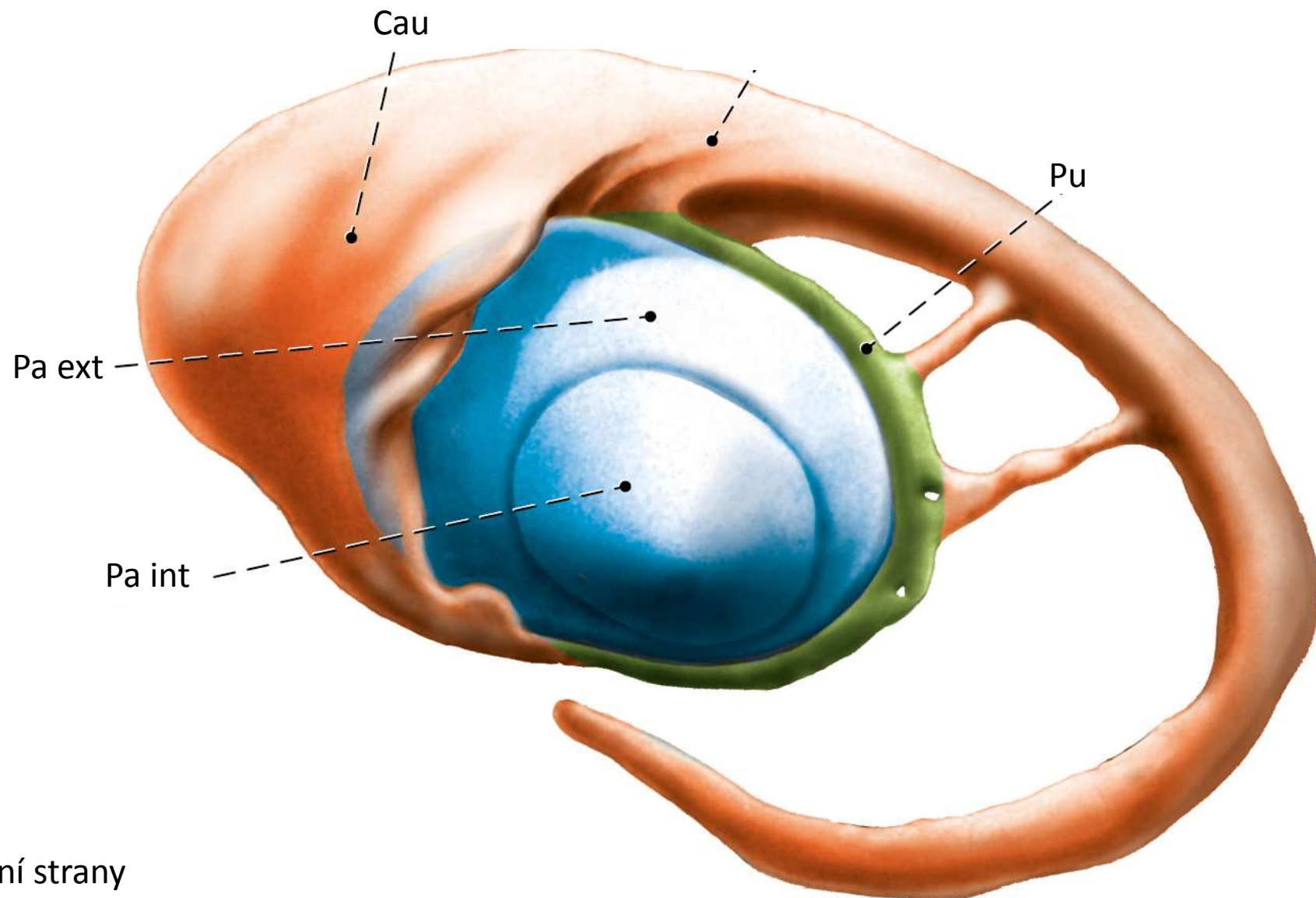


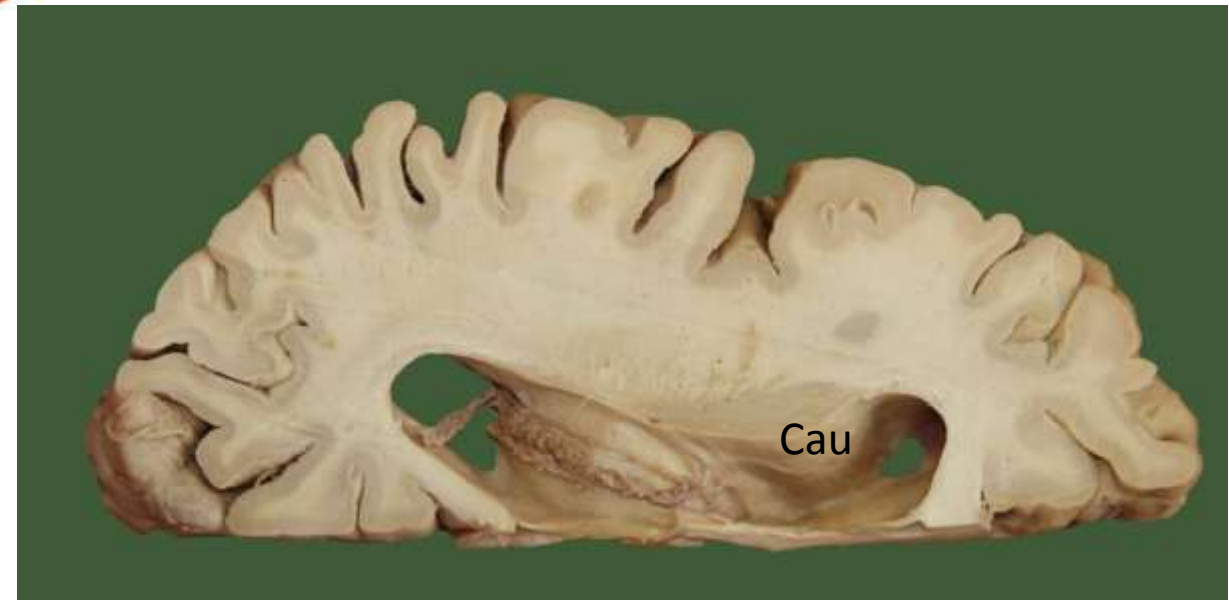
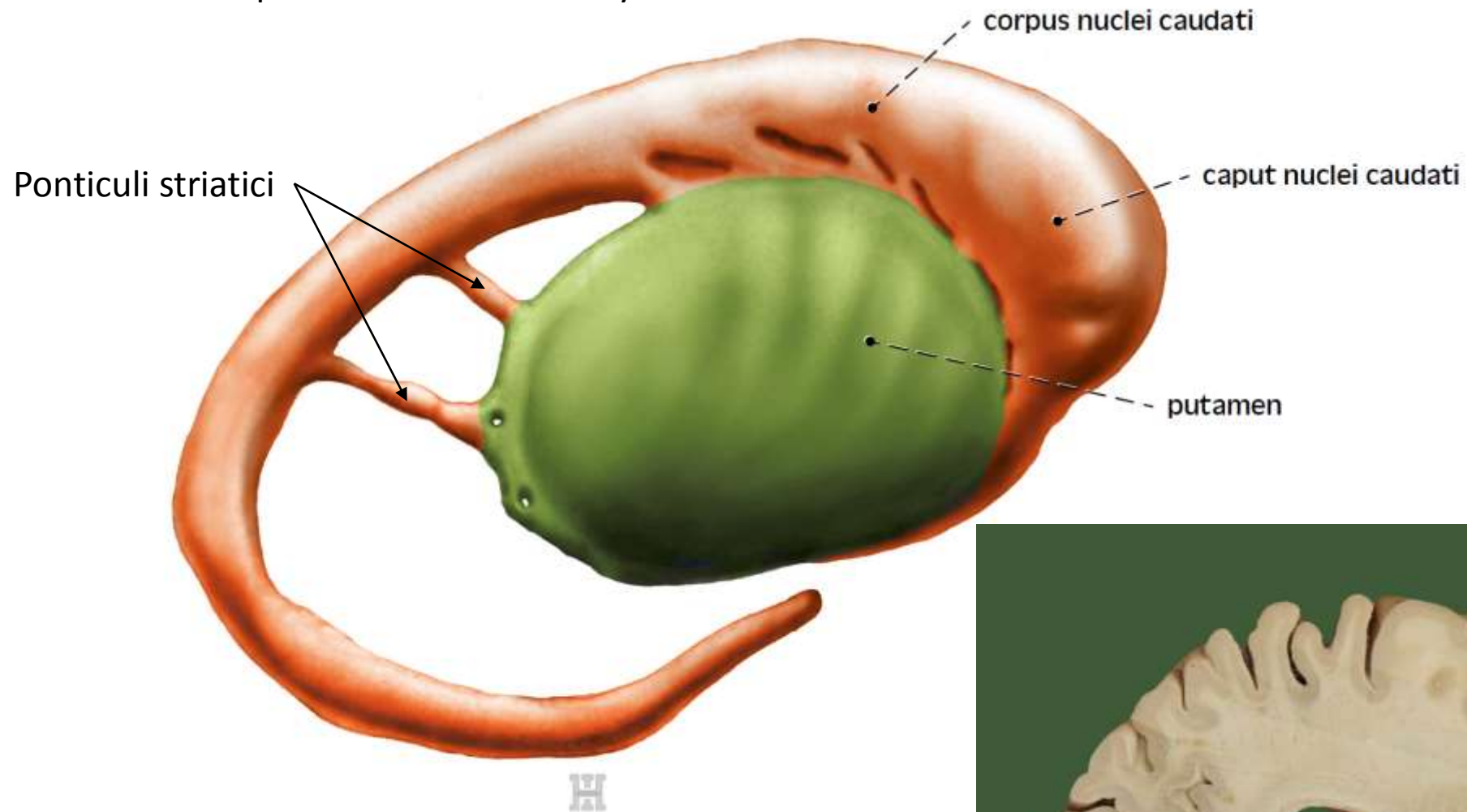
Basální ganglia

Veronika Němcová

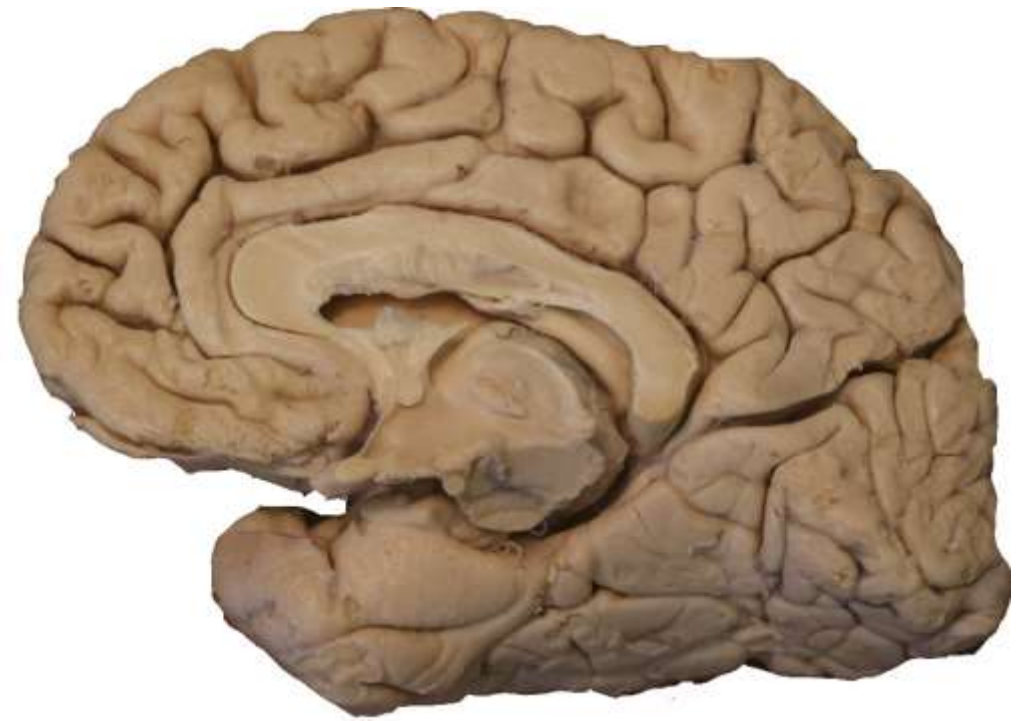


Pohled z mediální strany

Striatum pohled z laterální strany

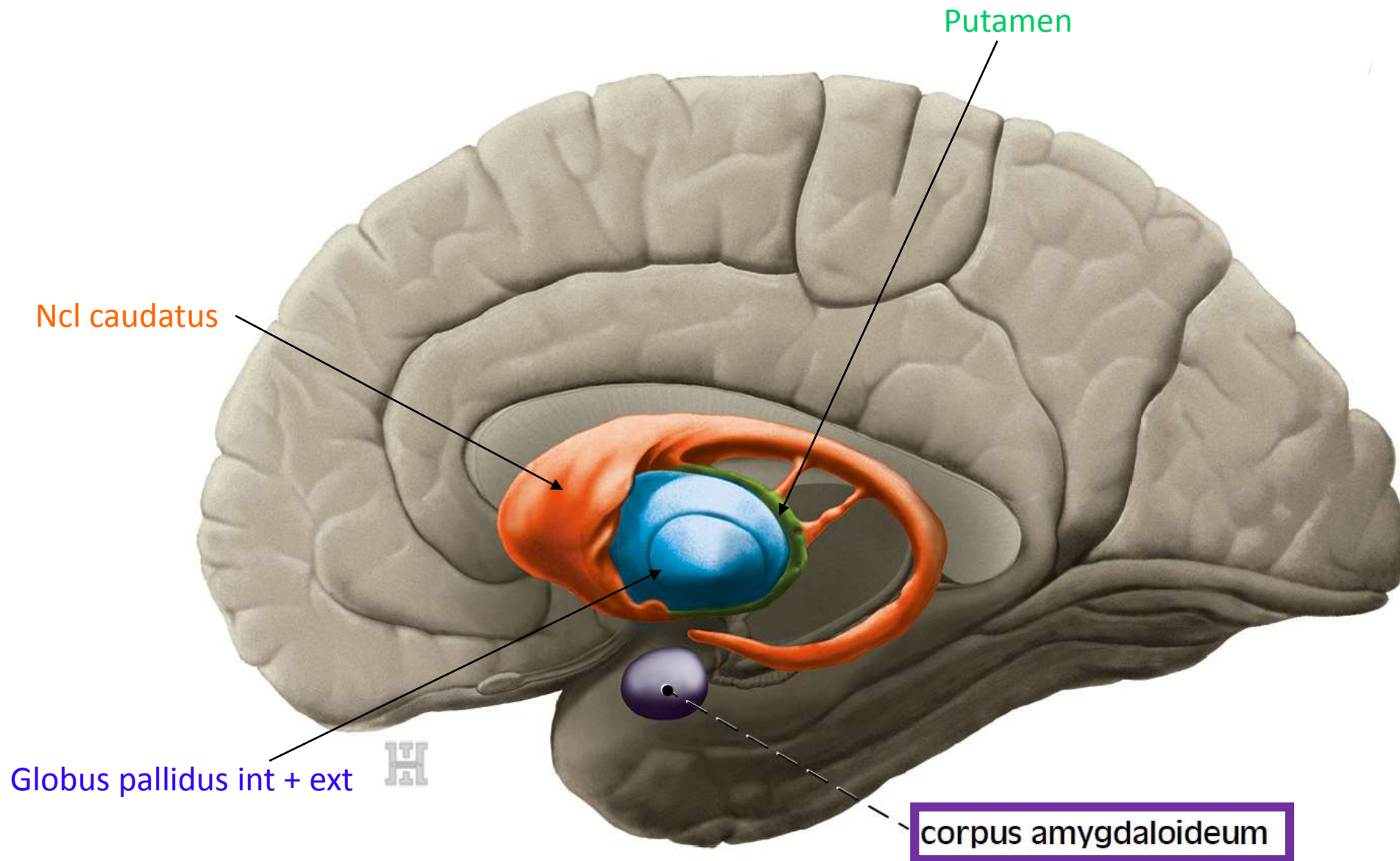


Telencephalon – koncový mozek



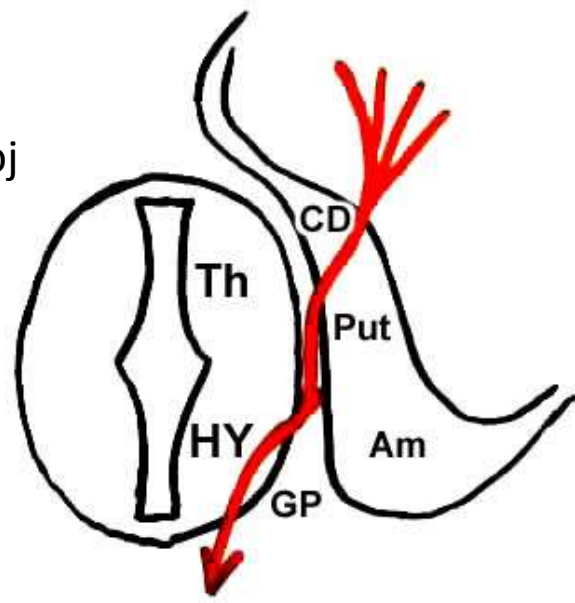
- **1) Kůra (cortex)**
- Kůra šestivrstevná – **neocortex** - 95%
- Kůra trojvrstevná – **paleocortex** – čichová
- **archicortex** – hippokampální formace
- Přechody – **mesocortex** – např. area 28 entorhinální kůra
- **2) Basální ganglia**
- Striatum – ncl. caudatus + putamen + ncl accumbens
- Globus pallidus internus + externus
- Claustrum
- Amygdala

ncl lentiformis = globus pallidus + putamen

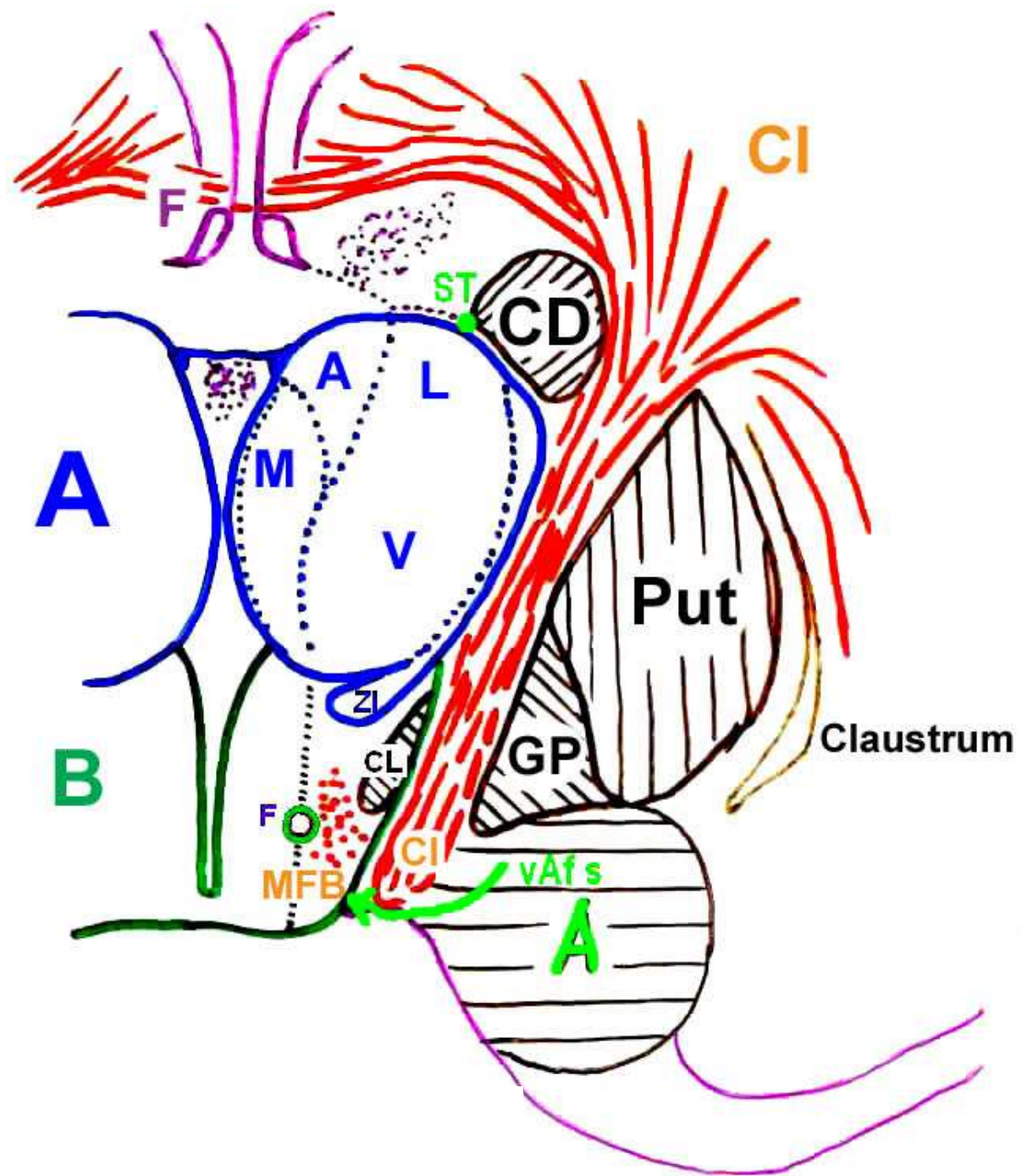


Ncl lentiformis
= Putamen
+Globus pallidus

Vývoj



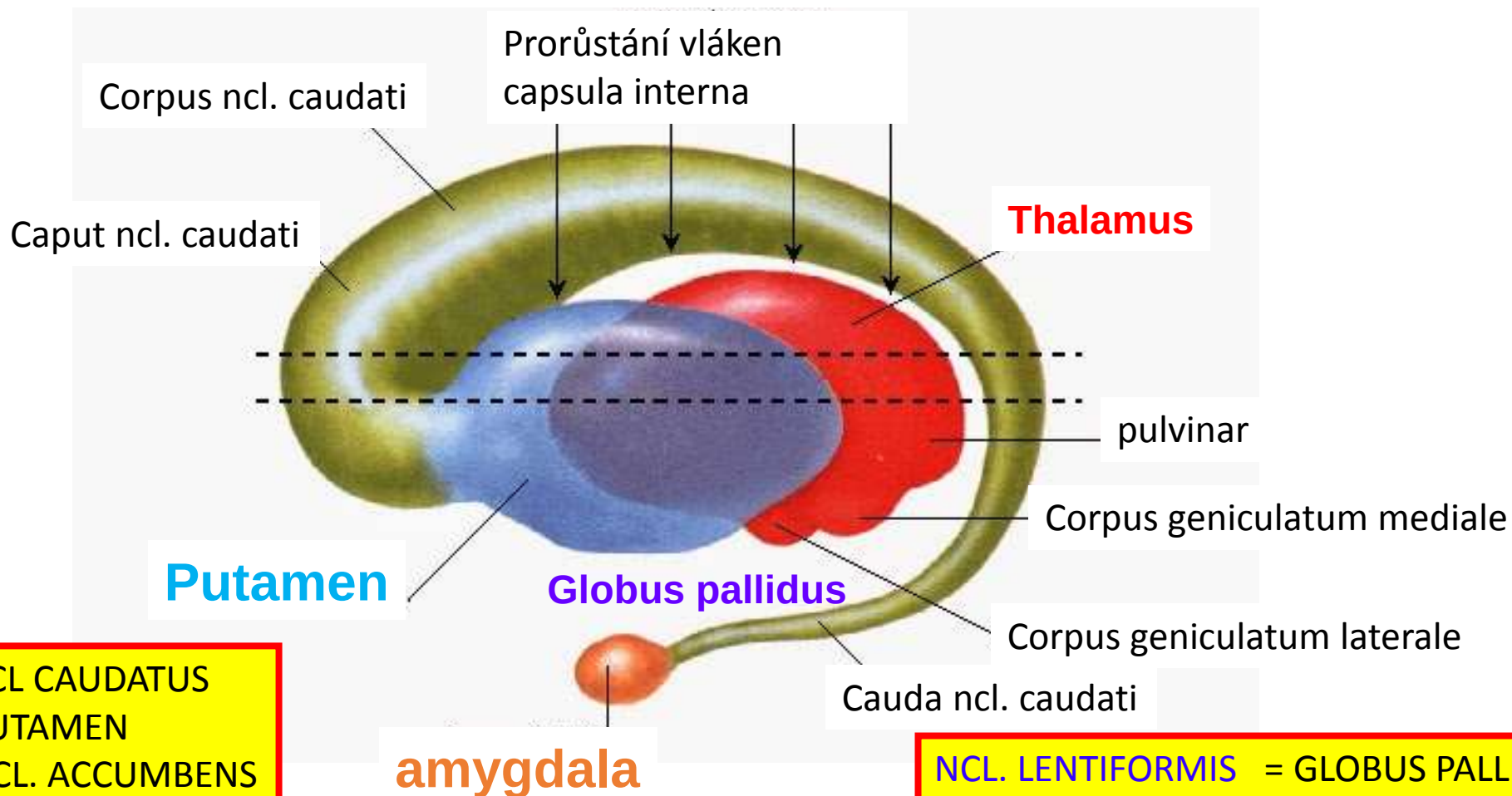
“odříznutá motorika”



Basální ganglia - schema pohled z boku

Ncl. caudatus

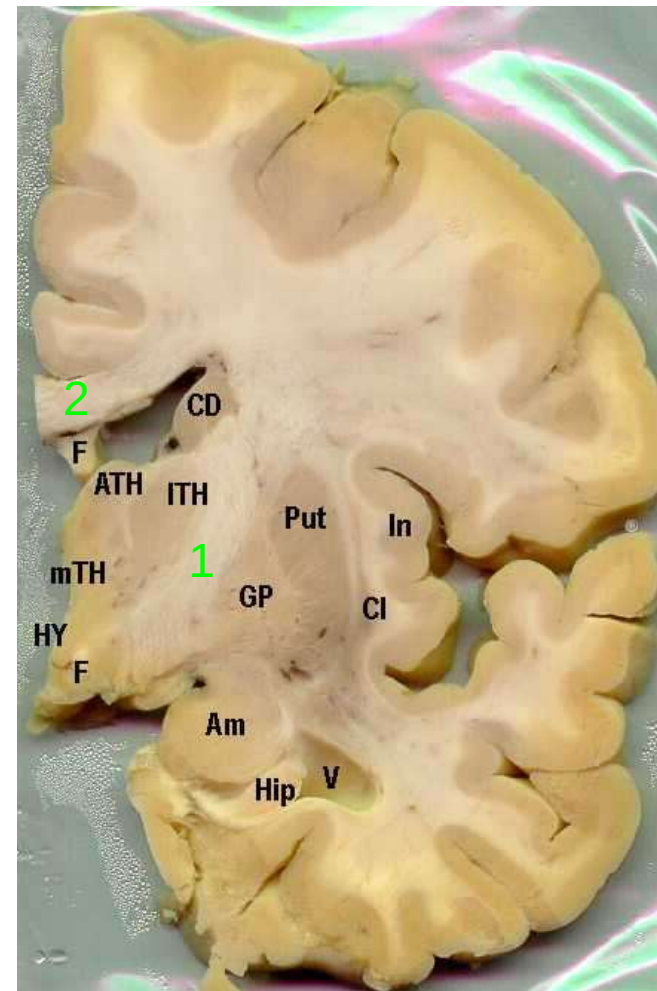
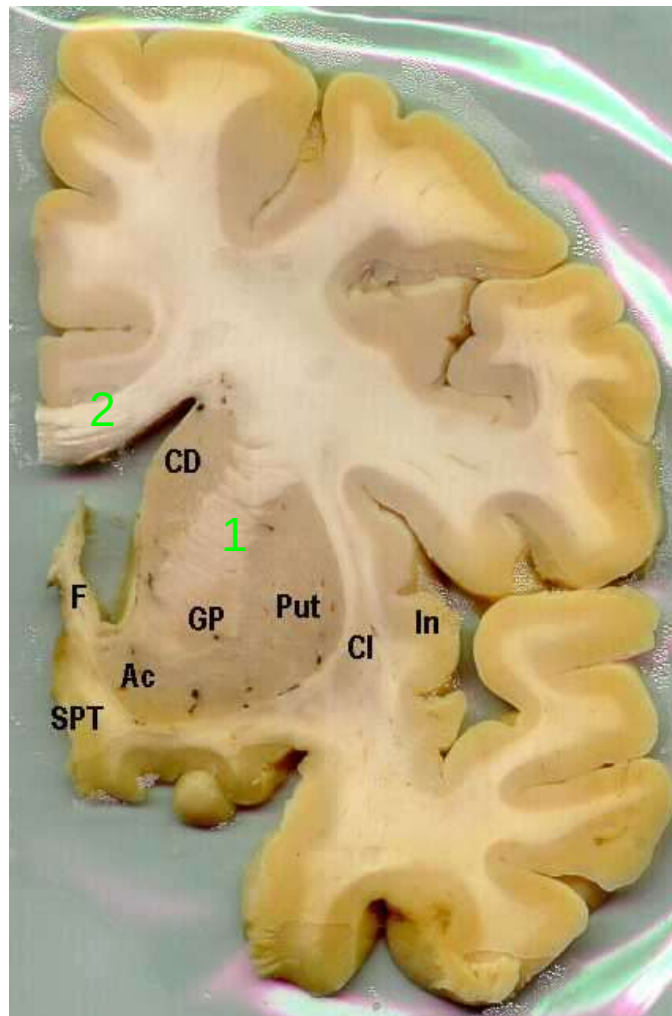
Na frontálních řezech – **předoзадní orientace**
Thalamus kaudálně přibývá
Ncl. caudatus kaudálně ubývá
Capsula interna mezi putamen a ncl. caudatus!



