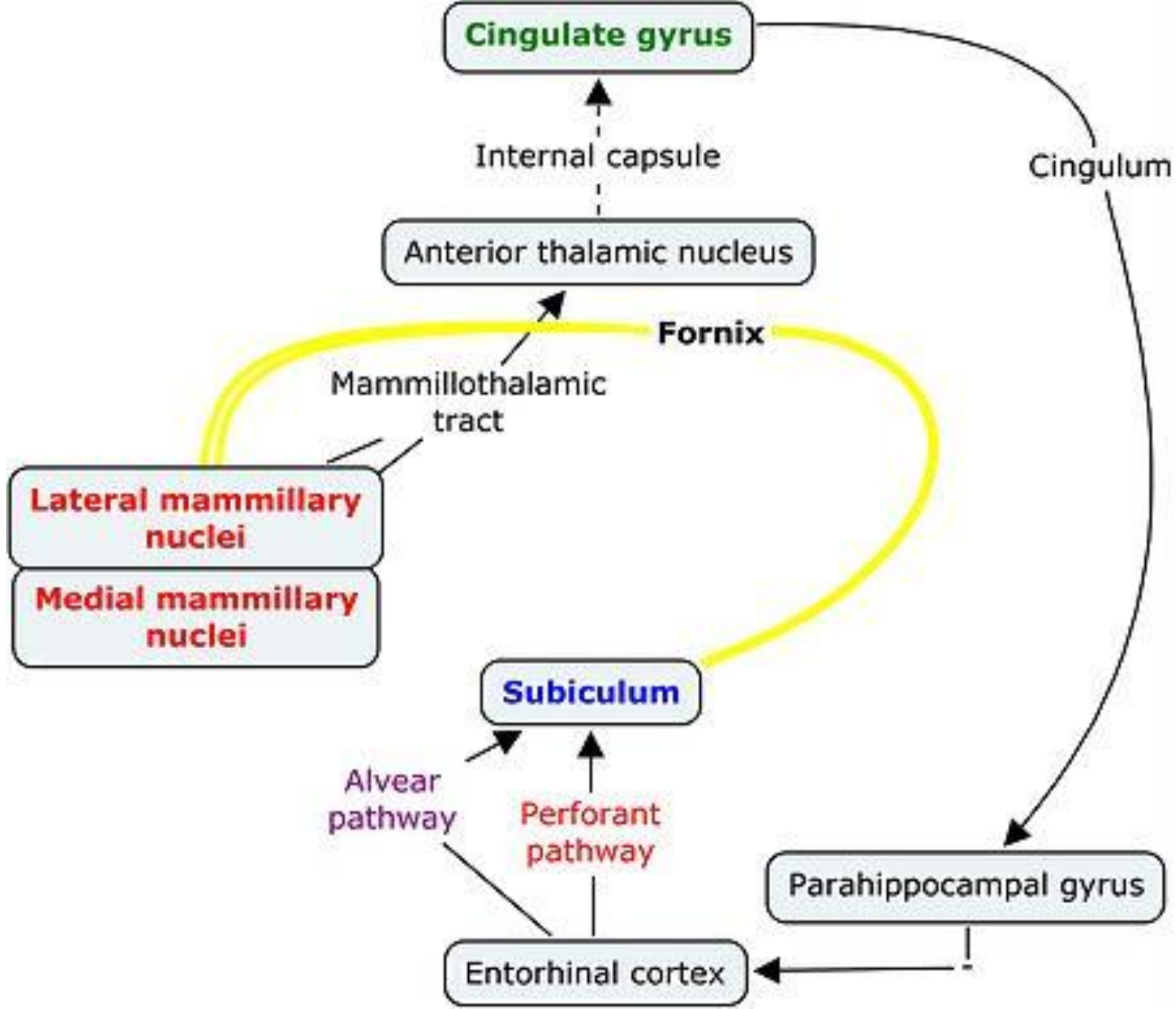


# Okruhy (zapojení) limbického systému

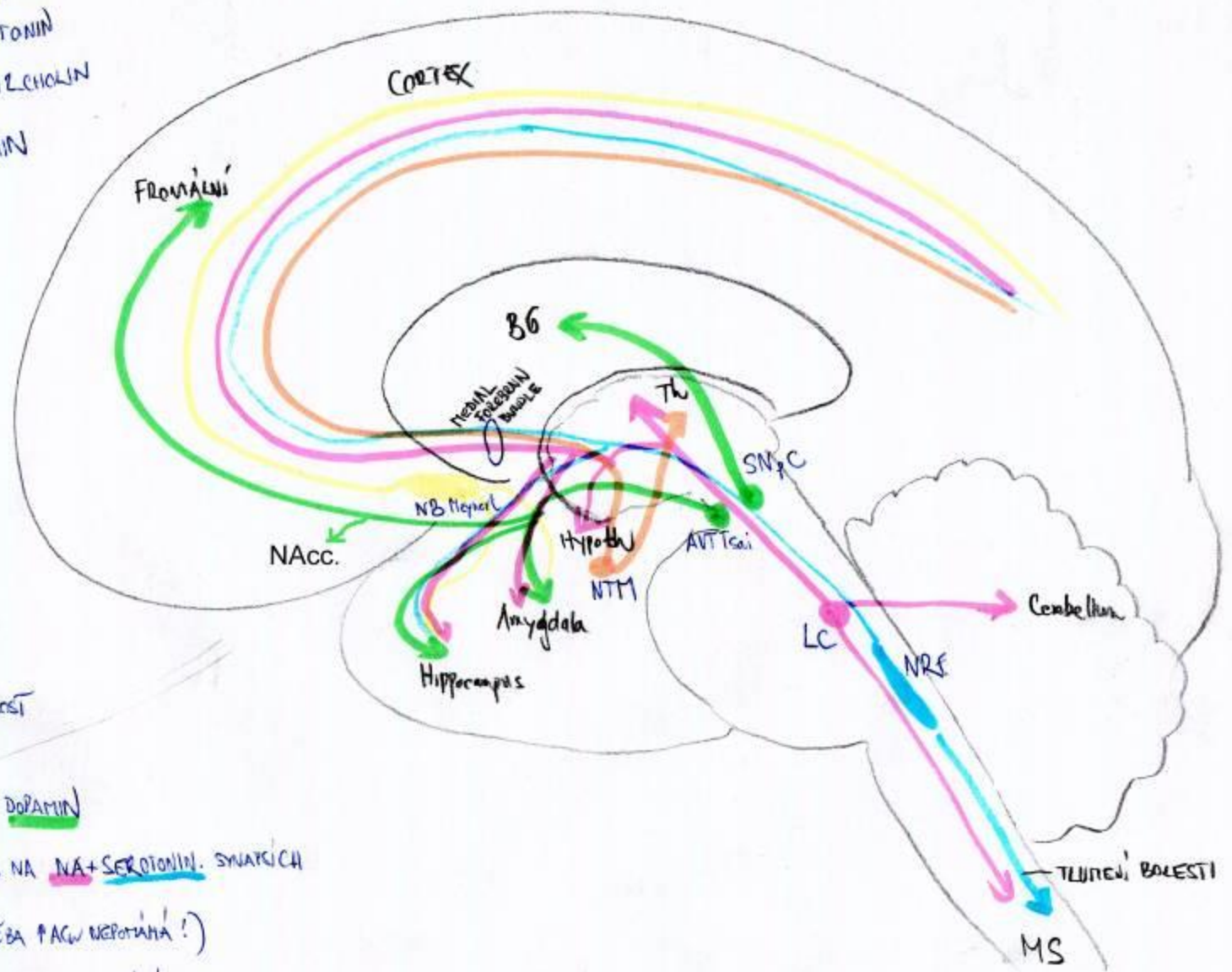
- **Papezův limbický okruh** (*John W. Papez 1937*)

hippocampus → fornix → corpora mammillaria → fasciculus mammillothalamicus → ncll. anteriores thalami → area cingularis anterior → cingulum → entorhinální oblast → subiculum + hippocampus

- *nová, kratší verze vynechává hypotalamus*
- odbočky: hypotalamus, ncl. accumbens, ncl. septales, ncl. habenulares, RF a motorická jádra hlavových a míšních nervů



- NORADRENALIN
- DOPAMIN
- SEROTONIN
- ACETYLCHOLIN
- HISTAMIN



ANTI-HISTAMINIKA ⇒ ospalost

**SCHIZOFRENIE**

- ANTIPSYCHOTIKA blokujúci DOPAMIN

**DEPRESE**

- ANTIDEPRESIVA ↑ PŘENOS NA NA + SEROTONIN. SYNAPTICCH

**ALZHEIMER**

= ↓ ACh NEURONŮ (LÉČBA ↑ ACh NEPOUŽÍVA!)

**PARKINSON**

- ↓ Dop NEURONŮ (LÉČBA ↑ Dop POUŽÍVA)

# GAME IS OVER !



Poslední výzkumy potvrzují, že pokud si chce člověk udržet celý den dobrou náladu, měl by obejmout minimálně 8 lidí... Nebo alespoň jednomu dát přes držku  
Ta druhá varianta je rychlejší.