STRIATUM = NCL CAUDATUS
PUTAMEN
NCL. ACCUMBENS

NCL. LENTIFORMIS = GLOBUS PALLIDUS INTERNUS
GLOBUS PALLIDUS EXTERNUS
PUTAMEN

Frontální řezy telencephalem v rostro-caudálním pořadí



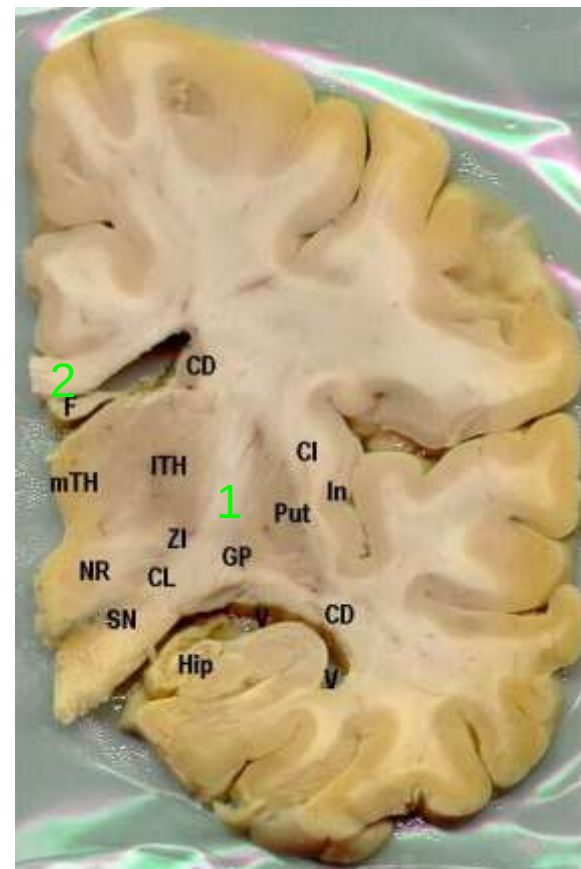
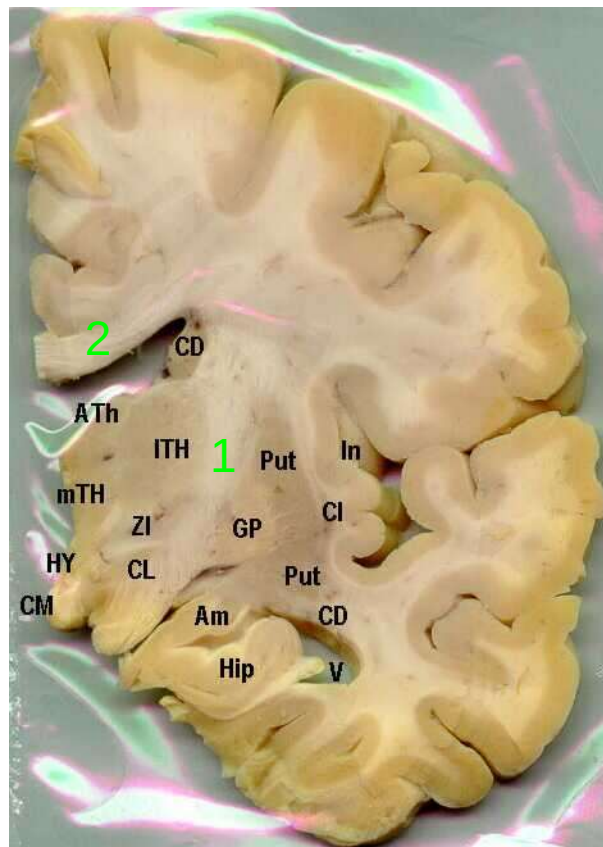
1 - capsula
interna
2 - corpus
callosum

Ac – ncl. accumbens
Am – amygdala
ATH – přední jádra thalamu
CD – ncl. caudatus
Cl – claustrum
F – fornix
GP – globus pallidus

Hip – hippocampus
Hy – hypothalamus
In – inzula
mTH – mediální jádra thalamu
ITH – laterální jádra thalamu
Put – putamen
SPT – septum verum
V – laterální komora

červeně basální ganglia
růžově limbické struktury

Frontální řezy telencephalem



**1 - capsula
interna
2 - corpus
callosum**

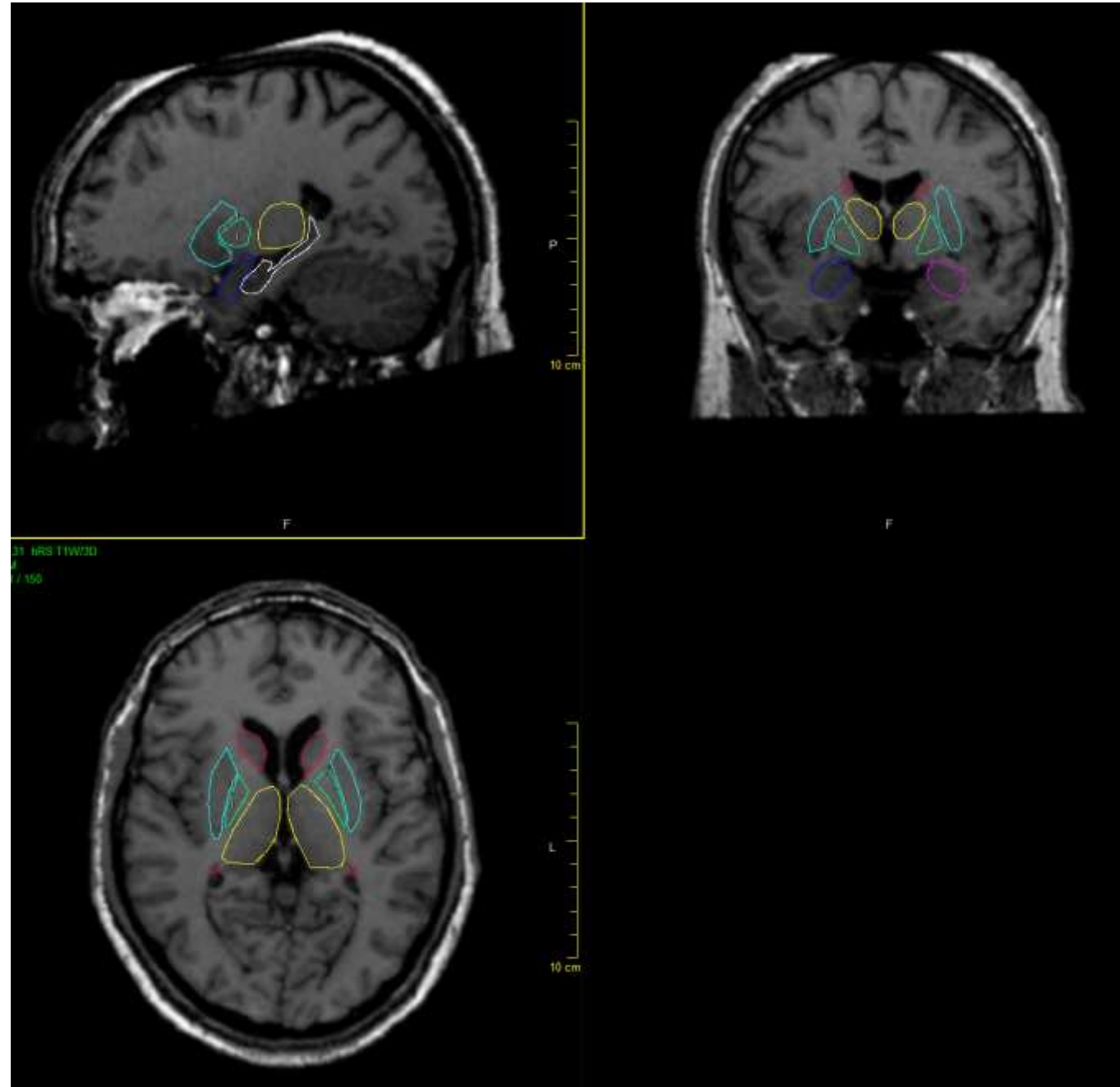
Am – amygdala
ATH – přední jádra thalamu
CD-ncl caudatus
CI – claustrum
CL- ncl. subthalamicus
CM – corpus mamillare
F – fornix
GP – globus pallidus
Hip – hippocampus
Hy – hypothalamus

In – inzula
mTH – mediální jádra thalamu
NR- nucleus ruber
ITH – laterální jádra thalamu
Put – putamen
SN- substantia nigra
SPT – septum verum
V – laterální komora
ZI – zona incerta

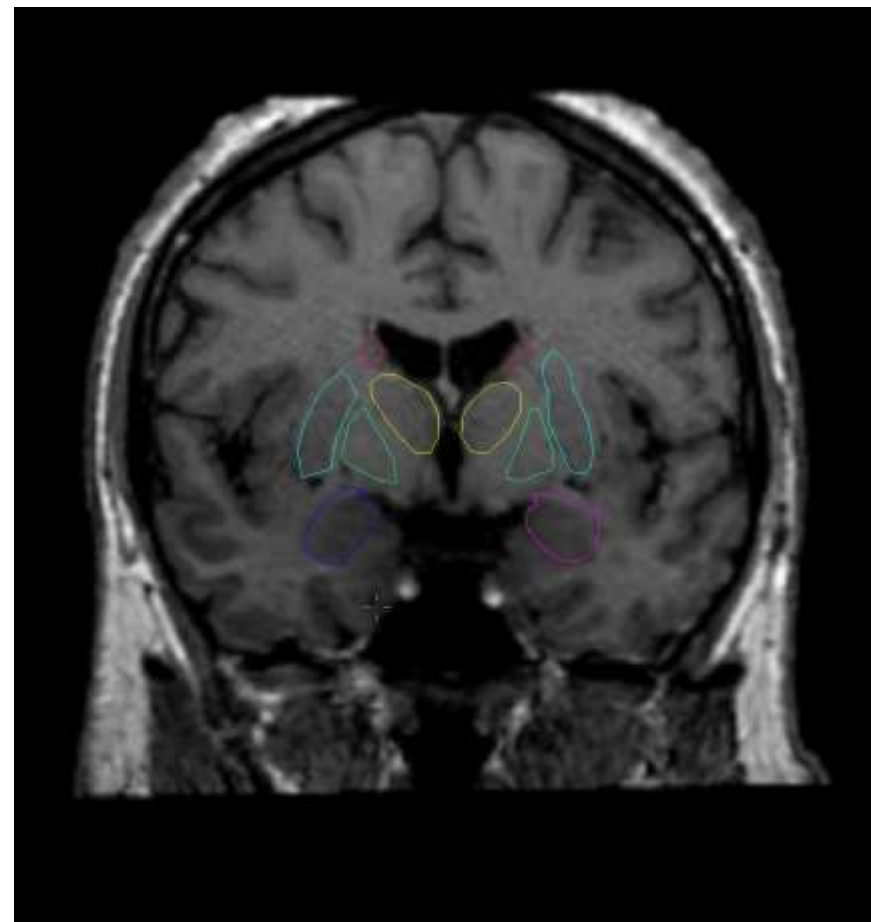
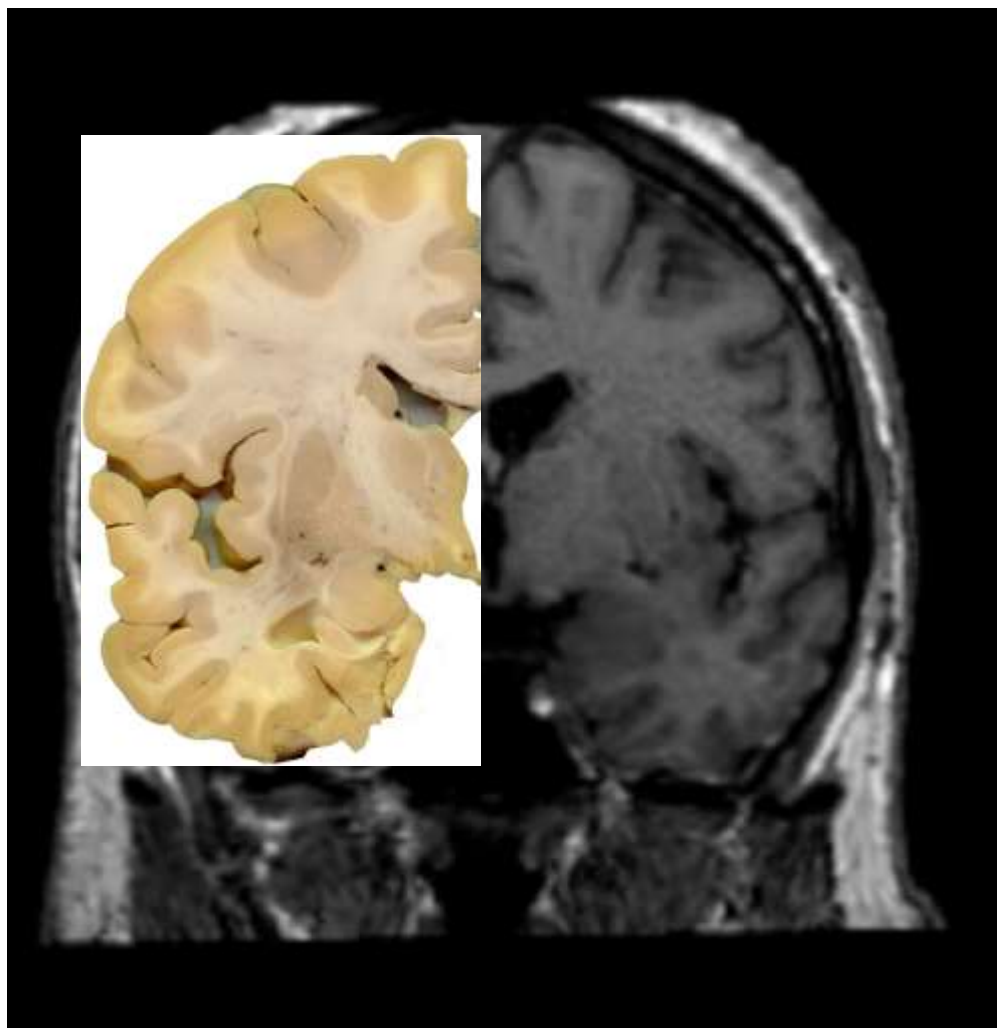
**červeně basální ganglia
růžově limbické struktury**

BG na MR

Ncl caudatus
Putamen
Globus pallidus
Thalamus
Amygdala dx, amygdala sin
Hippocampus



MR frontální rovina – basální ganglia, thalamus a amygdala



Ncl caudatus

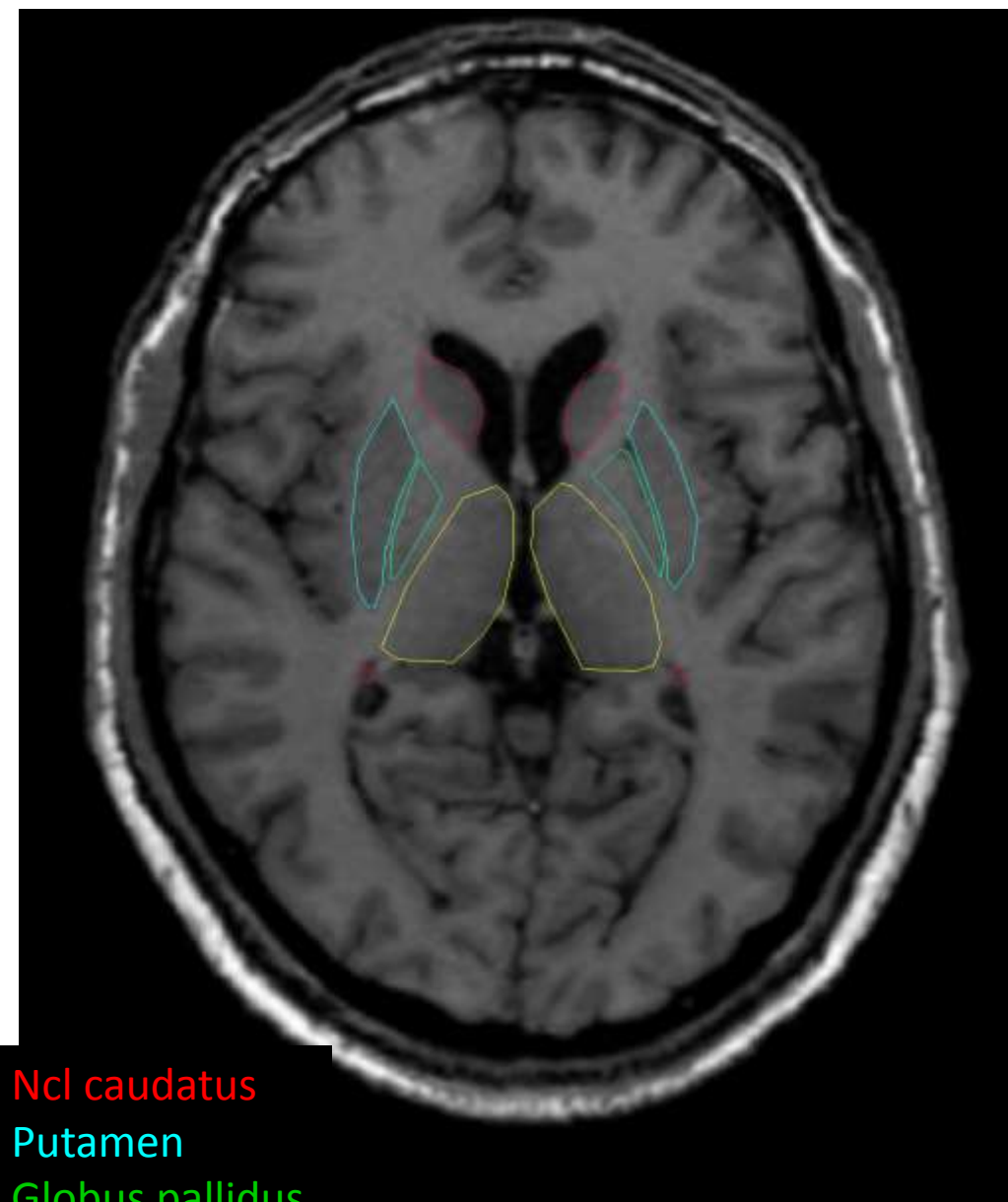
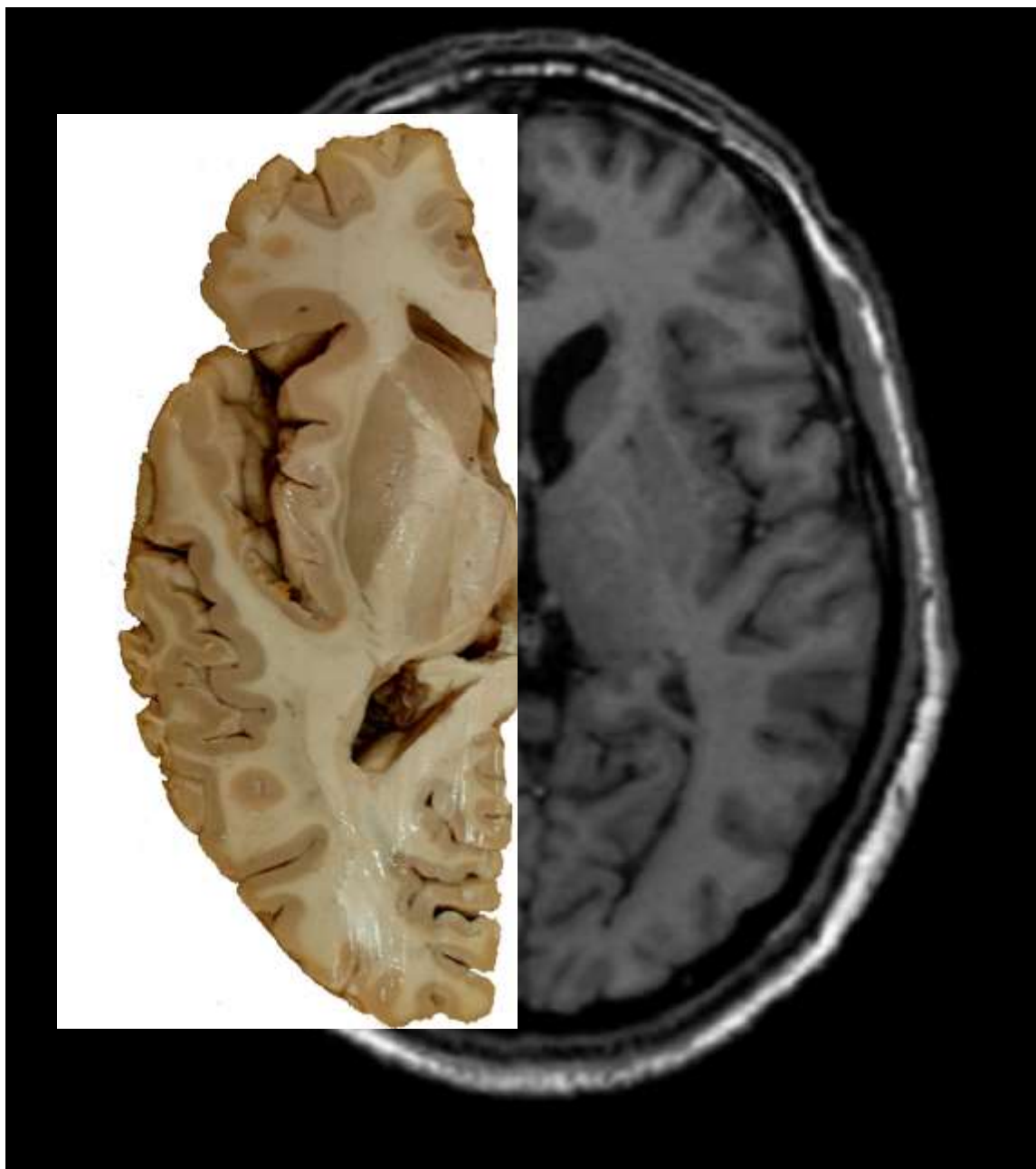
Putamen

Globus pallidus

Thalamus

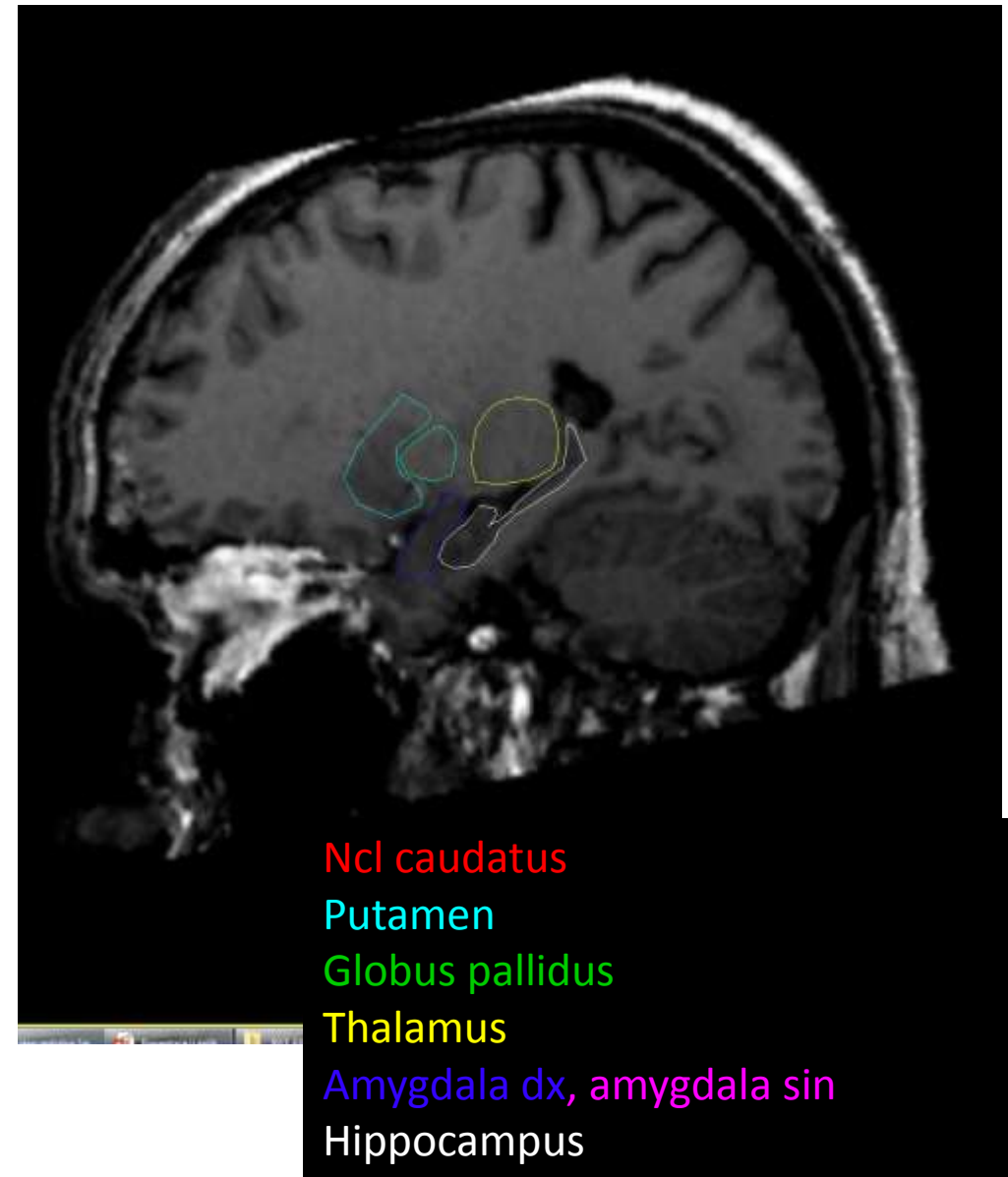
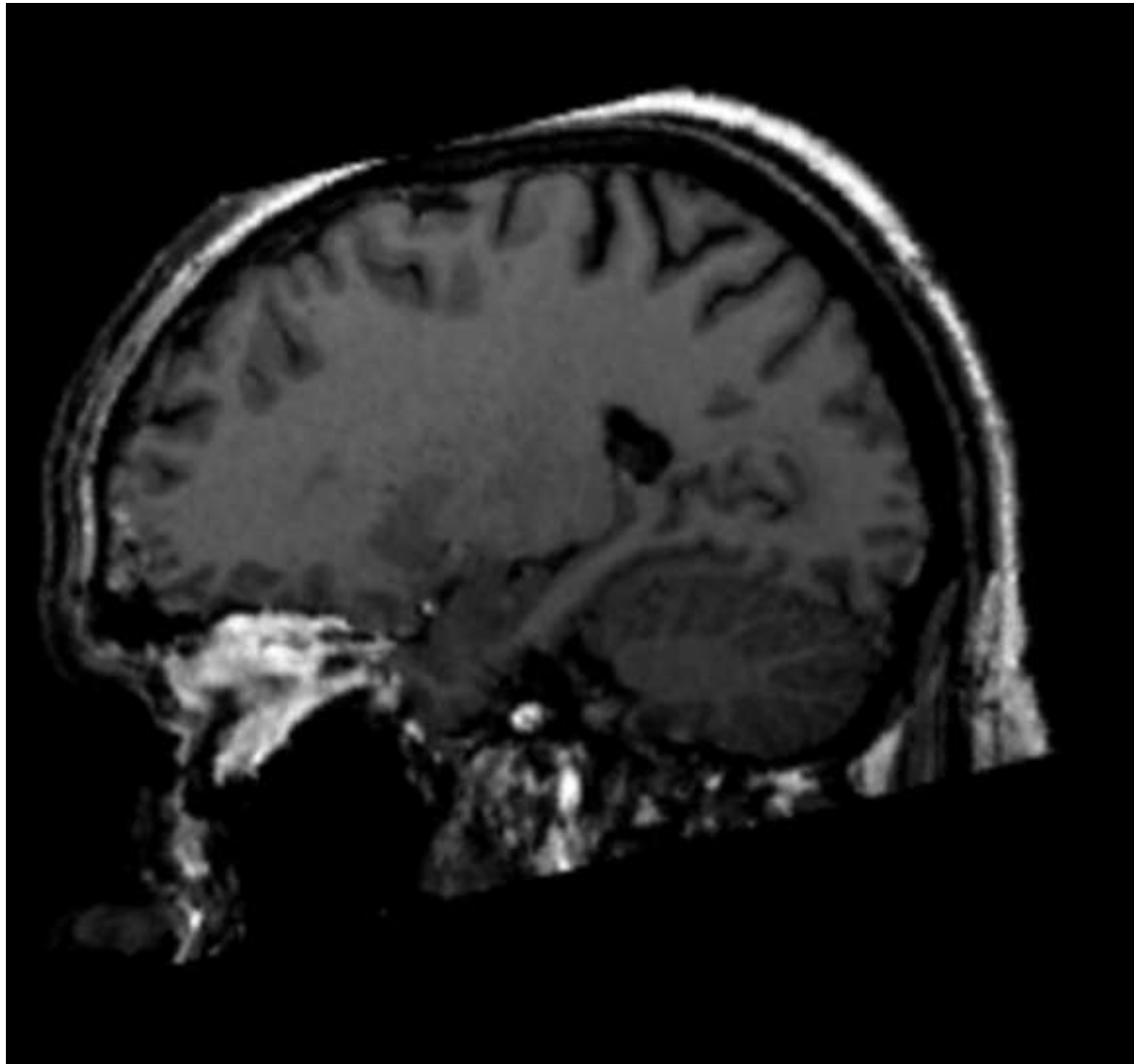
Amygdala dx, amygdala sin

MR Horizontální rovina – basální ganglia a thalamus

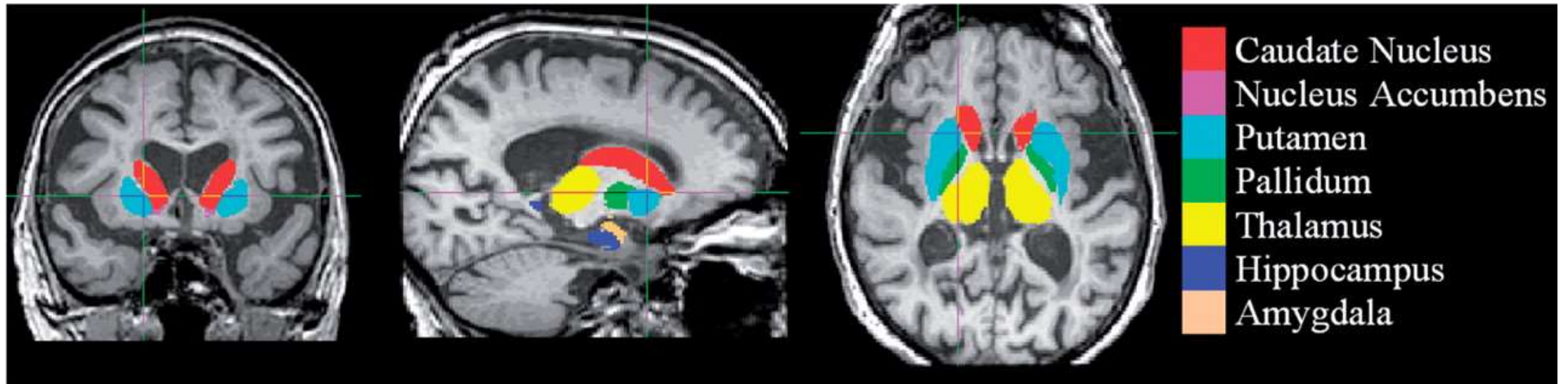


Ncl caudatus
Putamen
Globus pallidus
Thalamus

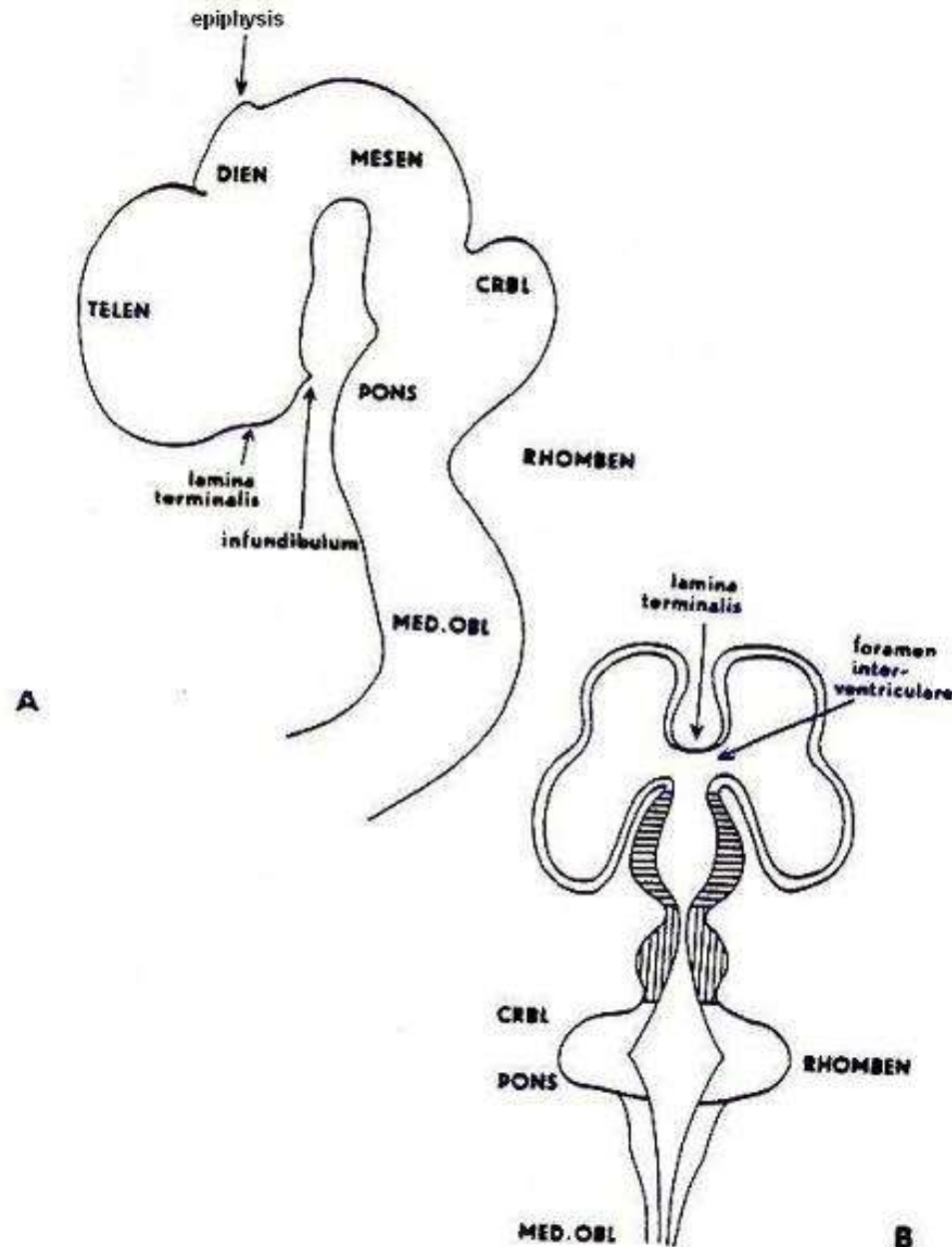
MR SAGITÁLNÍ rovina – basální ganglia, thalamus, amygdala a hippocampus



Basální ganglia MR

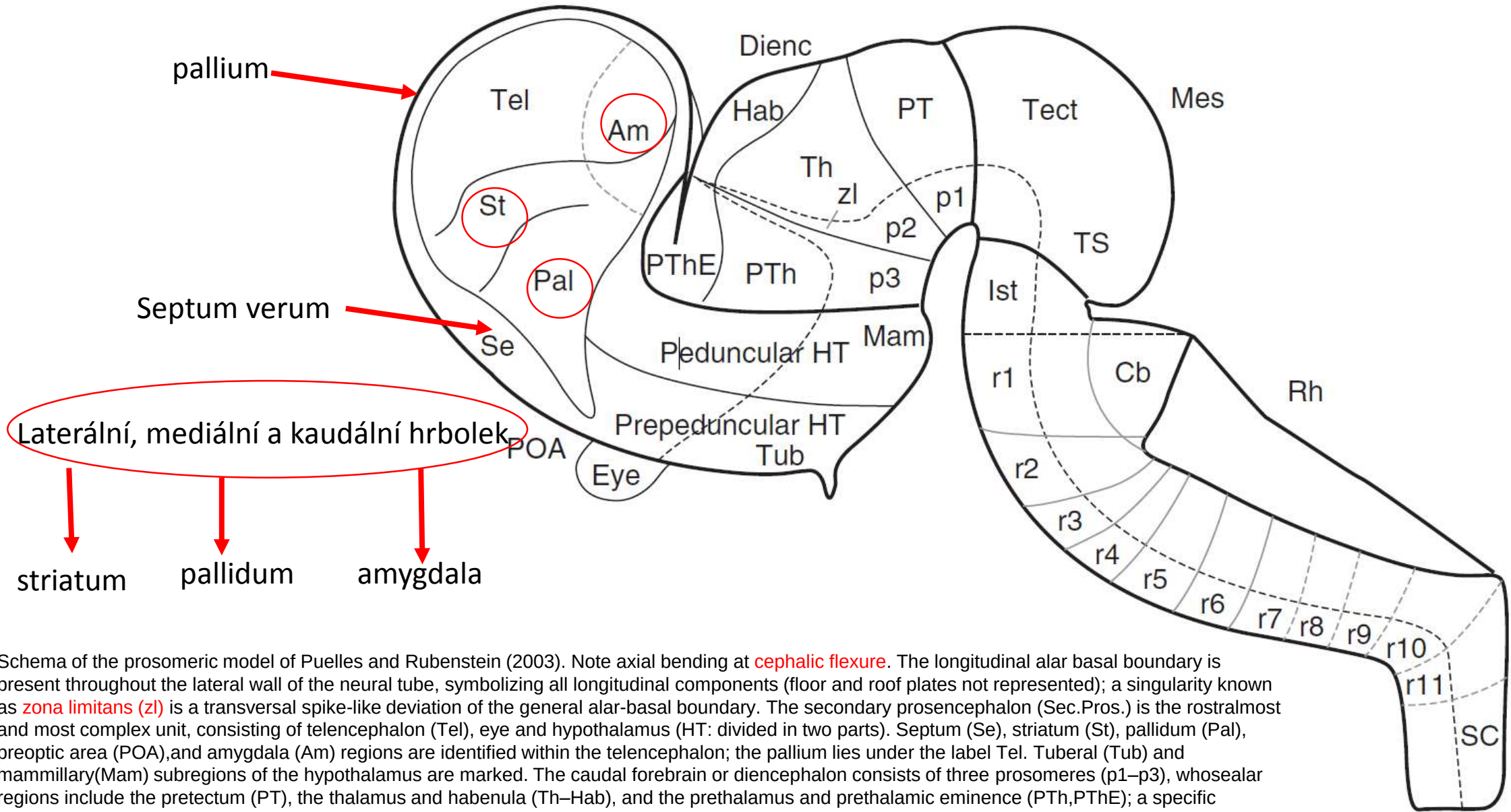


Vývoj koncového mozku



Mozkové váčky mají

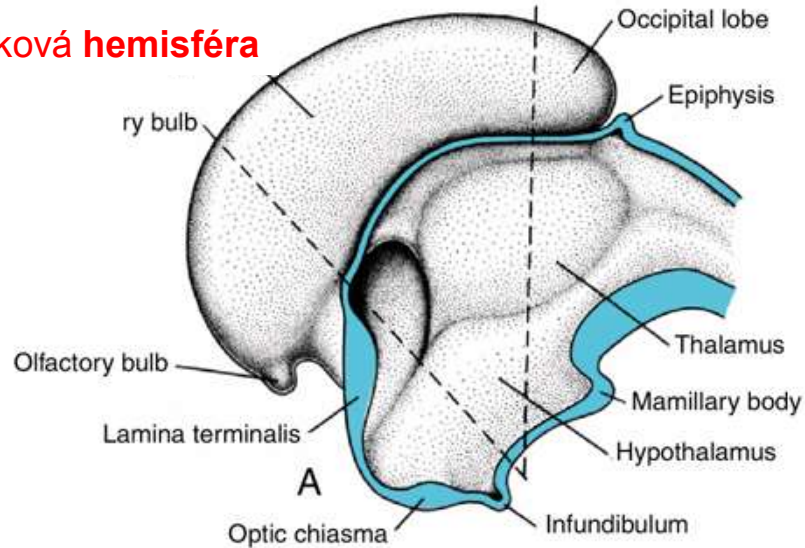
- 1) Basální část striatální hrbolek – **BG**
- 2) Dorsální část – pallium - **kůra**
- 3) Mediální část – lamina epithelialis – **lamina choroidea, lamina affixa thalami**
- 4) Před a pod foramen interventriculare **septum pellucidum, septum verum**



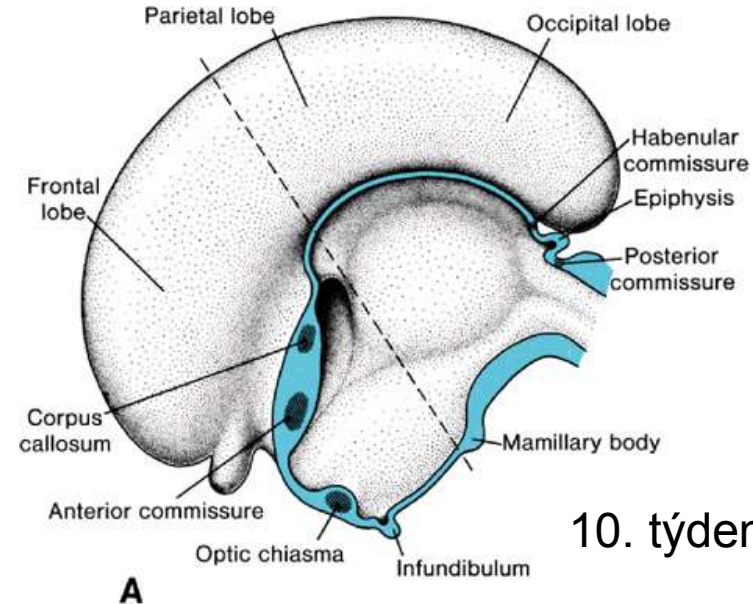
Schema of the prosomeric model of Puelles and Rubenstein (2003). Note axial bending at **cephalic flexure**. The longitudinal alar basal boundary is present throughout the lateral wall of the neural tube, symbolizing all longitudinal components (floor and roof plates not represented); a singularity known as **zona limitans (zl)** is a transversal spike-like deviation of the general alar-basal boundary. The secondary prosencephalon (Sec.Pro.) is the rostralmost and most complex unit, consisting of telencephalon (Tel), eye and hypothalamus (HT: divided in two parts). Septum (Se), striatum (St), pallidum (Pal), preoptic area (POA), and amygdala (Am) regions are identified within the telencephalon; the pallium lies under the label Tel. Tuberal (Tub) and mammillary (Mam) subregions of the hypothalamus are marked. The caudal forebrain or diencephalon consists of three prosomeres (p1–p3), whose alar regions include the pretectum (PT), the thalamus and habenula (Th–Hab), and the prethalamus and prethalamus eminence (PTh, PThE); a specific tegmental domain corresponds to each of them (under p1–p3 labels). A simplified view of the large mesencephalic alar plate (Mes) divides it into superior colliculus or tectum (Tect) and inferior colliculus or torus semicircularis (TS); ‘colliculi’ are mammalian terms. The hindbrain or rhombencephalon (Rh) contains 12 neuromeric units, from the isthmus (Ist) and rhombomere 1 (r1) down to rhombomere 11 (r11), which limits with the spinal cord (SC). Note the cerebellum (Cb) forms mainly across isthmus and r1.

Vývoj telencephala – plášť (pallium) a striatální hrbolek

Mozková hemisféra



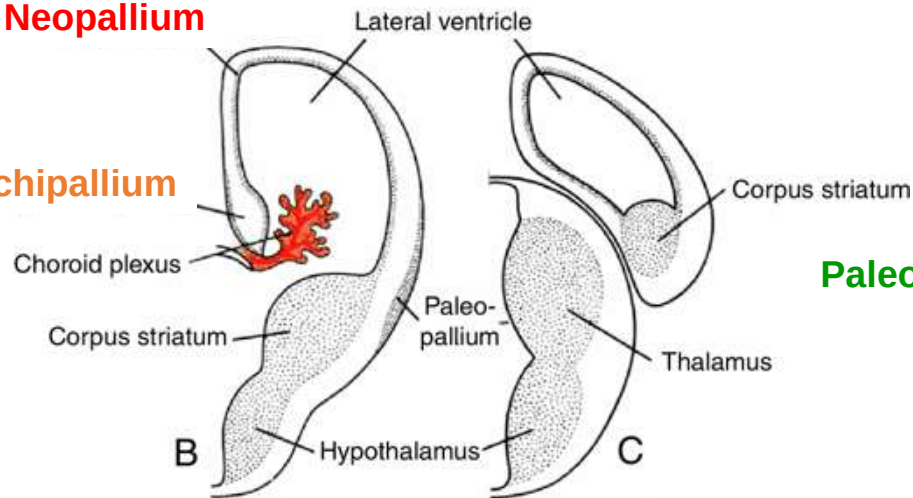
8. týden



10. týden

Neopallium

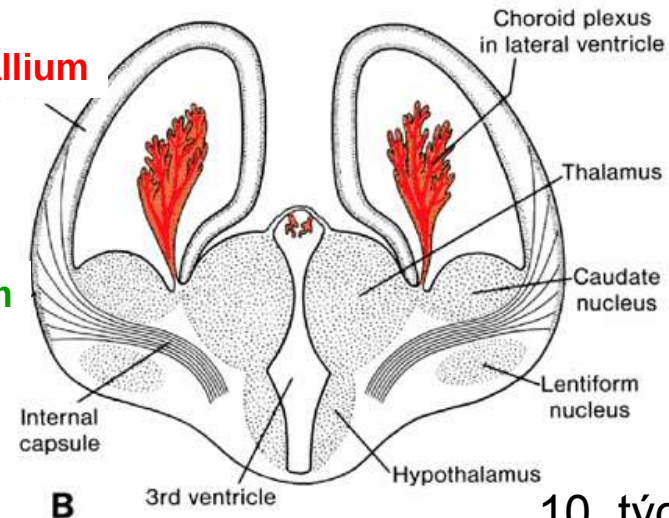
Archipallium



8. týden

Neopallium

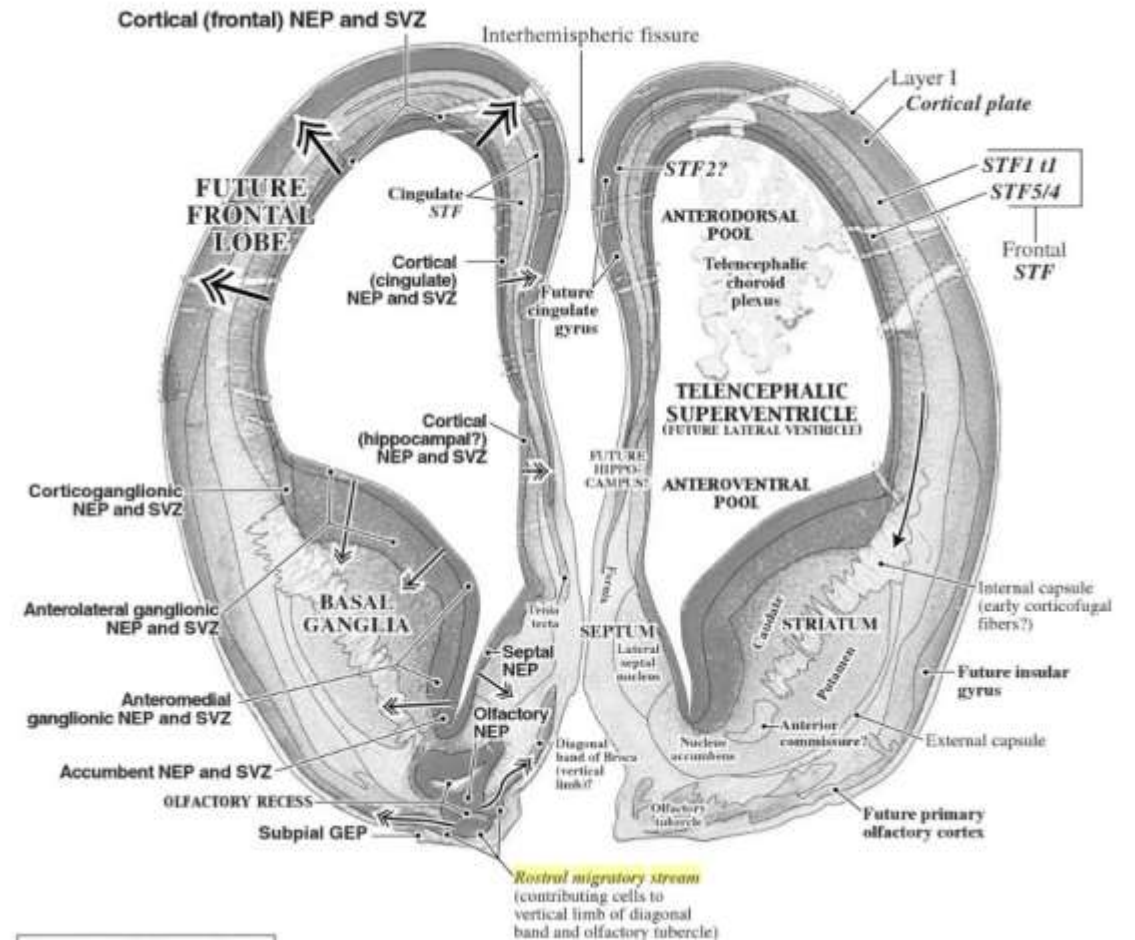
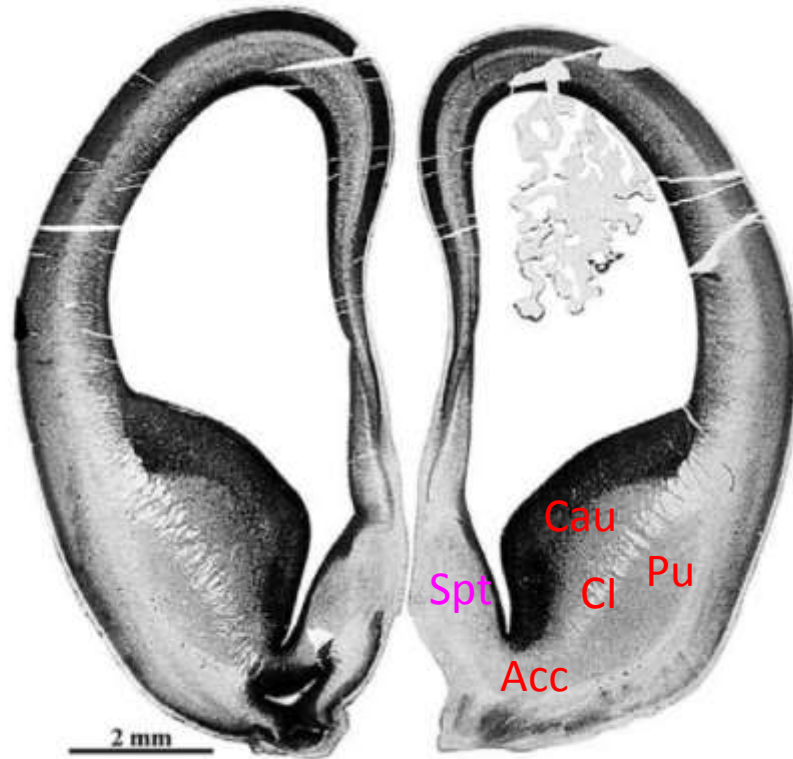
Paleopallium



10. týden

Vlákna capsula interna oddělí ncl. caudatus a putamen

Frontální řez hemisférou konec 1. trimestru



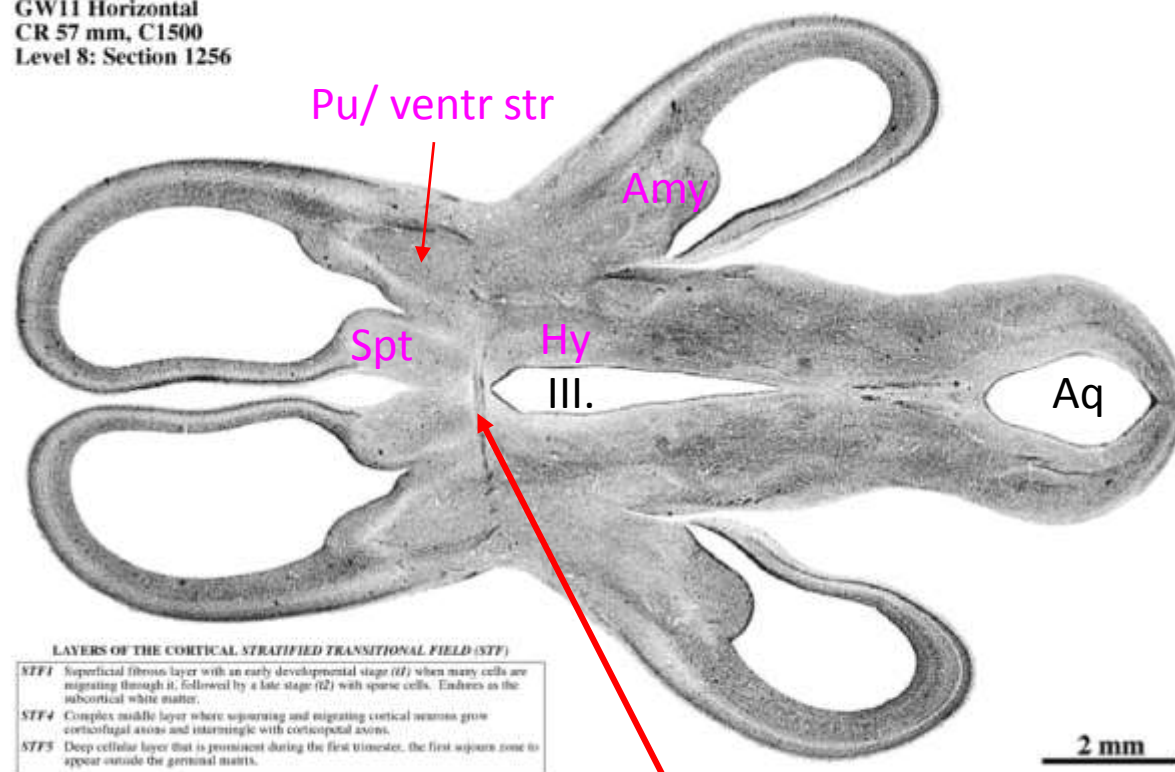
The Human Brain During the Late First Trimester

Od autorů: Shirley A. Bayer, Joseph Altman

Horizontální řez hemisférou konec 1. trimestru

PLATE 43A

GW11 Horizontal
CR 57 mm, C1500
Level 8: Section 1256

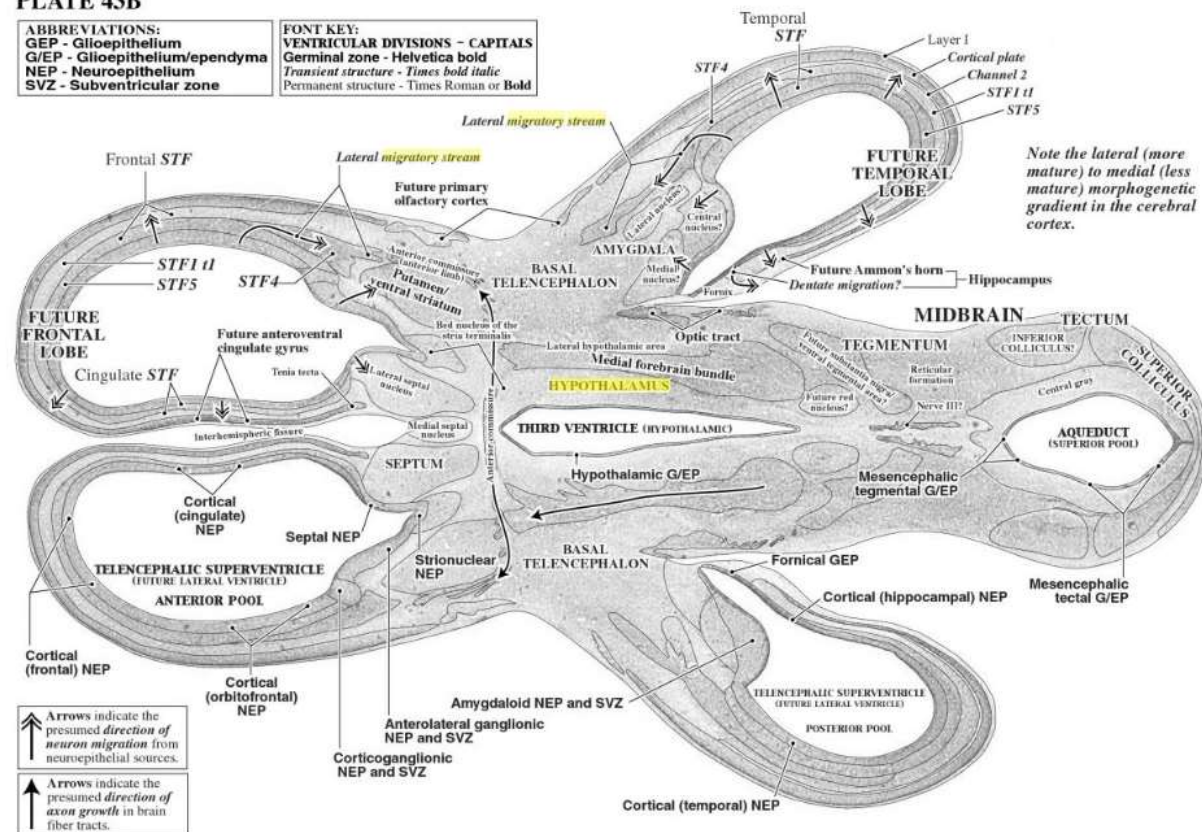


com ant

PLATE 43B

ABBREVIATIONS:
GEP - Glioeptithelium
G/EP - Glioeptithelium/ependyma
NEP - Neuroeptithelium
SVZ - Subventricular zone

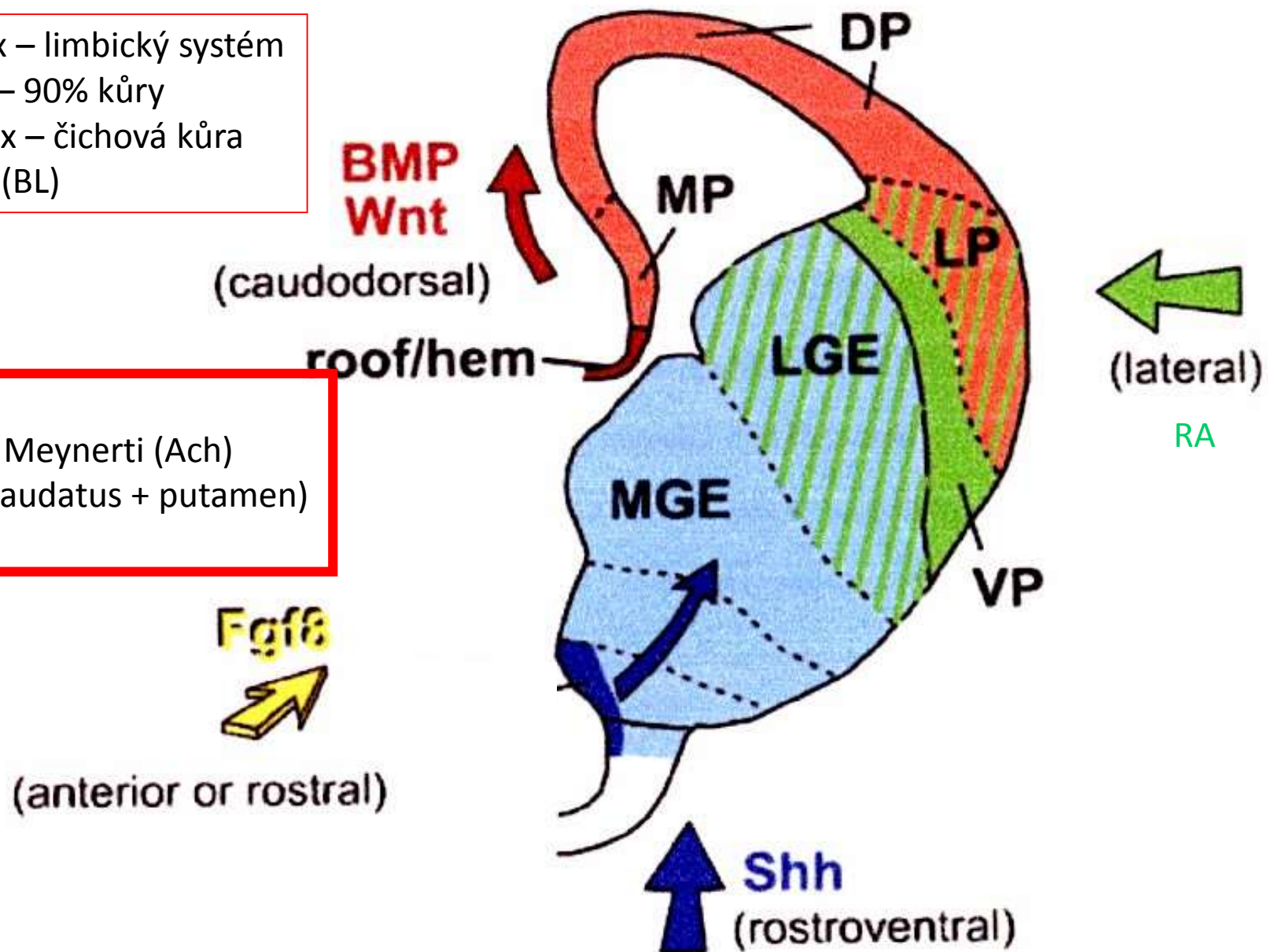
FONT KEY:
VENTRICULAR DIVISIONS - CAPITALS
Germinal zone - Helvetica bold
Transient structure - Times bold italic
Permanent structure - Times Roman or Bold



Pallium – mediální – archicortex – limbický systém
dorsální – neocortex – 90% kůry
laterální – paleocortex – čichová kůra
ventrální – amygdala (BL)

Striatální hrbolek

mediální - GPal, ncl. basalis Meynerti (Ach)
laterální - Striatum (ncl. caudatus + putamen)
kaudální - Amygdala (CM)



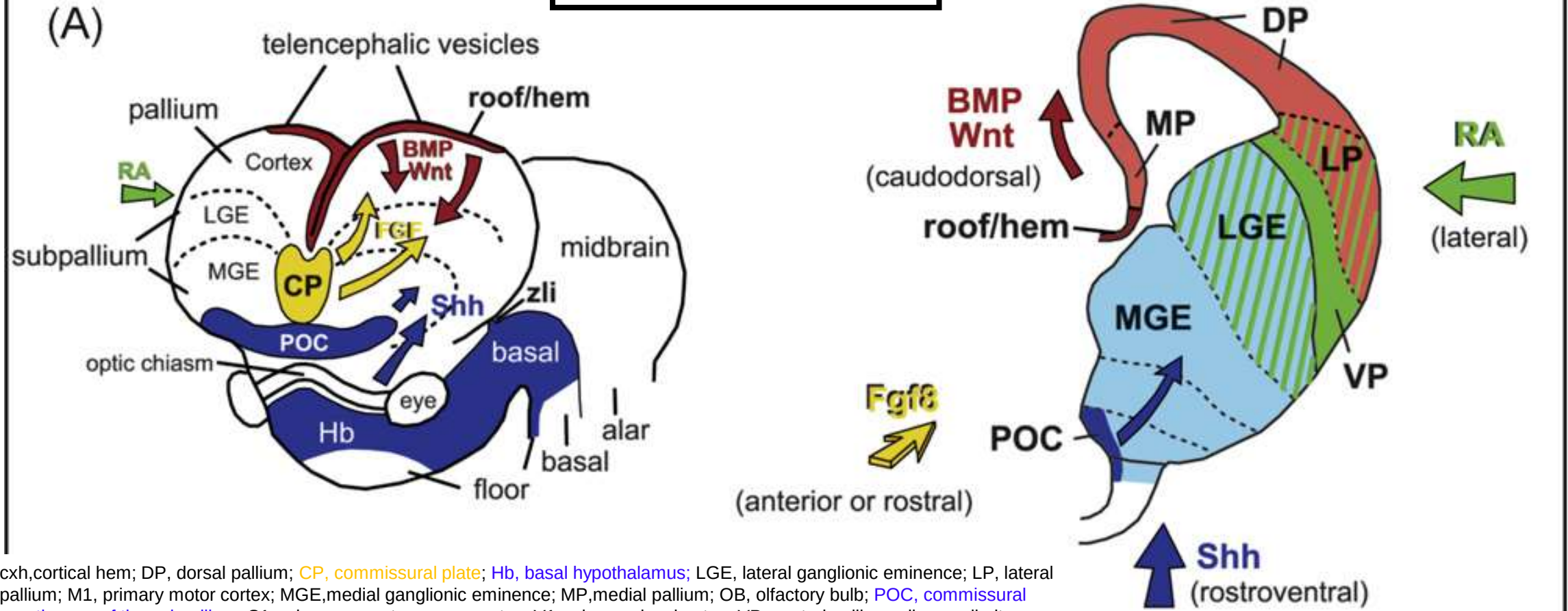
Signální molekuly

Rostrálně FGF8

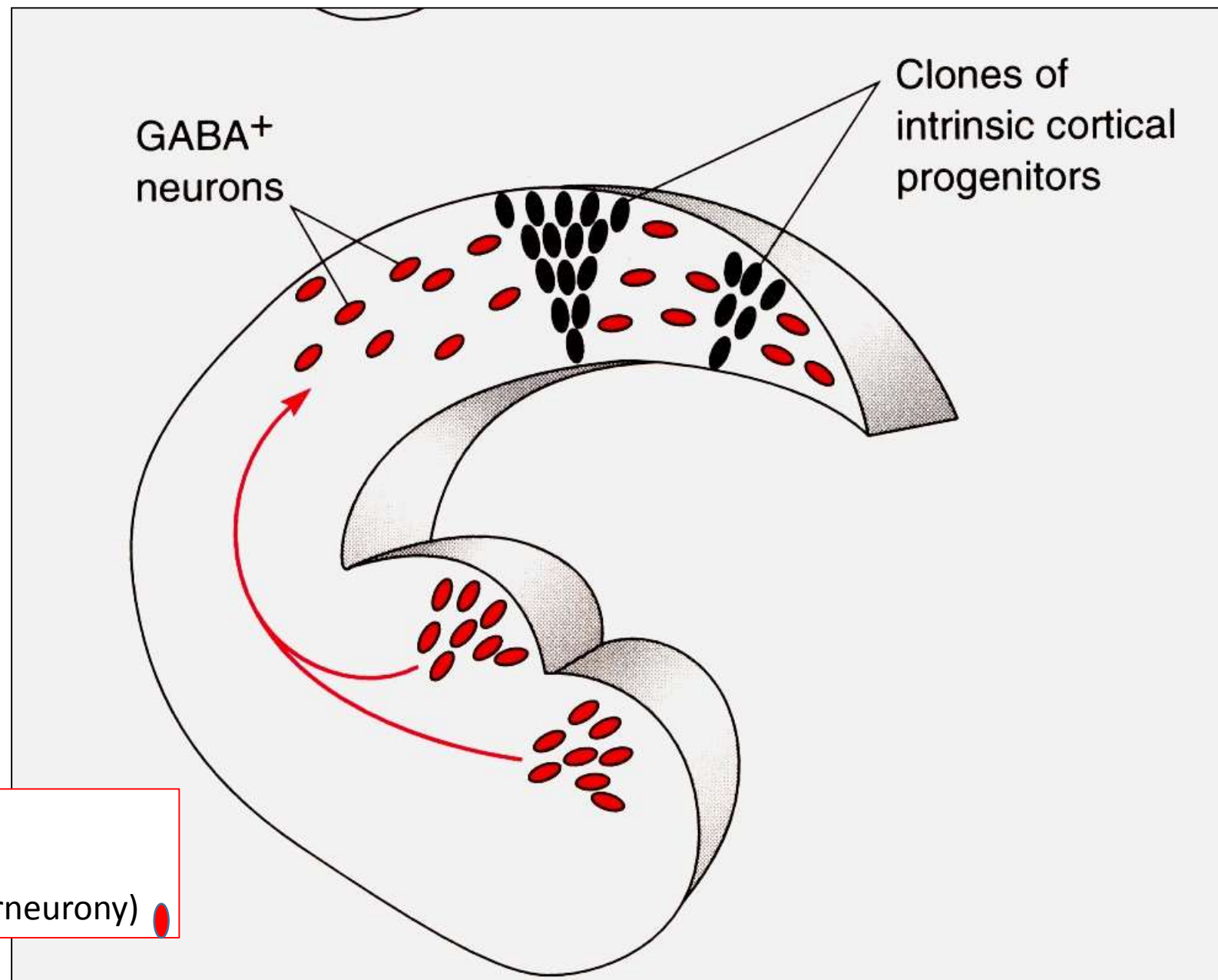
Ventrálně SHH

Dorsálně BMP + WNT

Laterálně kyselina retinová



cxh, cortical hem; DP, dorsal pallium; CP, commissural plate; Hb, basal hypothalamus; LGE, lateral ganglionic eminence; LP, lateral pallium; M1, primary motor cortex; MGE, medial ganglionic eminence; MP, medial pallium; OB, olfactory bulb; POC, commissural prooptic area of the subpallium; S1, primary somatosensory cortex; V1, primary visual cortex; VP, ventral pallium; zli, zona limitans intrathalamica.

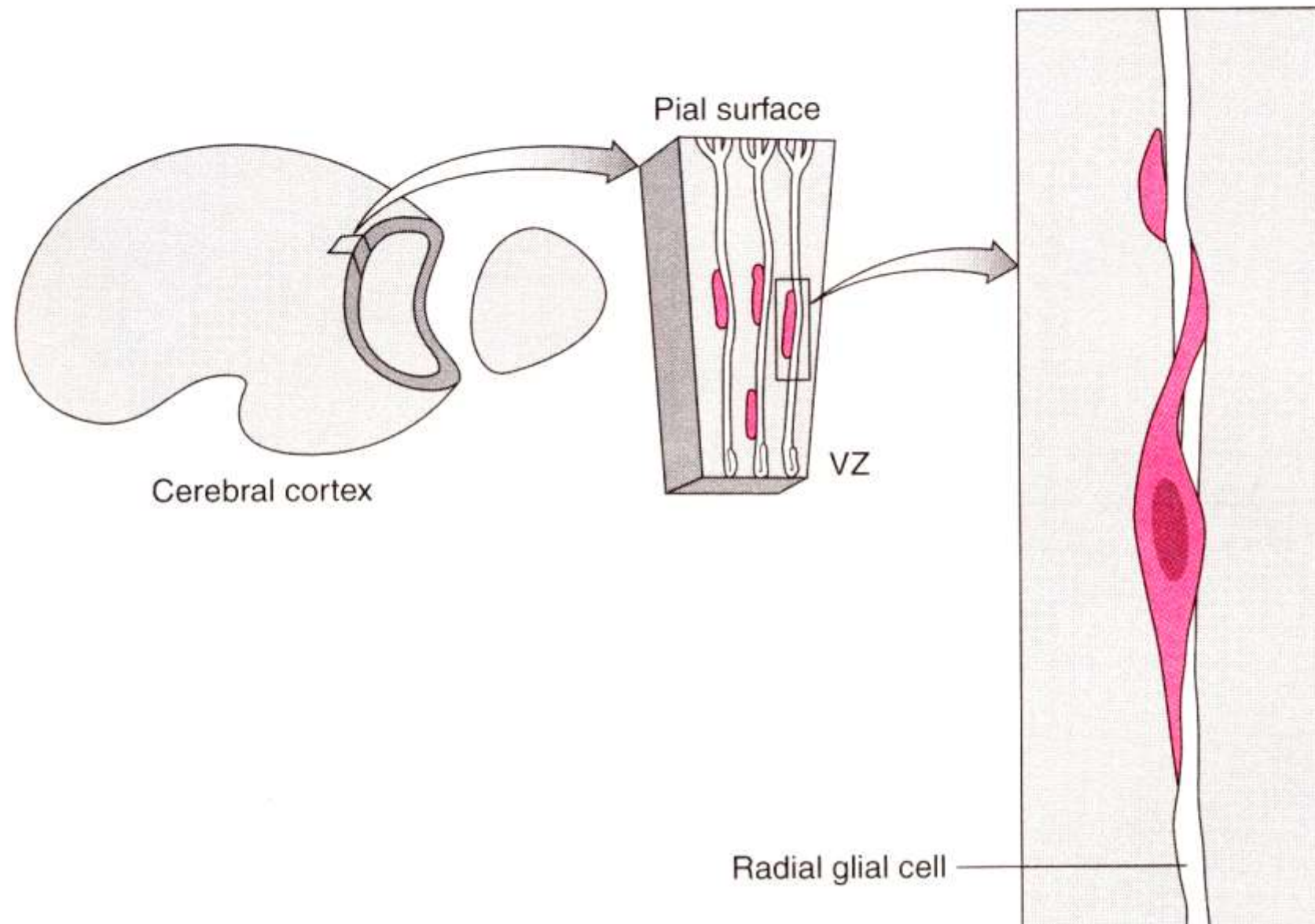


Korové neurony pocházejí

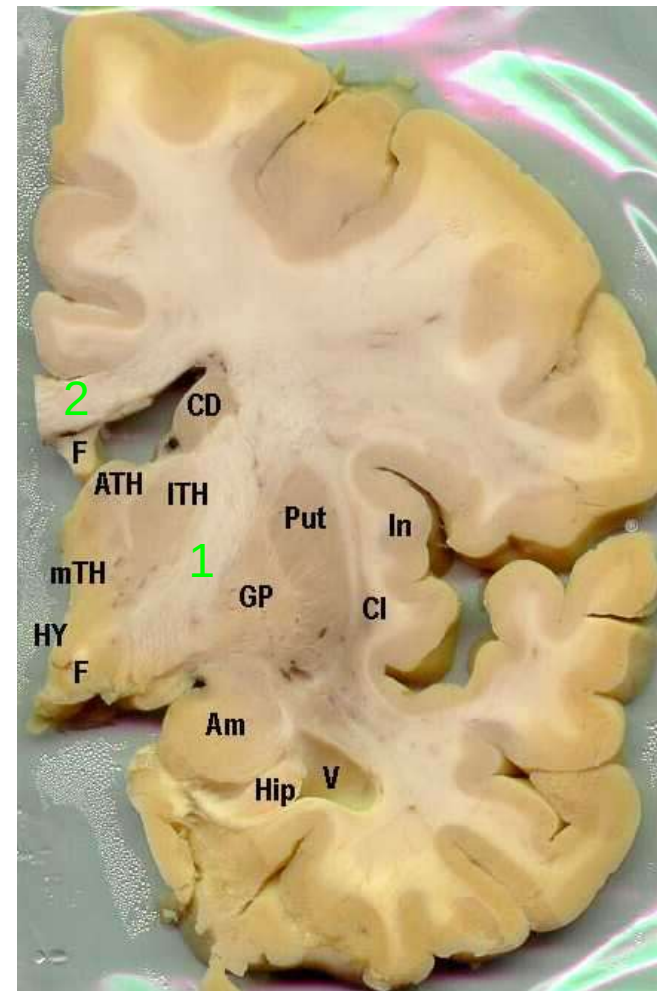
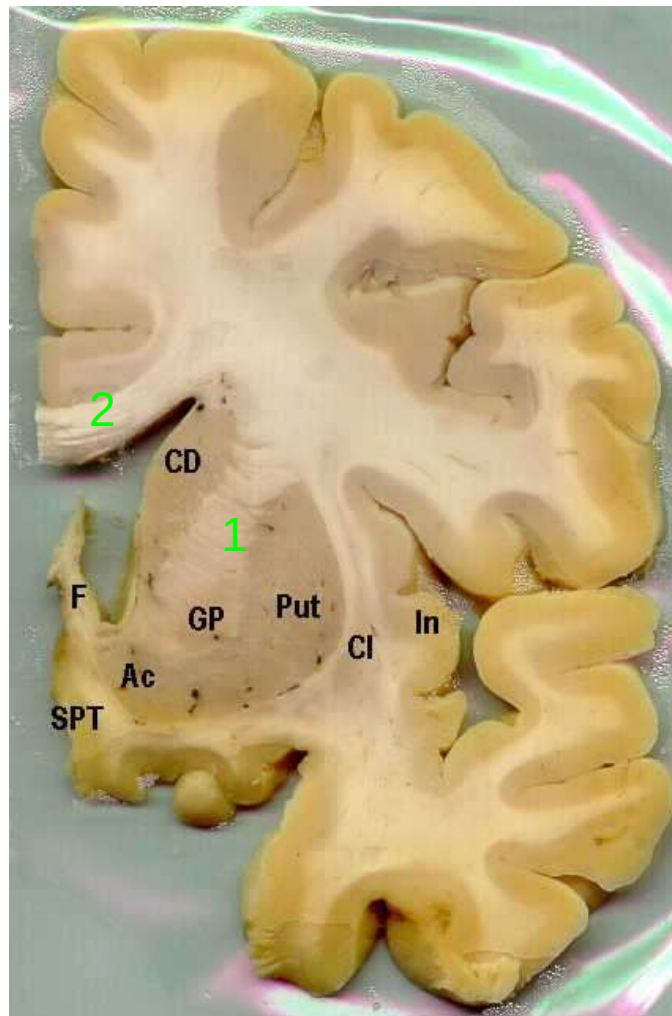
a) z subventrikulární zóny ●

b) Ze striatálního hrbolku (inhibiční interneurony) ●

Migrace neuronů z ventrikulární zony



Frontální řezy telencephalem v rostro-caudálním pořadí



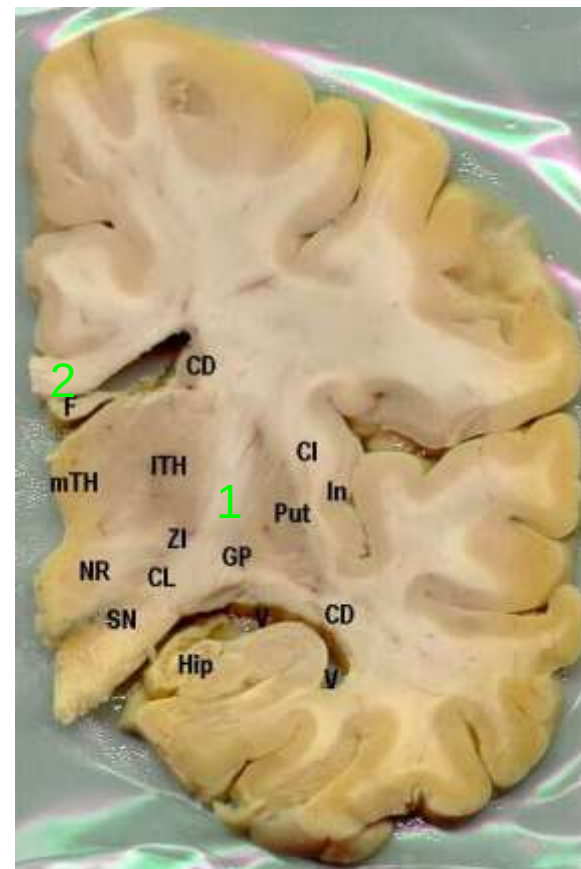
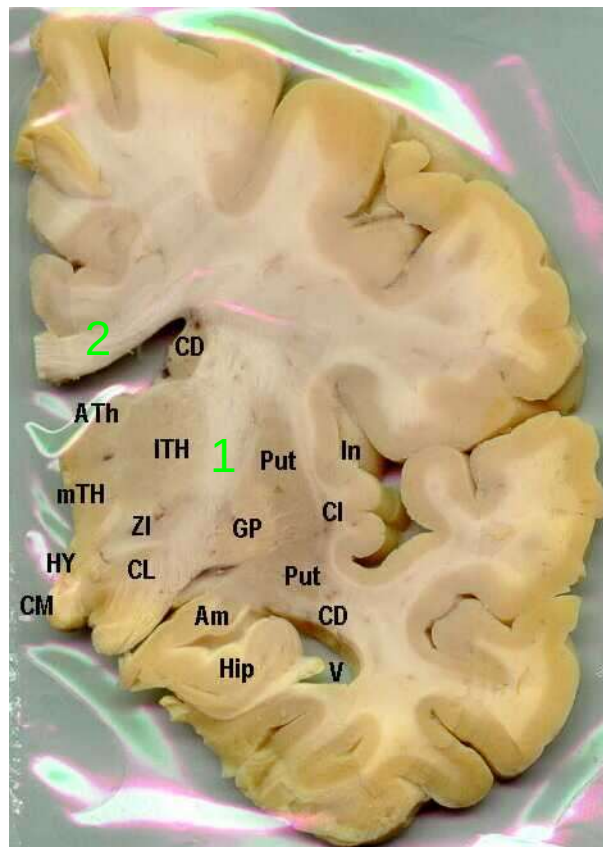
1 - capsula
interna
2 - corpus
callosum

Ac – ncl. accumbens
Am – amygdala
ATH – přední jádra thalamu
CD – ncl. caudatus
Cl – claustrum
F – fornix
GP – globus pallidus

Hip – hippocampus
Hy – hypothalamus
In – inzula
mTH – mediální jádra thalamu
ITH – laterální jádra thalamu
Put – putamen
SPT – septum verum
V – laterální komora

červeně basální ganglia
růžově limbické struktury

Frontální řezy telencephalem



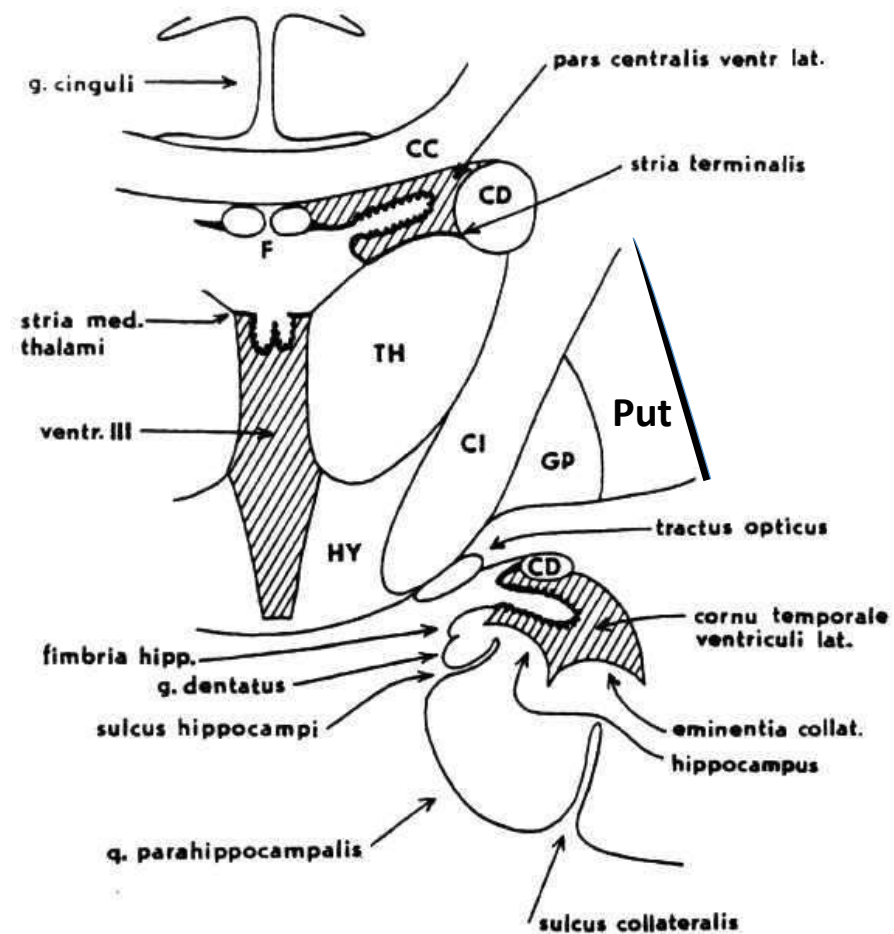
1 - capsula interna
2 - corpus callosum

Am – amygdala
ATH – přední jádra thalamu
CD-ncl caudatus
CI – claustrum
CL- ncl. subthalamicus
CM – corpus mamillare
F – fornix
GP – globus pallidus
Hip – hippocampus
Hy – hypothalamus

In – inzula
mTH – mediální jádra thalamu
NR- nucleus ruber
ITH – laterální jádra thalamu
Put – putamen
SN- substantia nigra
SPT – septum verum
V – laterální komora
ZI – zona incerta

červeně basální ganglia
růžově limbické struktury

Frontální řez přes komory

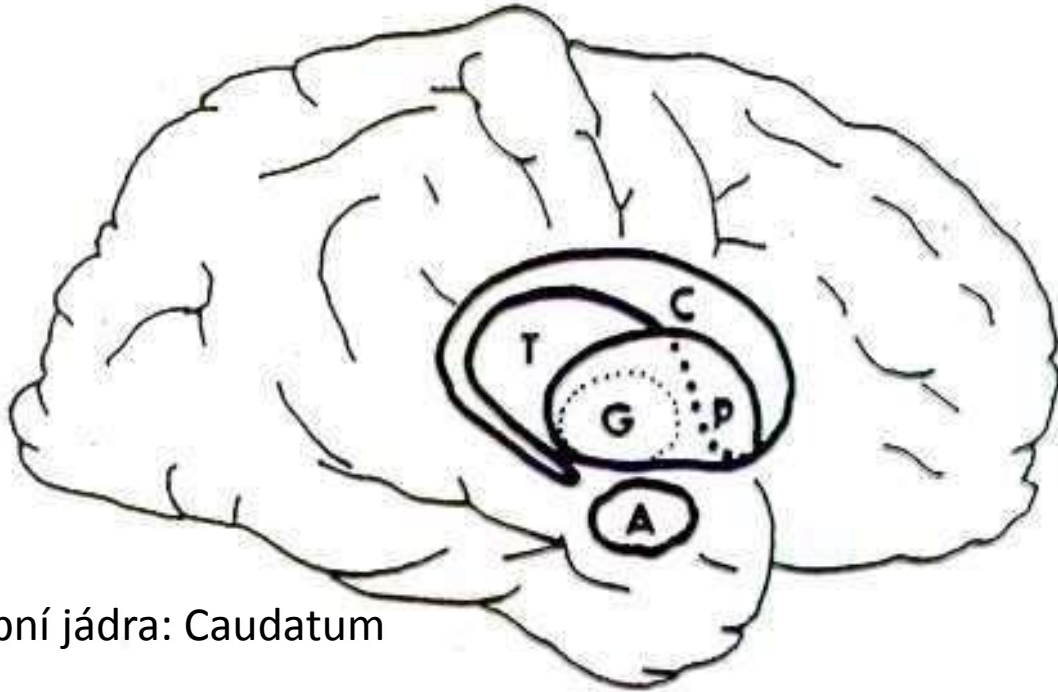


Obr. 58.: Frontální řez mozkem se zachycenou postranní a třetí komorou. Komory šrafované, tela choroidea silně vlnitě.

CC – corpus callosum,
CD – caudatum,
CI – capsula interna,
F – fornix,

GP – globus pallidus,
HY – hypothalamus,
Th – thalamus.

Bazální ganglia



Vstupní jádra: Caudatum

putamen

striatum ventr. (ncl accumbens)

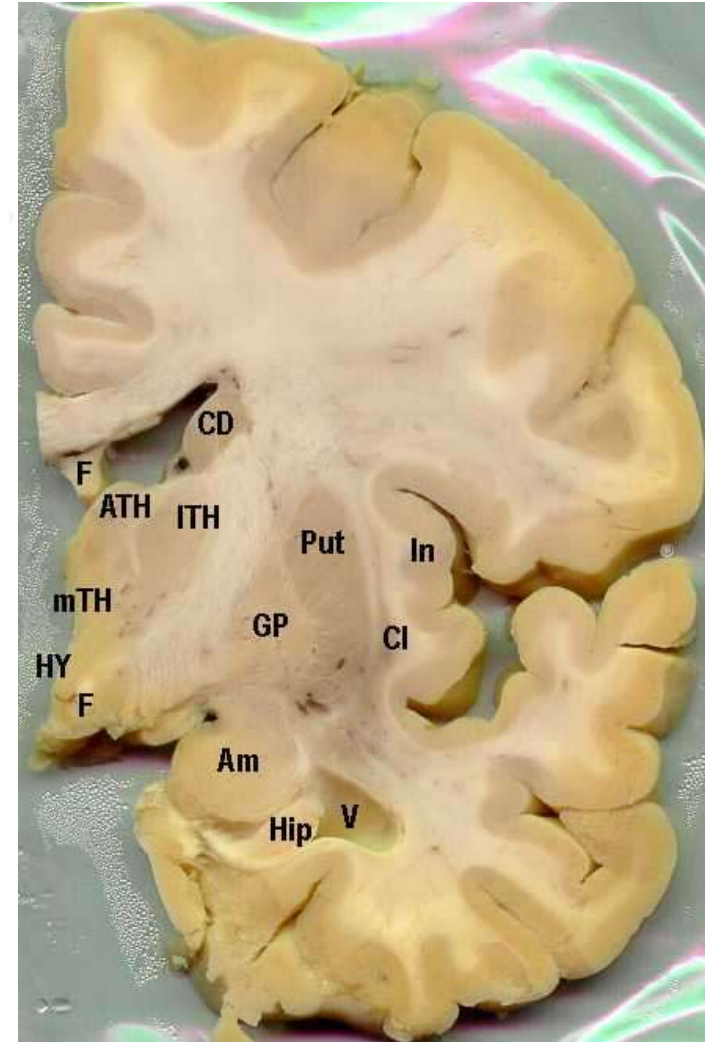
Vstup z **kůry**, amygdaly, thalamu a SN + raphe

Výstupní jádra: Substantia nigra ret.,

globus pallidus pars interna,

pallidum ventrale

Výstupy do **thalamu**, RF nebo tecta



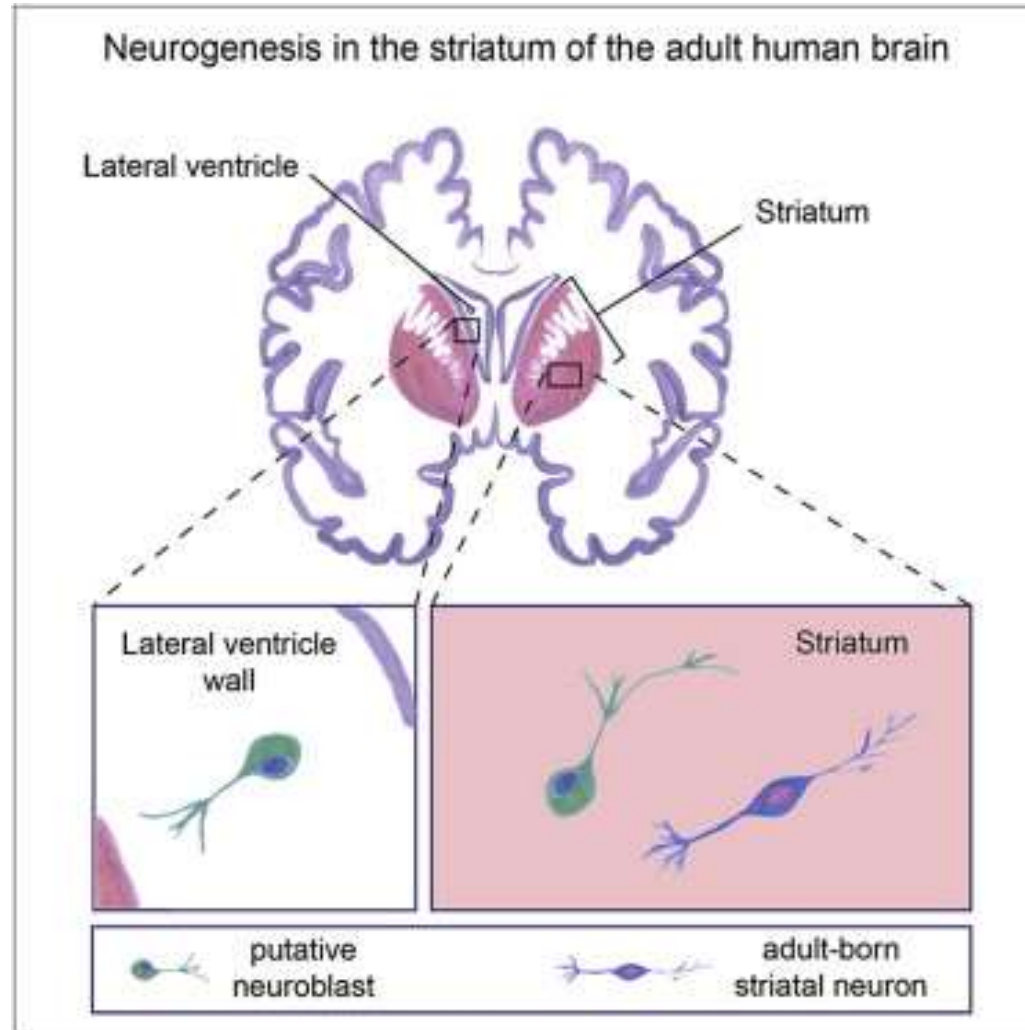
Neurogenese v basálních gangliích

- In most mammals, neurons are added throughout life in **the hippocampus and olfactory bulb**. One area where neuroblasts that give rise to adult-born neurons are generated is the **lateral ventricle wall of the brain**. We show, using histological and carbon-14 dating approaches, that in **adult humans new neurons integrate in the striatum**, which is adjacent to this neurogenic niche. The neuronal turnover in the striatum appears restricted to **interneurons**, and postnatally generated striatal neurons are preferentially depleted in patients with Huntington's disease. Our findings demonstrate a unique pattern of neurogenesis in the adult human brain.

Leonie Welberg Nature Reviews, April 2014

U dospělých savců prokázána **neurogenese v hippocampu** a **bulbus olfactorius** nyní nově **interneurony ve striatu**

Tvorba interneuronů ve striatu – subventrikulární zona



Typy neuronů ve striatu

1) „spiny“ neurony

Projekční neurony s trny 90%

Obsahují **GABA** – tlumí

2 typy (D – je receptor pro dopamin)

D1 – GABA+ Substance P+ dynorfin

Součást přímé dráhy BG

D2 –GABA+ enkefalin

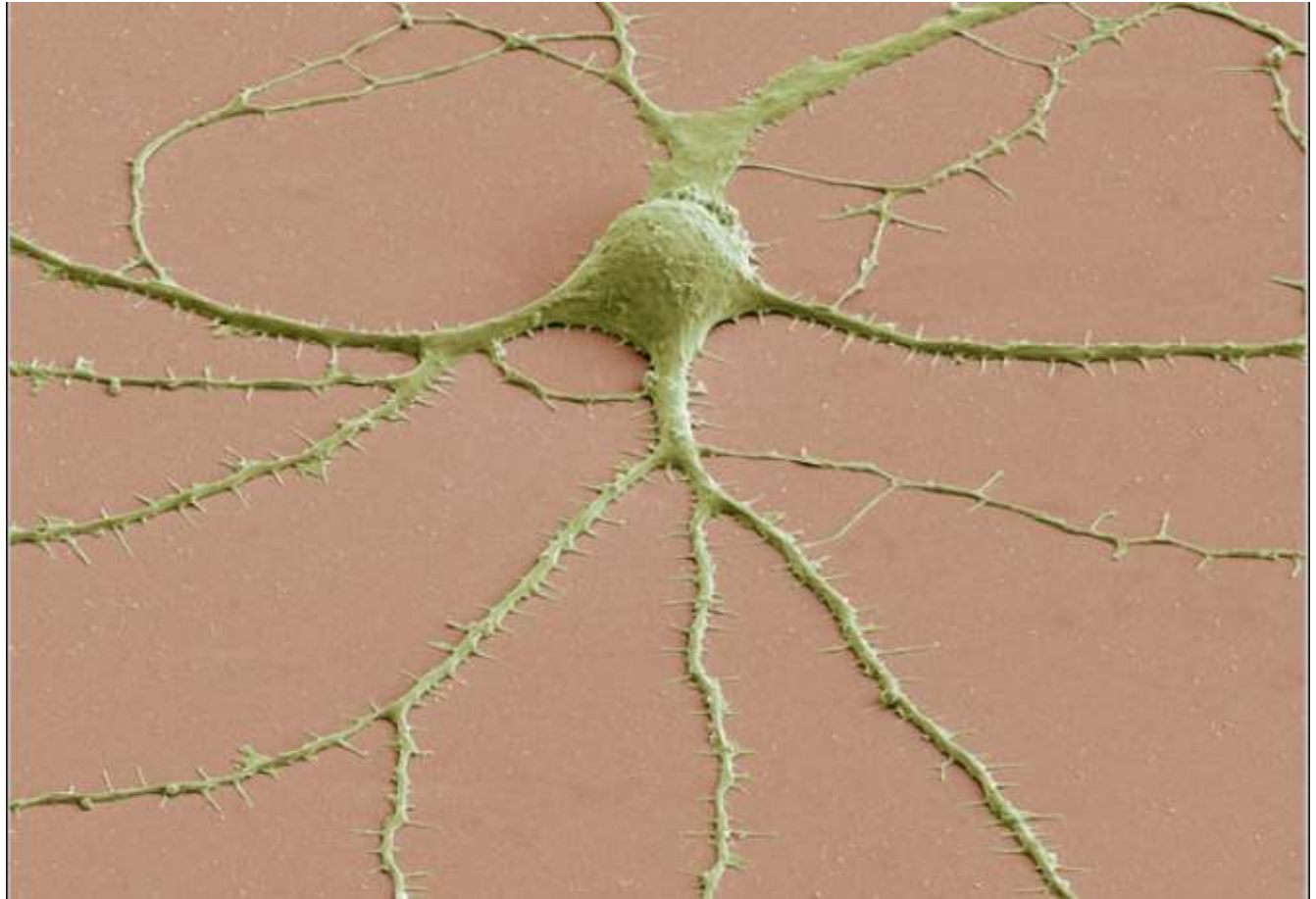
Součást nepřímé dráhy BG

(**D3** – v ncl. accumbens limbický systém)

2) Interneurony

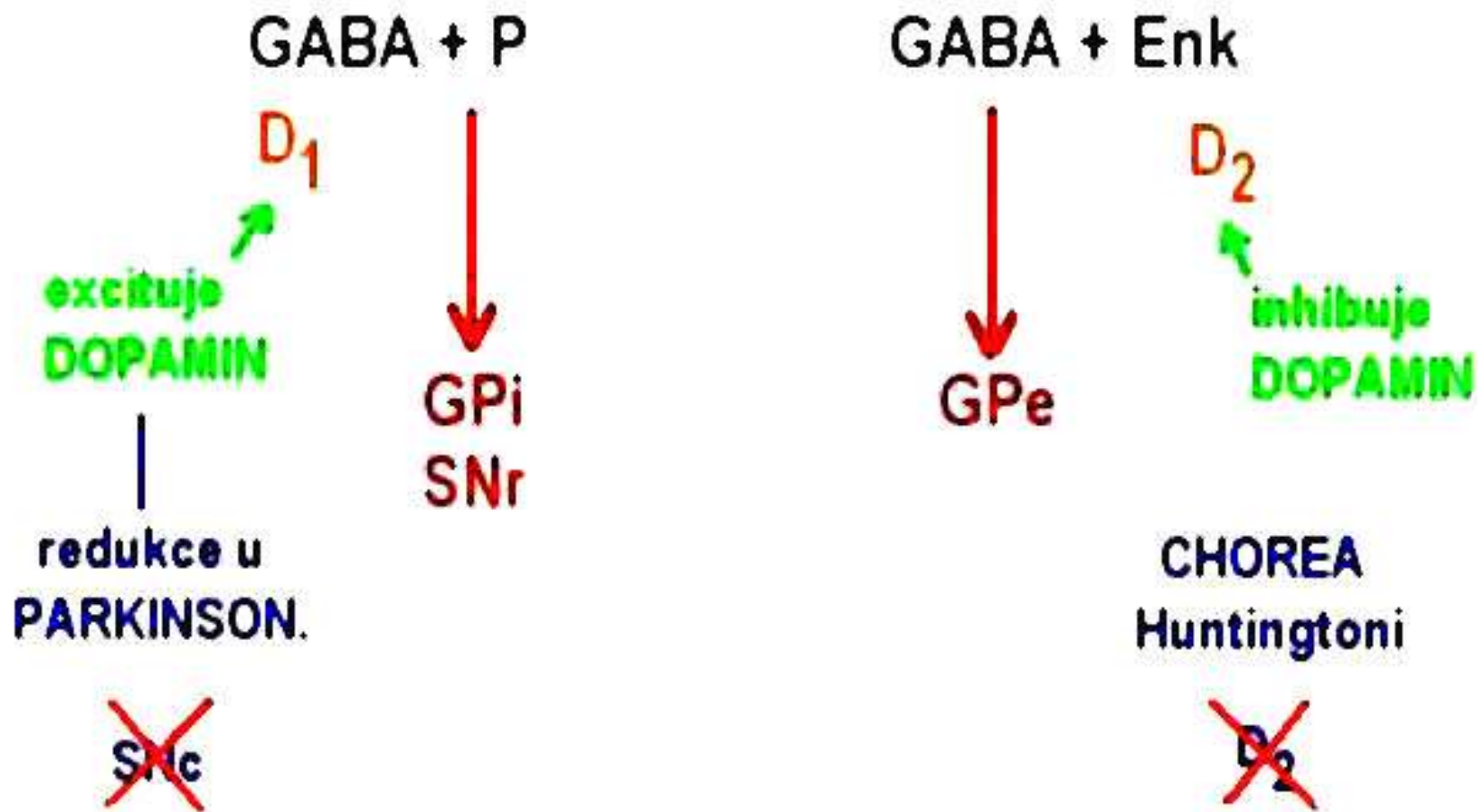
A) Cholinergní - velké

B) GABA ergní (SP, TH, parvalbumin, NO)– malé



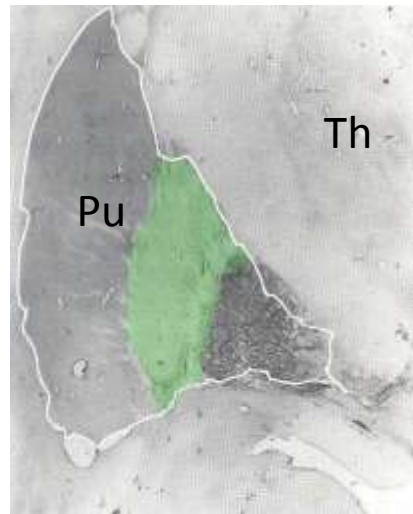
<http://www.ritholtz.com/blog/wp-content/uploads/2010/11/Spiny-neuron.png>

Striatcké projekční neurony

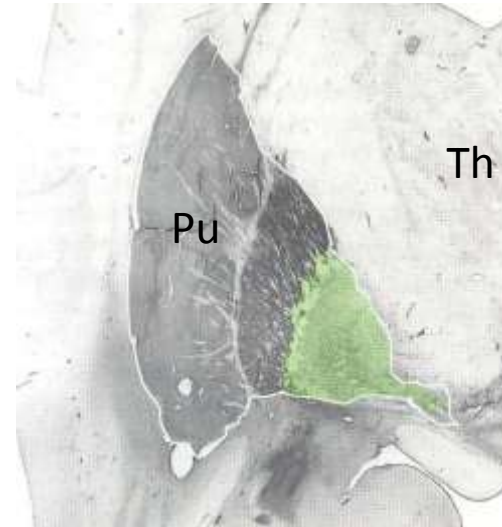


Schema prof. Petrovického

Pallidum externum + Pallidum internum



Substance P



Enkefalin

D1 neurony striata projikují do **Pallidum internum**

D2 neurony striata projikují do **Pallidum externum**

Přímá dráha

Oblast bez obarvených
axonů

Nepřímá dráha

Cholinerní – velké interneurony

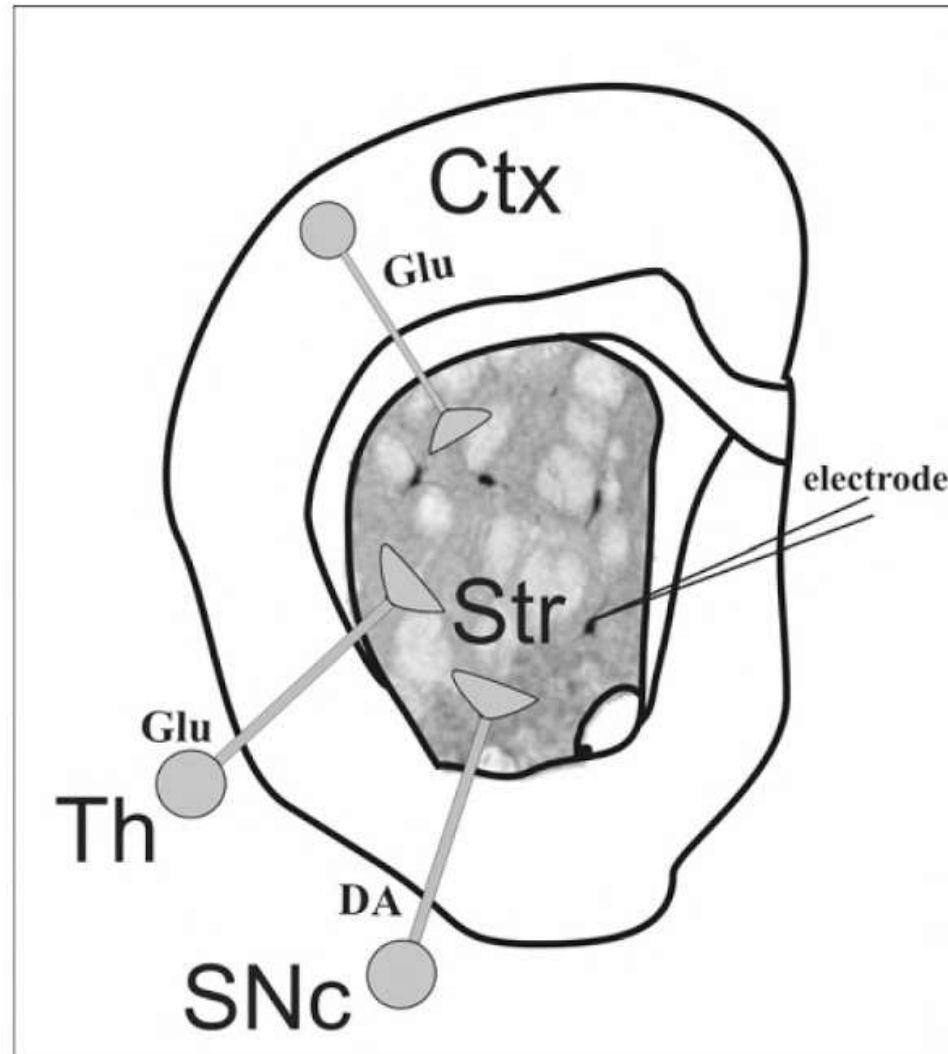


Figure 1. Striatal cholinergic interneurons, putative *tonically active neurons*. Within the striatum (Str), in normal conditions, ACh-containing interneurons (black spots) receive glutamatergic inputs, primarily from the thalamus (Th) and also from the cortex (Ctx), and dopaminergic influence from substantia nigra pars compacta (SNc).

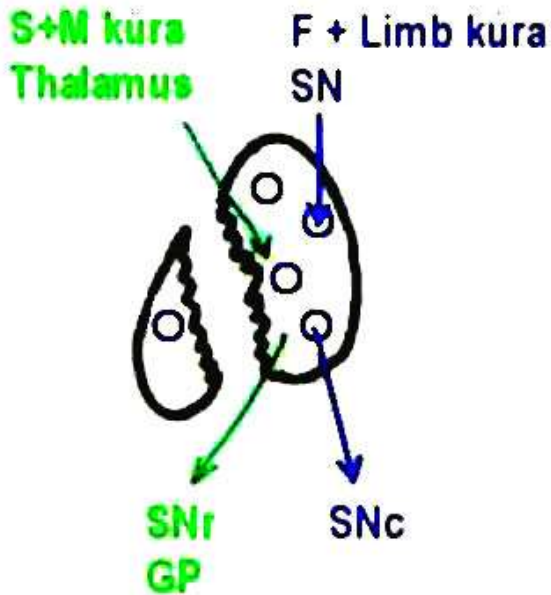
Matrix (80%, AChE, SubstP, calbindin)
a **striosomy** enkefalin

**Striosomy
v caudatu a
v putamen.**

**Striosome–matrix chemoarchitecture and
striatal connections**

The striosome–matrix compartmentalization first recognized by transmitter histochemistry turns out to be an architecture to which virtually all input–output

**Při barvení acetyl-
cholin estherasou**
vyniknou jako
světlé (slabě barvi-
telné - hvězdička)
okrsky, obklopené
silně barvitelnou
matrix.



Pouze striosomální neurony přímo
projikují do SNcomp



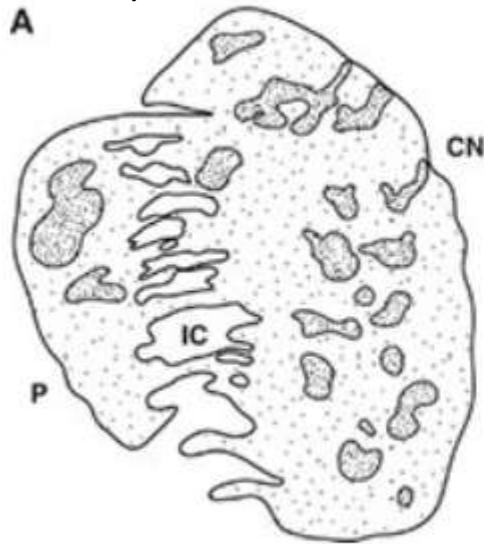
Fig. 2. Photograph of a thin coronal section through the striatum of the human brain, stained for the enzyme, acetylcholinesterase (AChE). The main nuclei of the striatum are shown [caudate nucleus, putamen and ventral striatum (V.STR.)], together with the plate of internal capsule fibers (INT. CAP.) that largely separates the caudate nucleus and putamen. Asterisks mark examples of AChE-poor striosomes, which are surrounded by the AChE-rich extrastriosomal matrix. Scale bar is 2 mm.

Striatické projekční neurony GABA dělení

- 1) Dorsolaterální X ventromediální (Acc)
- 2) D1 receptory SP PŘÍMÝ OKRUH X D2 receptory Enk NEPŘÍMÝ OKRUH
- 3) Striozomy X matrix

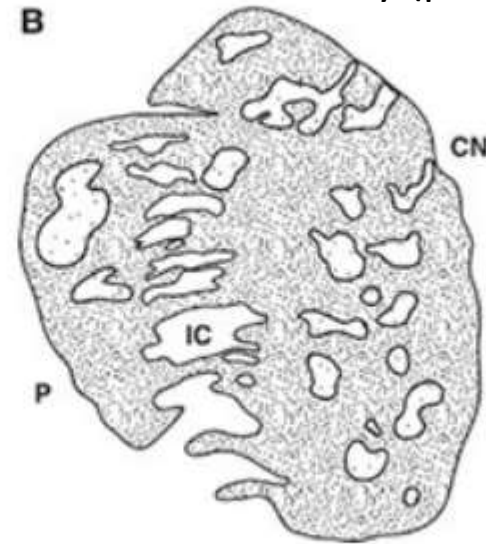
převaha aktivity (počtu neuronů) ve striosomech

L-DOPA vyvolaná dyskineze
Intoxikace návykovými látkami
Sebevražda
Multisystémová atrofie

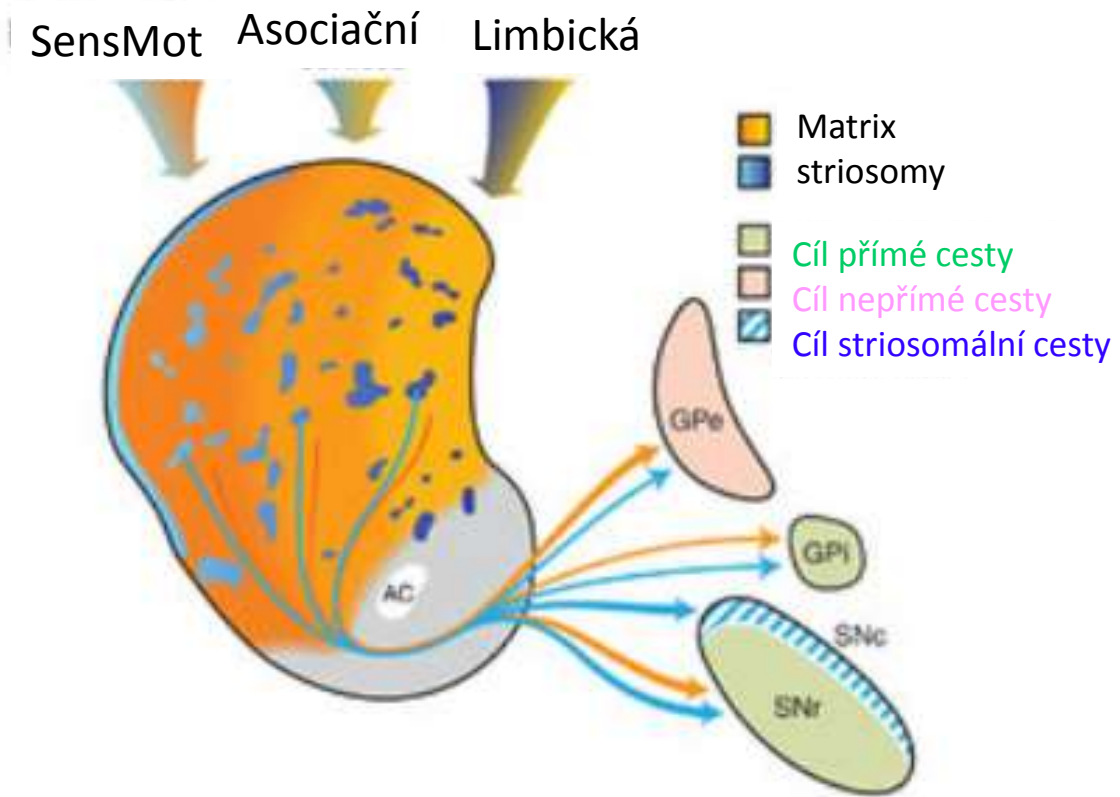


Převaha aktivity (počtu neuronů) v matrix

Huntingtonova choroba s
poruchou nálad
DYT3 - X-linked dystonia-
parkinsonism;
DRD- dopamine-responsive
dystonia (DYT5)
Neonatální hypoxie
Neurotoxita návykových látek



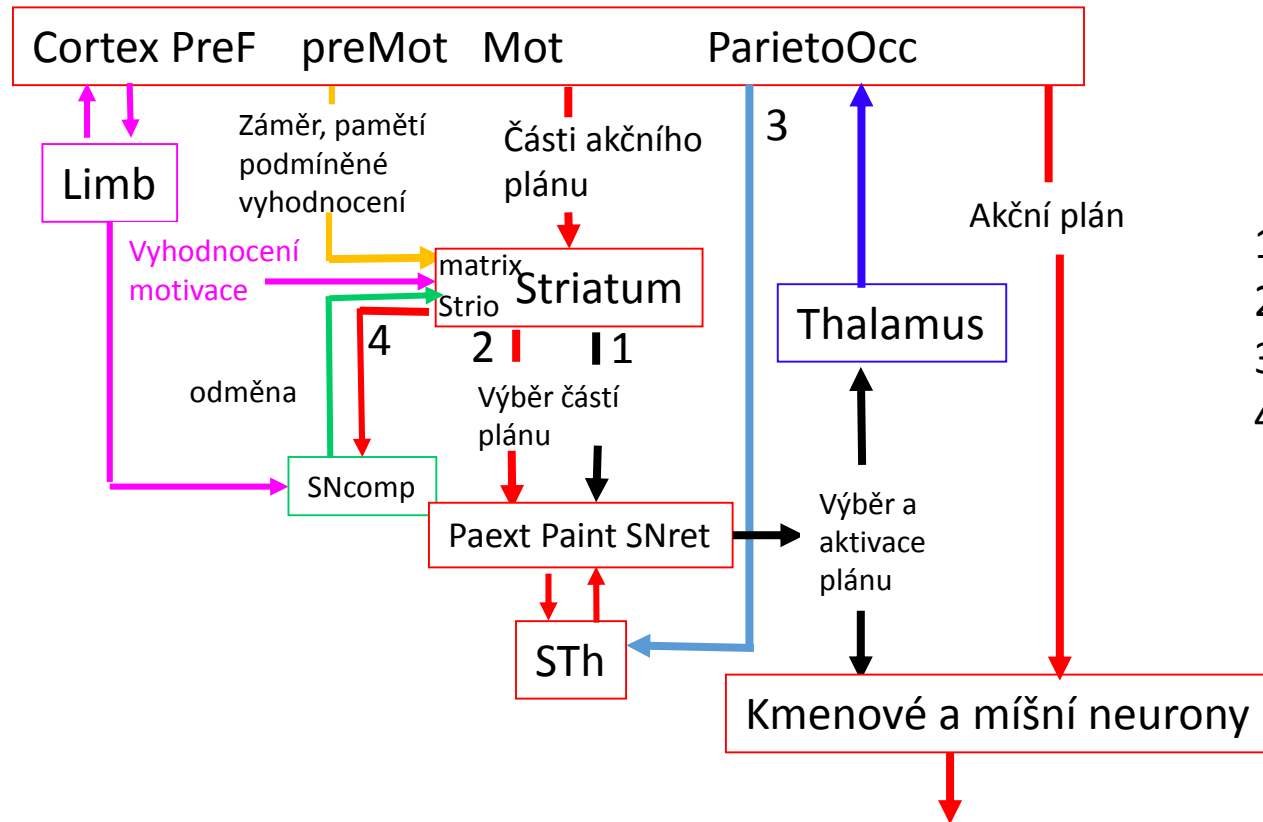
Spoje striata



Hlavní okruhy basálních ganglií dle Greybielové 2019

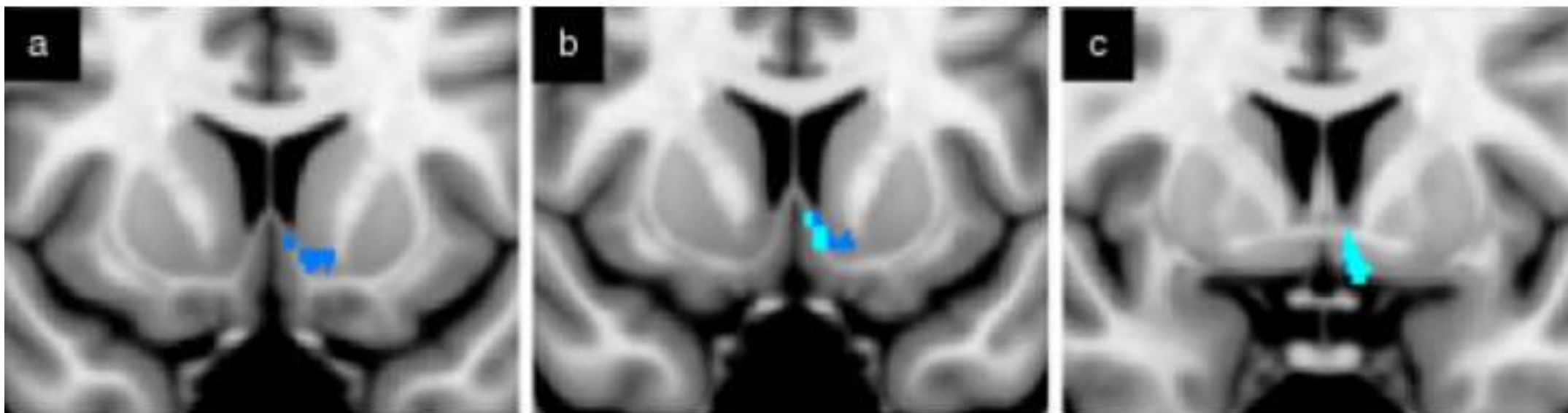
Učení se rutinnímu chování

Vyjádření chování



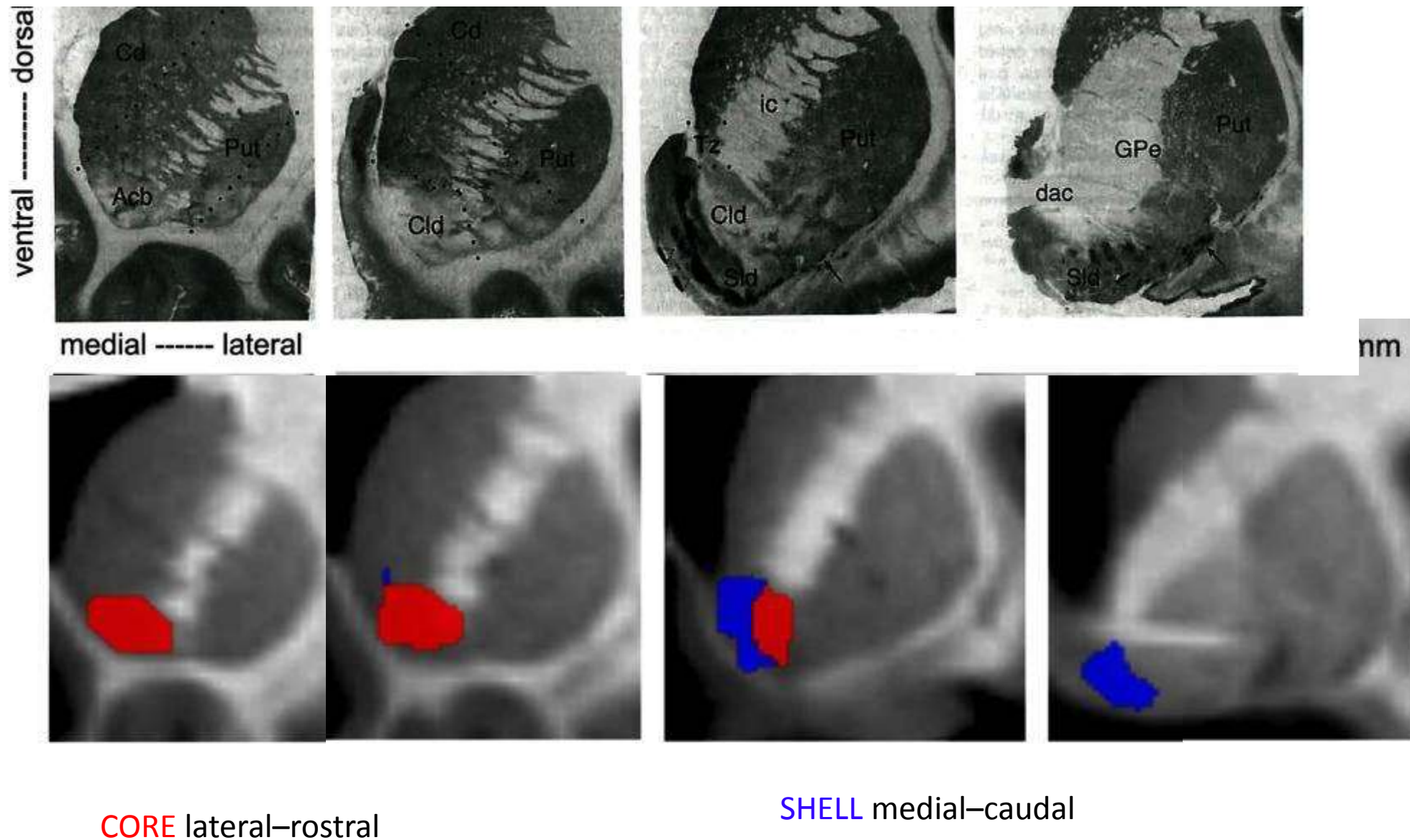
- 1-přímá cesta aktivuje chtěný pohyb
- 2-nepřímá cesta tlumí nechťný pohyb
- 3-hyperpřímá cesta rychle tlumí nechťný pohyb
- 4-striosomální okruh upraví výdej dopaminu ve striatu

core a shell oblast ncl accumbens



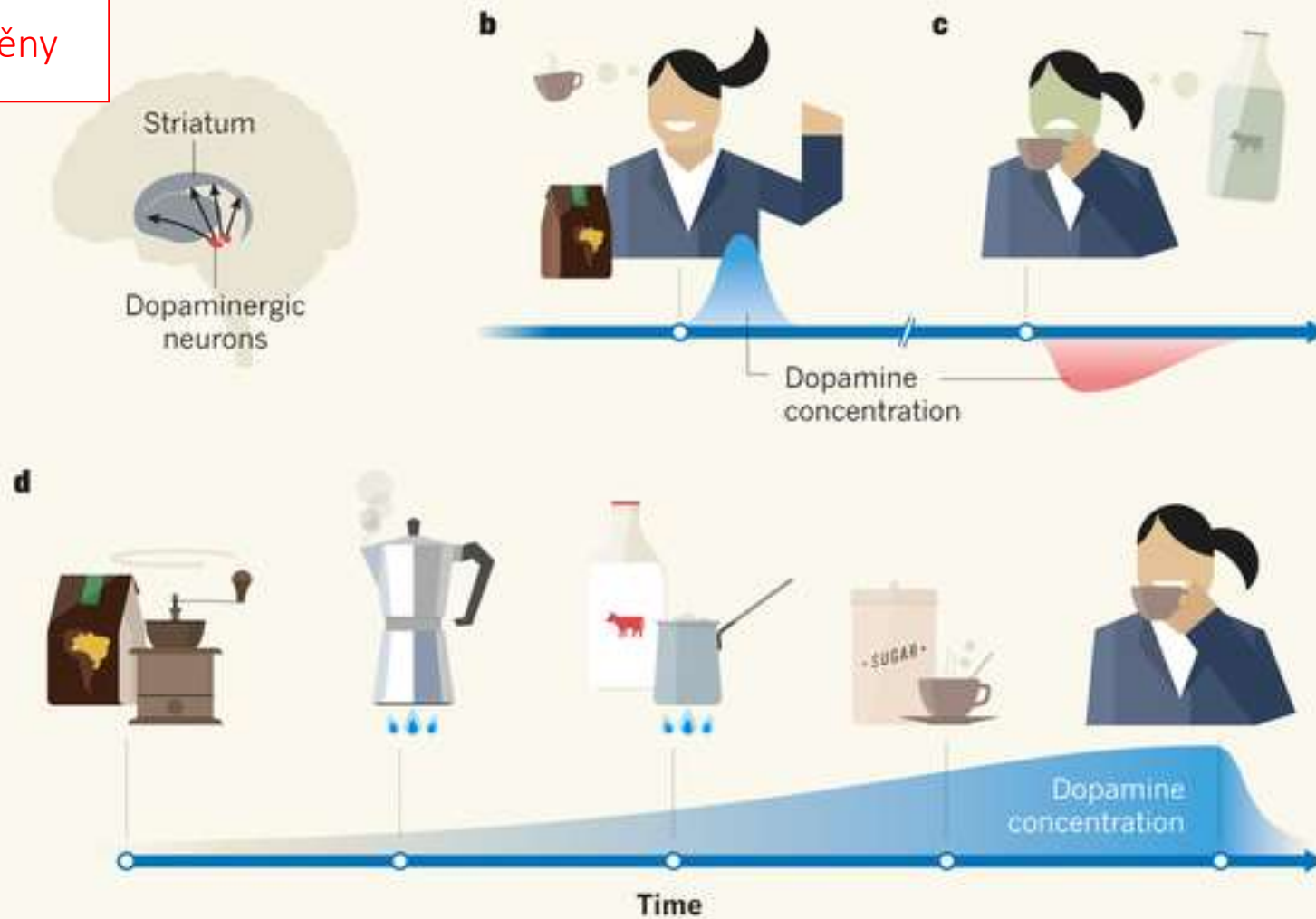
core—; hodně spojů z frontálního pólu a O-F kůry

shell—hodně spojů z temporálního pólu, amygdaly a přední cingulární kůry



Baliki MN, et al. 2013 J Neurosci 33:16383-16393, **Parceling Human Accumbens into Putative Core and Shell Dissociates Encoding of Values for Reward and Pain**

Dopamin a systém odměny



Dopaminergní neurony VTA projikují do širokých oblastí mozku, hlavně do striata a to do ncl. accumbens . Tyto buňky pálí stálou rychlostí 3–5 výbojů za sekundu občasnými fázickými výboji nebo pauzami pokud se objeví chyba v předpovědi odměny

b) objev, že ve vašem obchodě mají vaše oblíbené kafe

c) zklamání, při očekávané odměně (dáte si kávu a zjistíte, že mléko zkyslo).

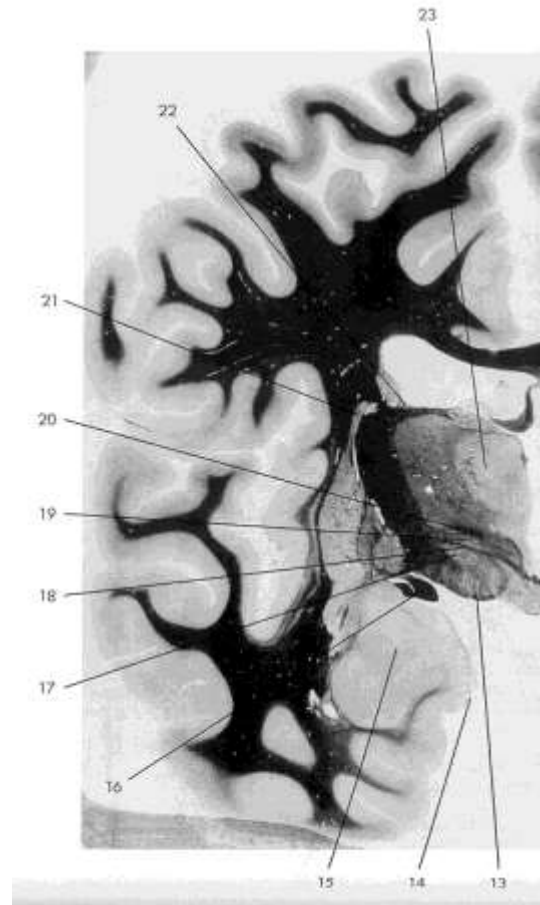
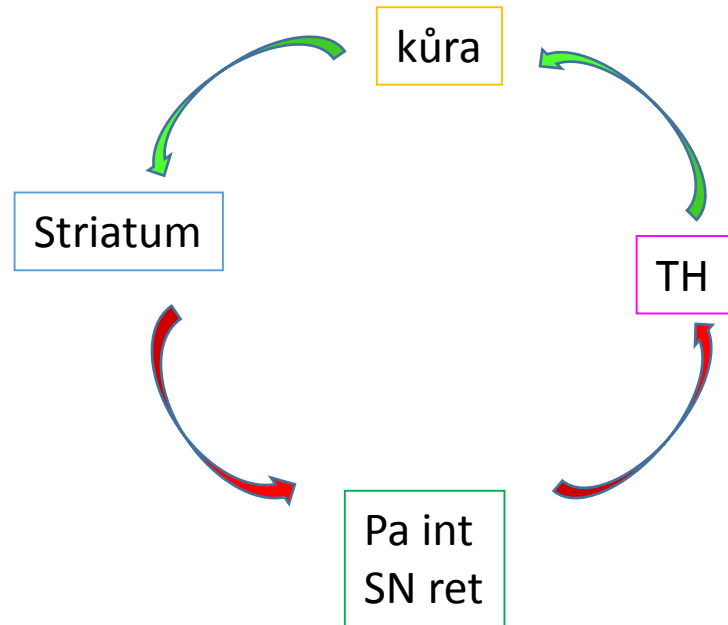
Základní (tonická) hladina dopaminu kolísá pomalu, možná podle toho jak čekáte odměnu nebo zklamání

d, Howe *et al.*¹ odhalil měřením množství dopaminu u krys v bludišti třetí model dopaminergní signalizace: pokud se odměna dostaví po delším sledu dějů (např. po všech krocích při přípravě kávy), koncentrace dopaminu plynule stoupá s tím, jak se blíží cíl.

Hlavní okruh BG

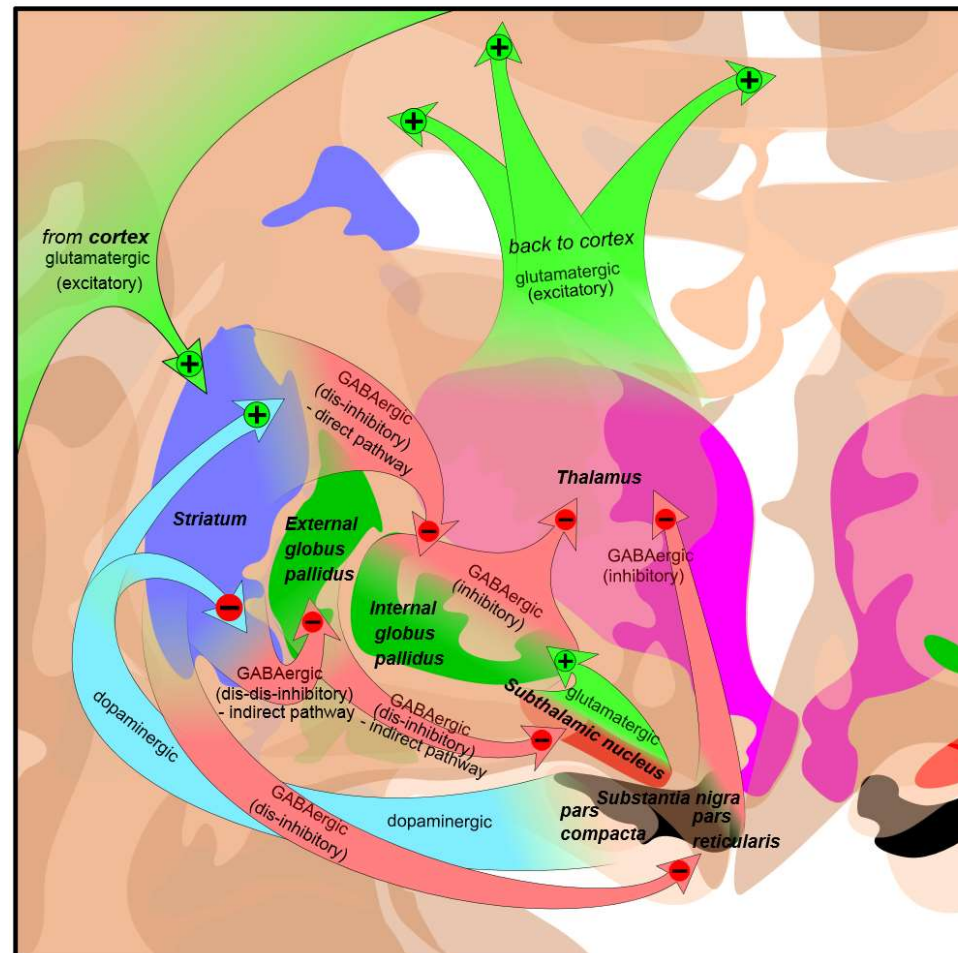
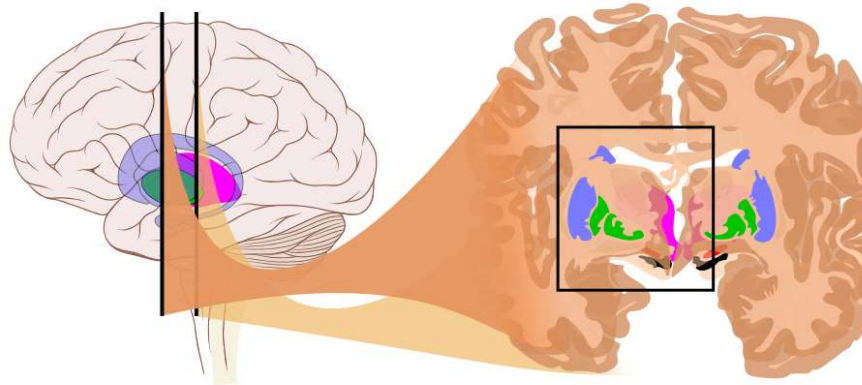
→ AKTIVACE -GLUTAMÁT

→ ÚTLUM - GABA



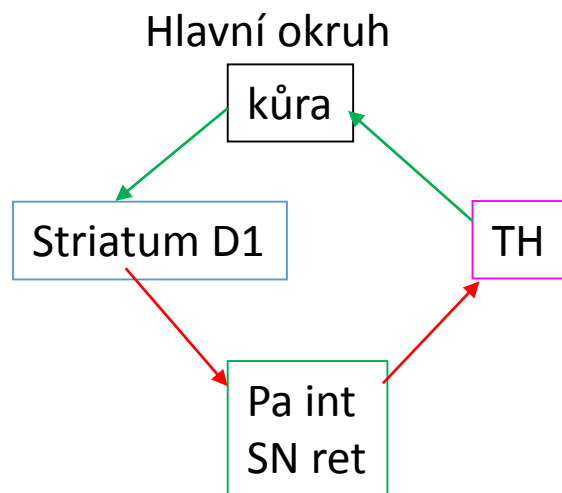
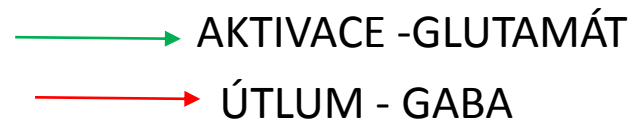
Okruhy BG

Hlavní okruh – 4 varianty
Vedlejší okruhy - 4

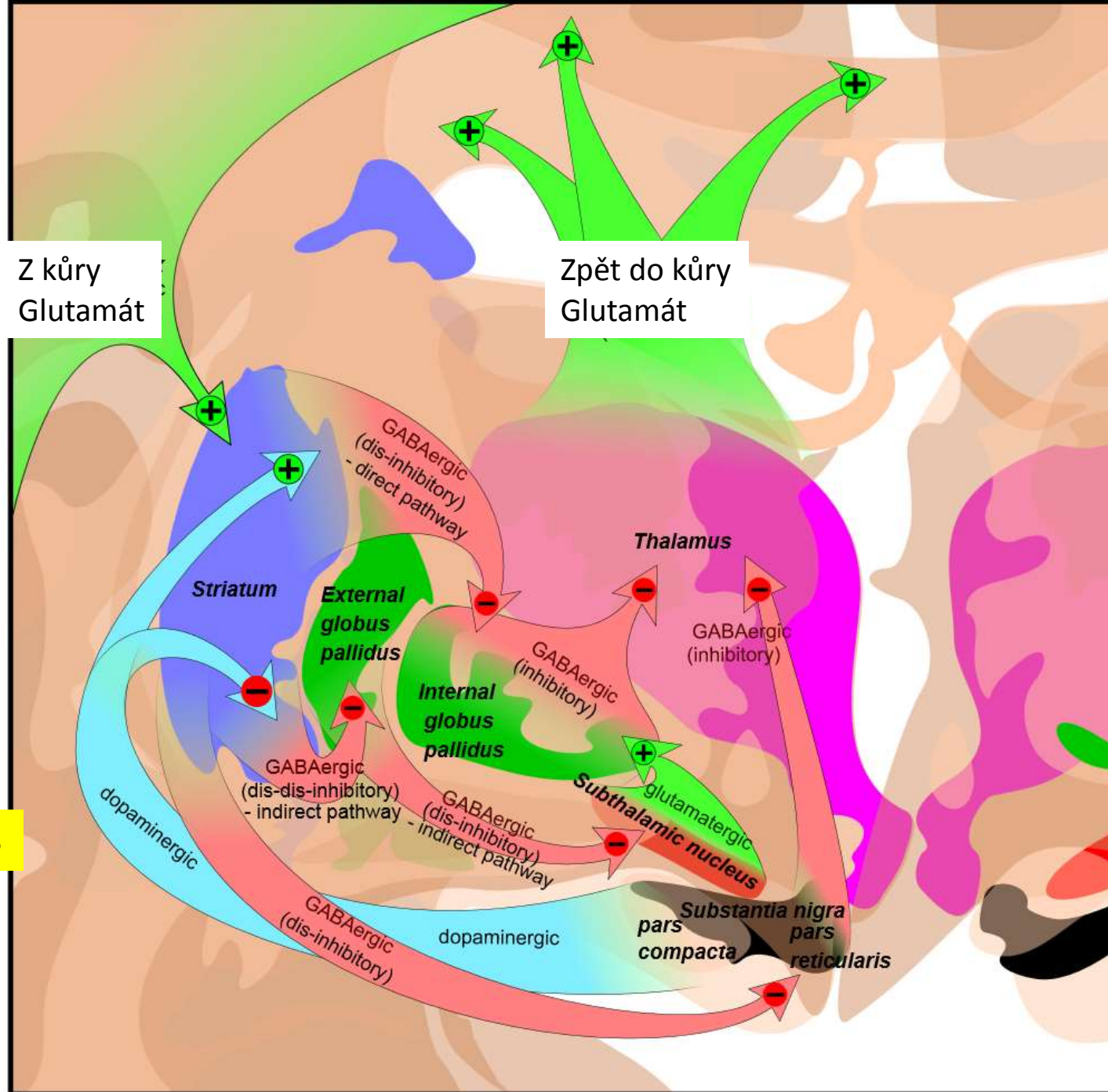


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9e/Basal_ganglia_circuits.svg

Okruhy BG

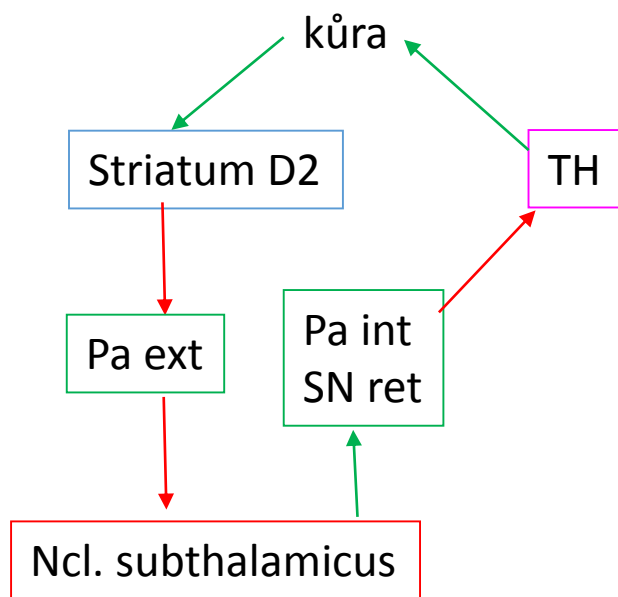


PŘÍMÁ CESTA – AKTIVUJE CHTĚNÝ POHYB

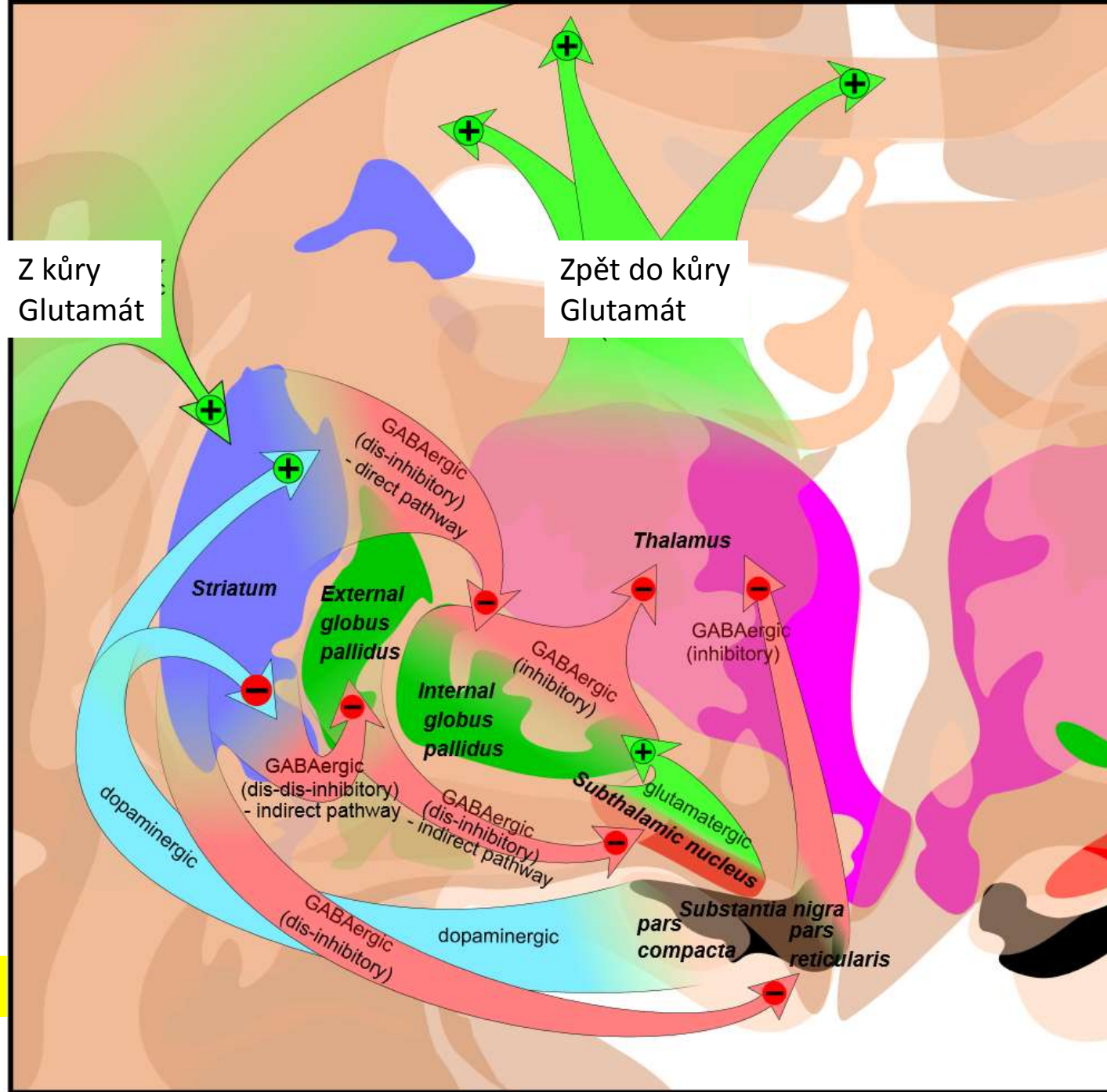


Okruhy BG

Vedlejší striato pallido
subthalamický okruh

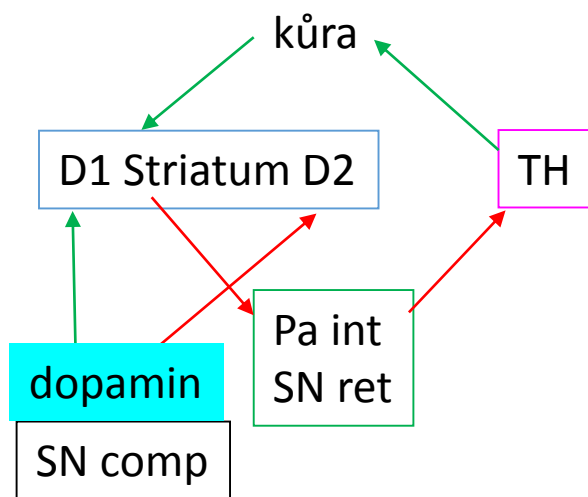


NEPŘÍMÁ CESTA – TLUMÍ NECHTĚNÝ POHYB

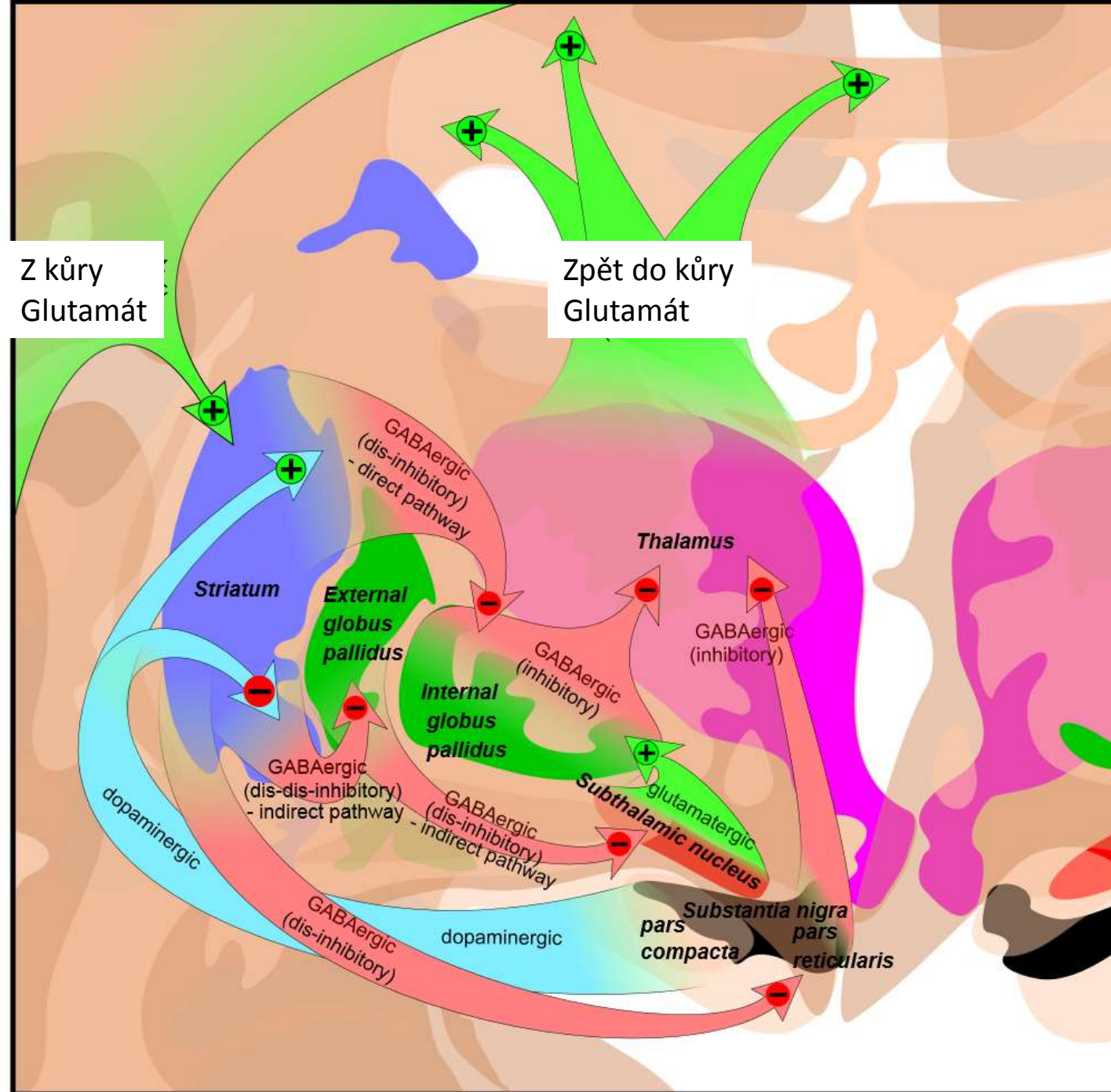


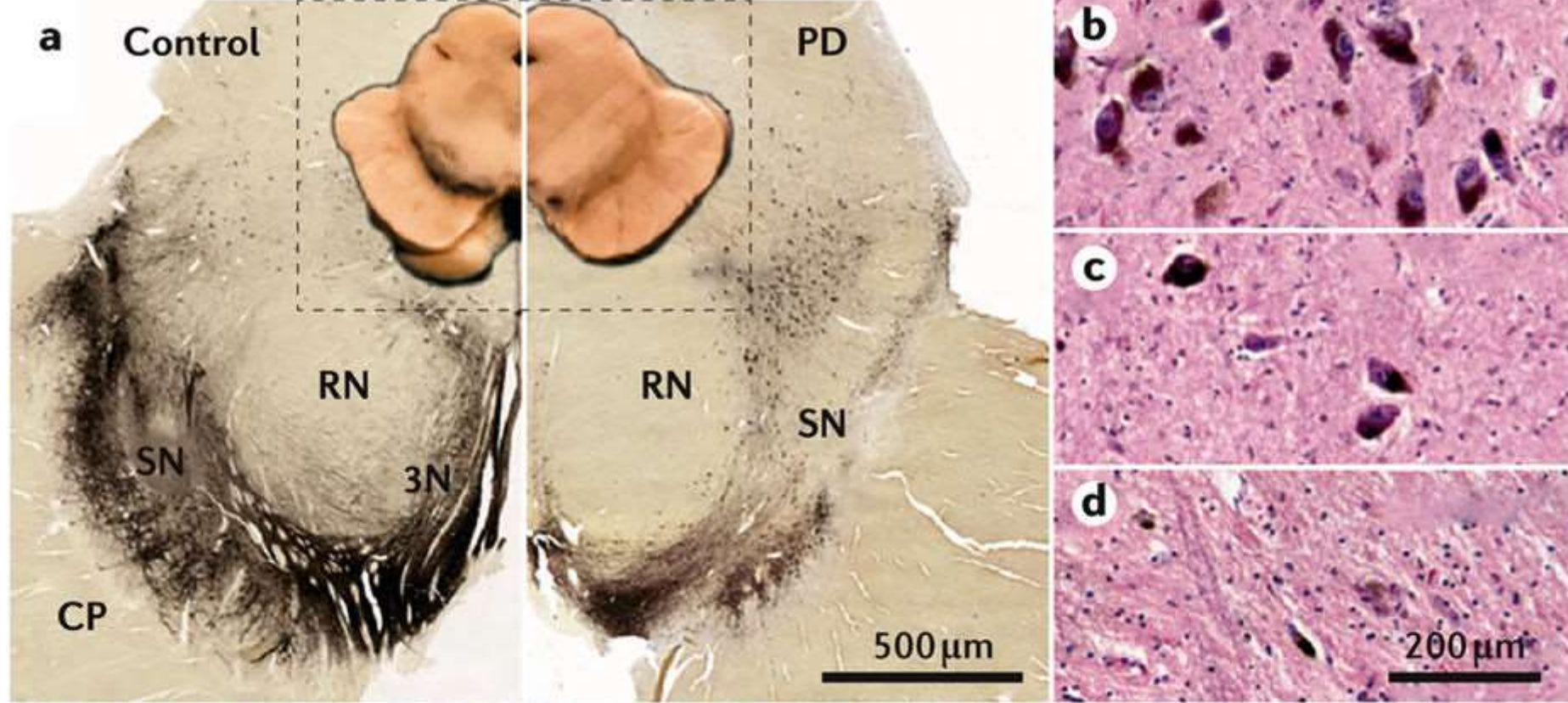
Okruhy BG

→ AKTIVACE - GLUTAMÁT
→ ÚTLUM - GABA



Vedlejší okruh nigro striatický





Parkinsonova choroba (PD) –

a) depigmentace substantia nigra (SN) immunohistochemický průkaz tyrosin hydroxylázy,.

Více postižena ventrolaterální část SN

b) Normální

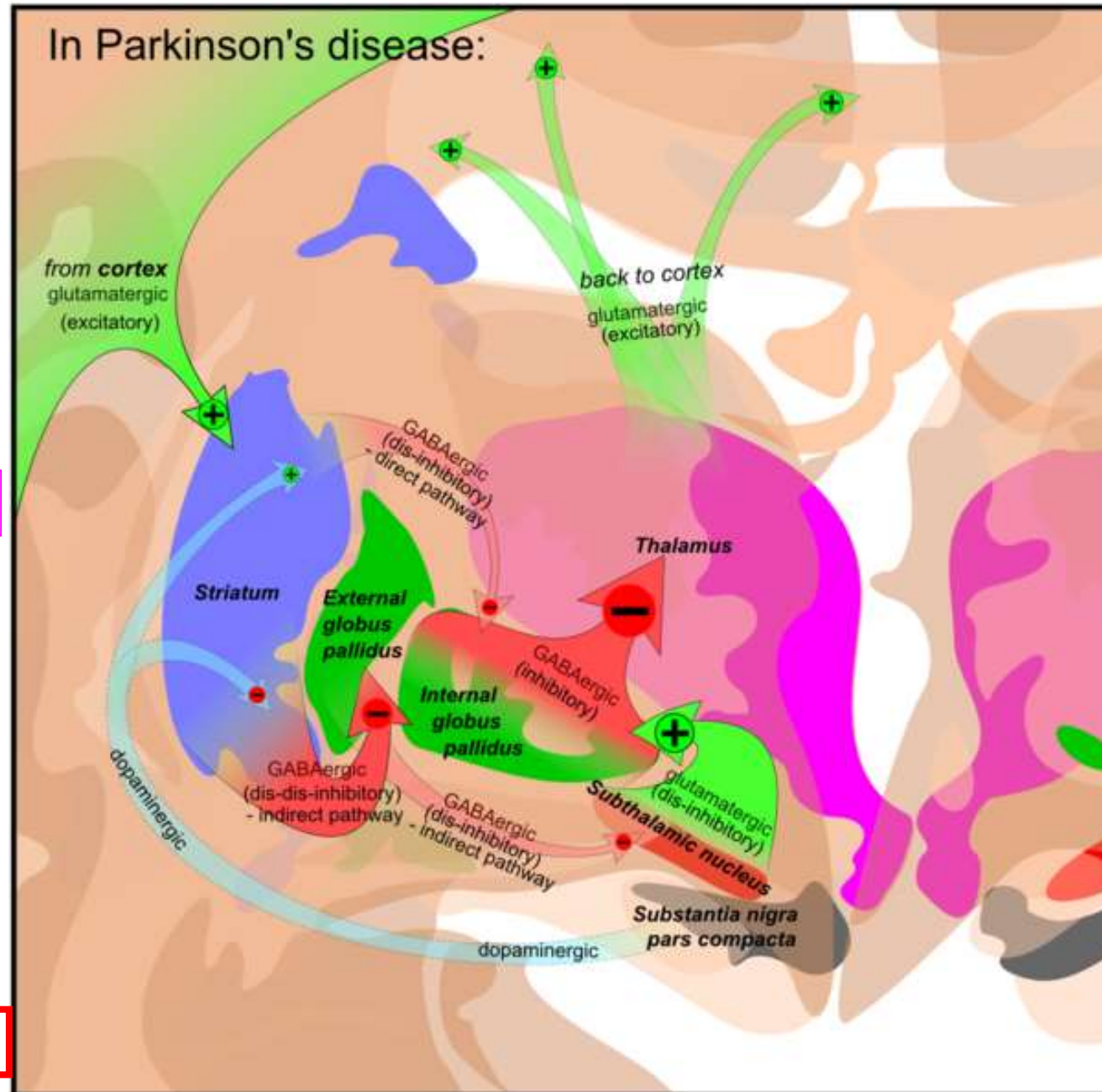
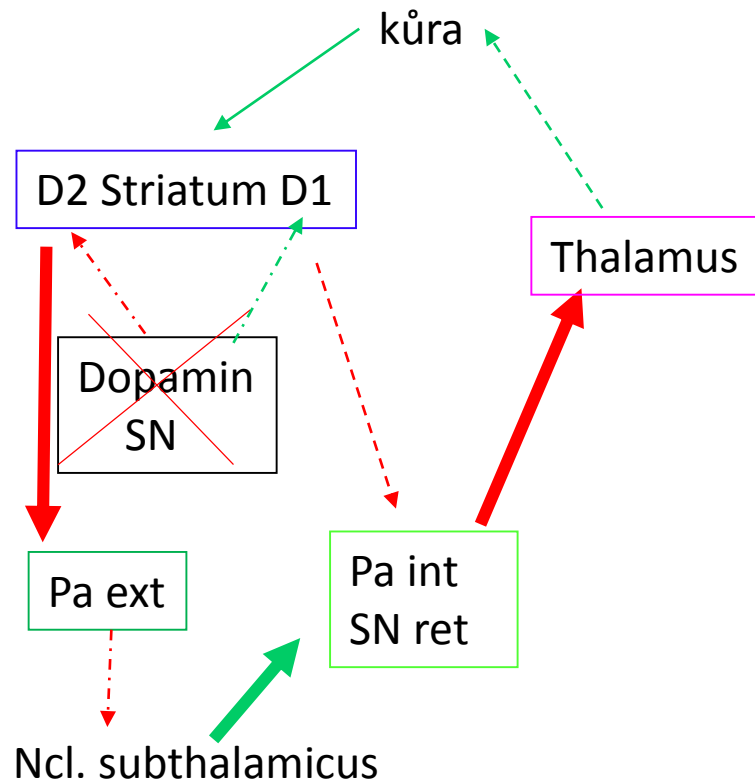
c) Lehký úbytek dopaminergních neuronů

d) Značný úbytek dopaminergních neuronů

Parkinson disease

• [Werner Poewe](#) [Klaus Seppi](#) Caroline M. Tanner Glenda M. Halliday [Patrik Brundin](#) [Jens Volkmann](#) Anette-Eleonore Schrag & [Anthony E. Lang](#) *Nature Reviews Disease Primers* **3**, 2017

Změny při Parkinsonově chorobě -hypokineze

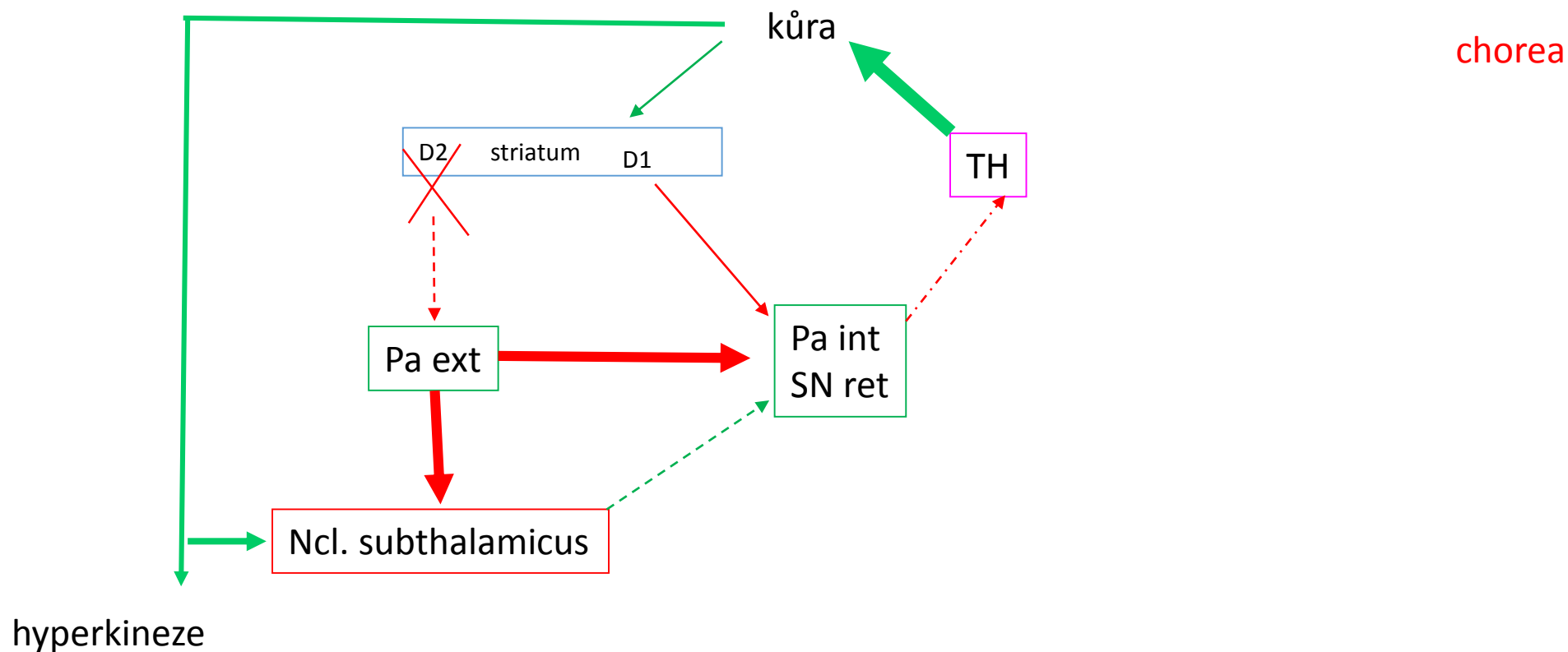


Chybí dopaminergní neurony SN comp

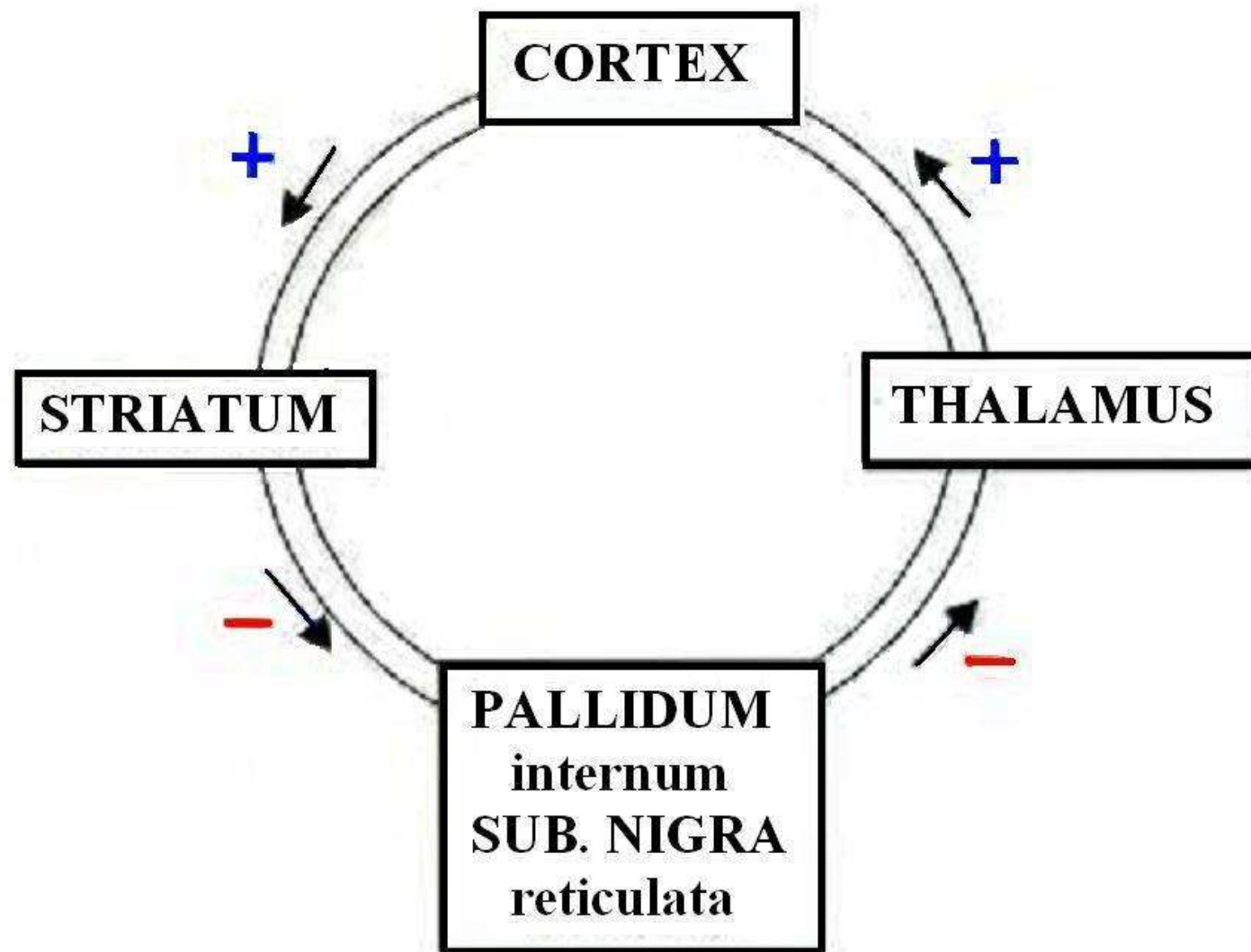
Málo tlumen nepřímý, málo aktivován přímý okruh

Huntongtonova choroba – degenerace D2 neuronů

D2 netlumí Pa ext a to tlumí moc ncl. subth , málo aktivované Paint netlumí dostatečně Th a dochází k **mimovolním pohybům**



Hlavní okruh spojů
basálních ganglií

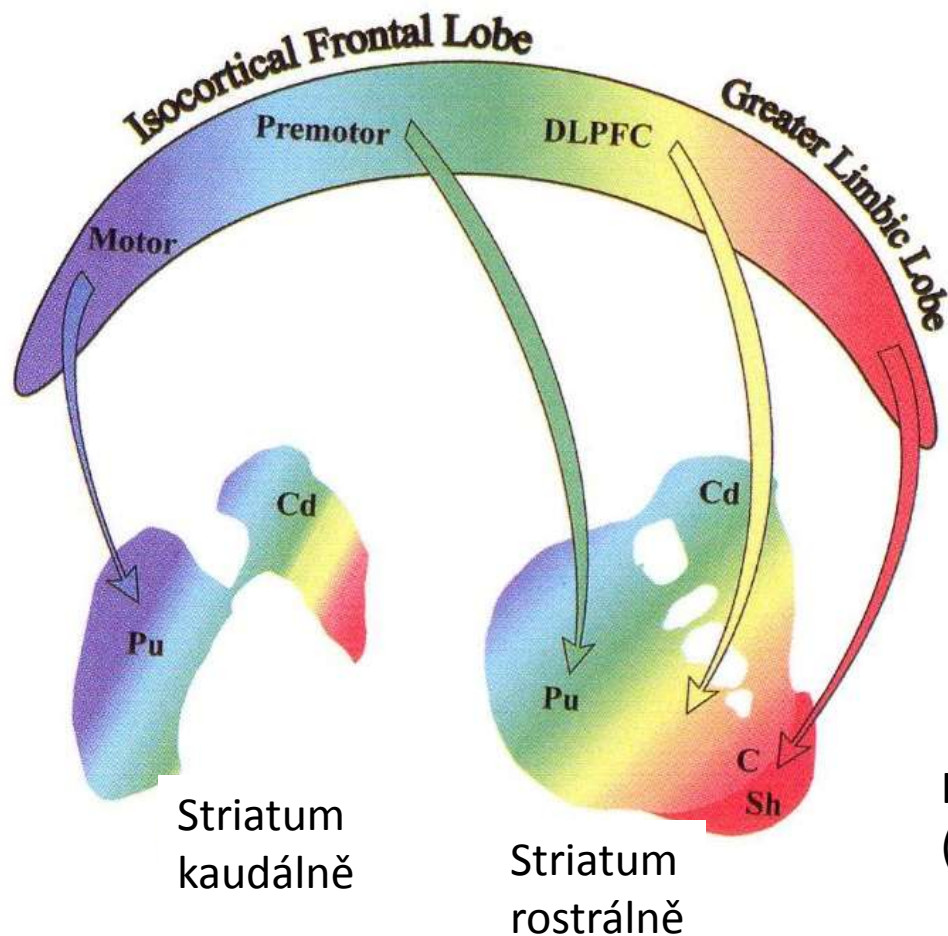


Funkce BG - tzv. zpracovací okruhy

1) Řízení hybnosti

- Iniciace pohybu a řazení impulsů pro hybnost
 - Řízení automatických a naučených pohybů
 - Změna pohybového vzorce
 - Plánování a opravy pohybu během jeho provádění
-
- 2) regulace kognitivních a afektivních funkcí

Funkční varianty hlavního okruhu bazálních ganglií

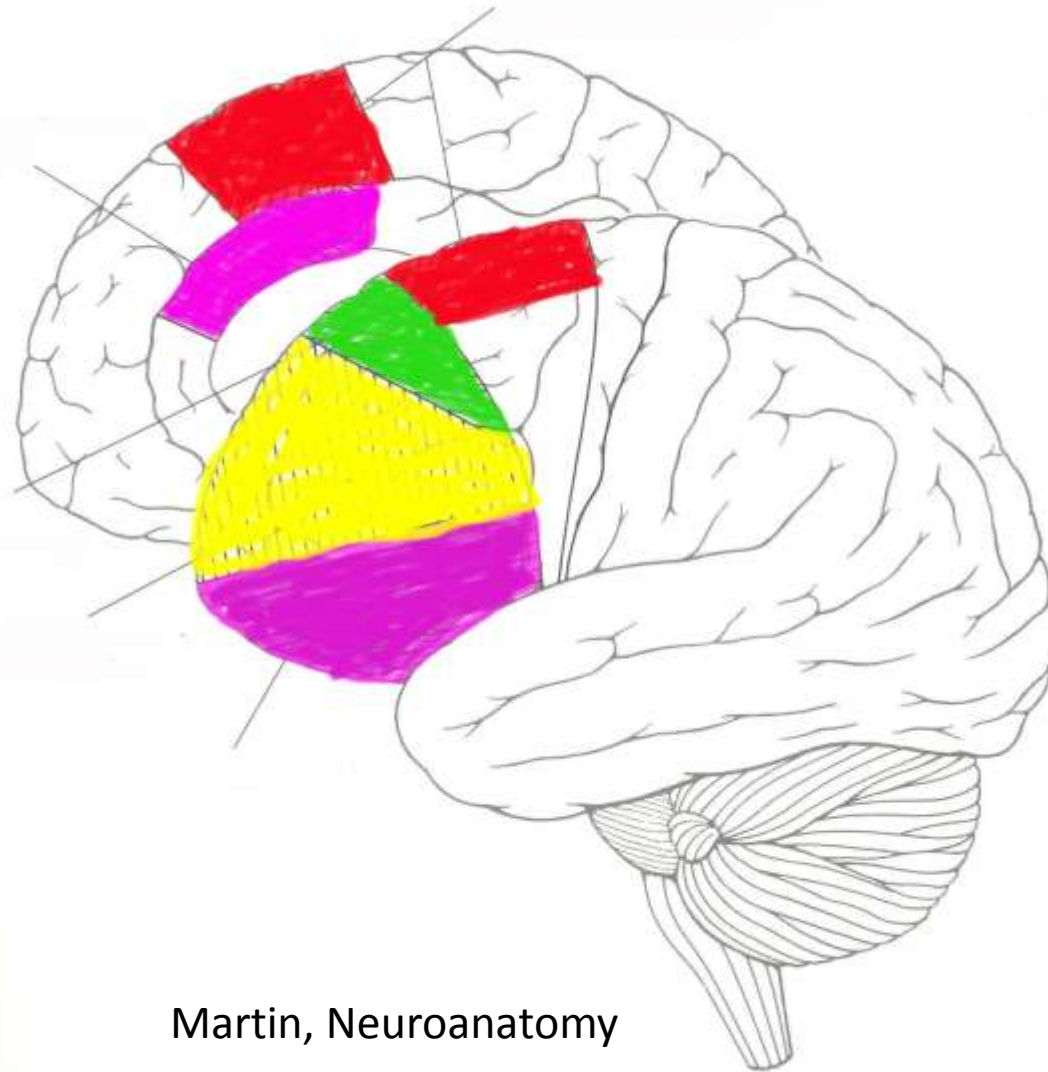


- 1) SENZORIMOTORICKÝ
- 2) OKULOMOTORICKÝ
- 3) ASOCIAČNÍ
- 4) LIMBICKÝ

Kortiko-striatická projekce z frontálního a limbického laloku
(Heimer Anatomy of Neuropsychiatry)

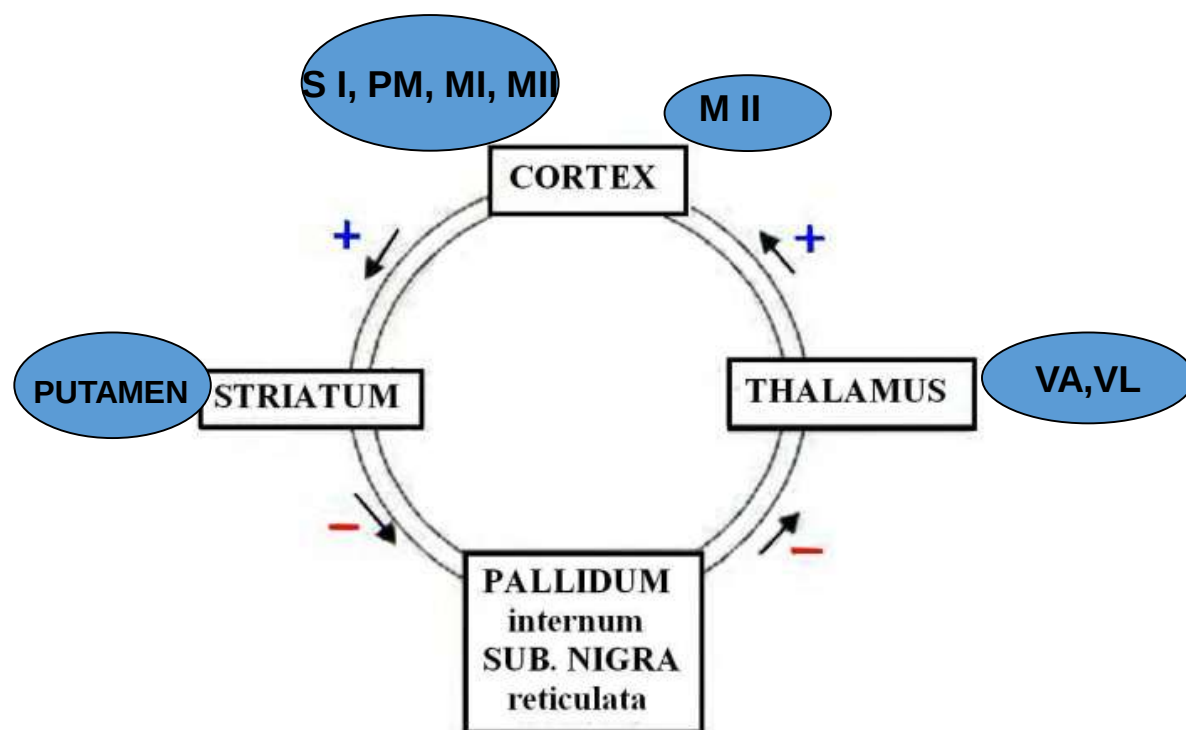
CÍLOVÉ OBLASTI KŮRY V JEDNOTLIVÝCH FUNKČNÍCH OKRUZÍCH

- 1) SENZORIMOTORICKÝ
- 2) OKULOMOTORICKÝ
- 3) ASOCIAČNÍ
- 4) LIMBICKÝ



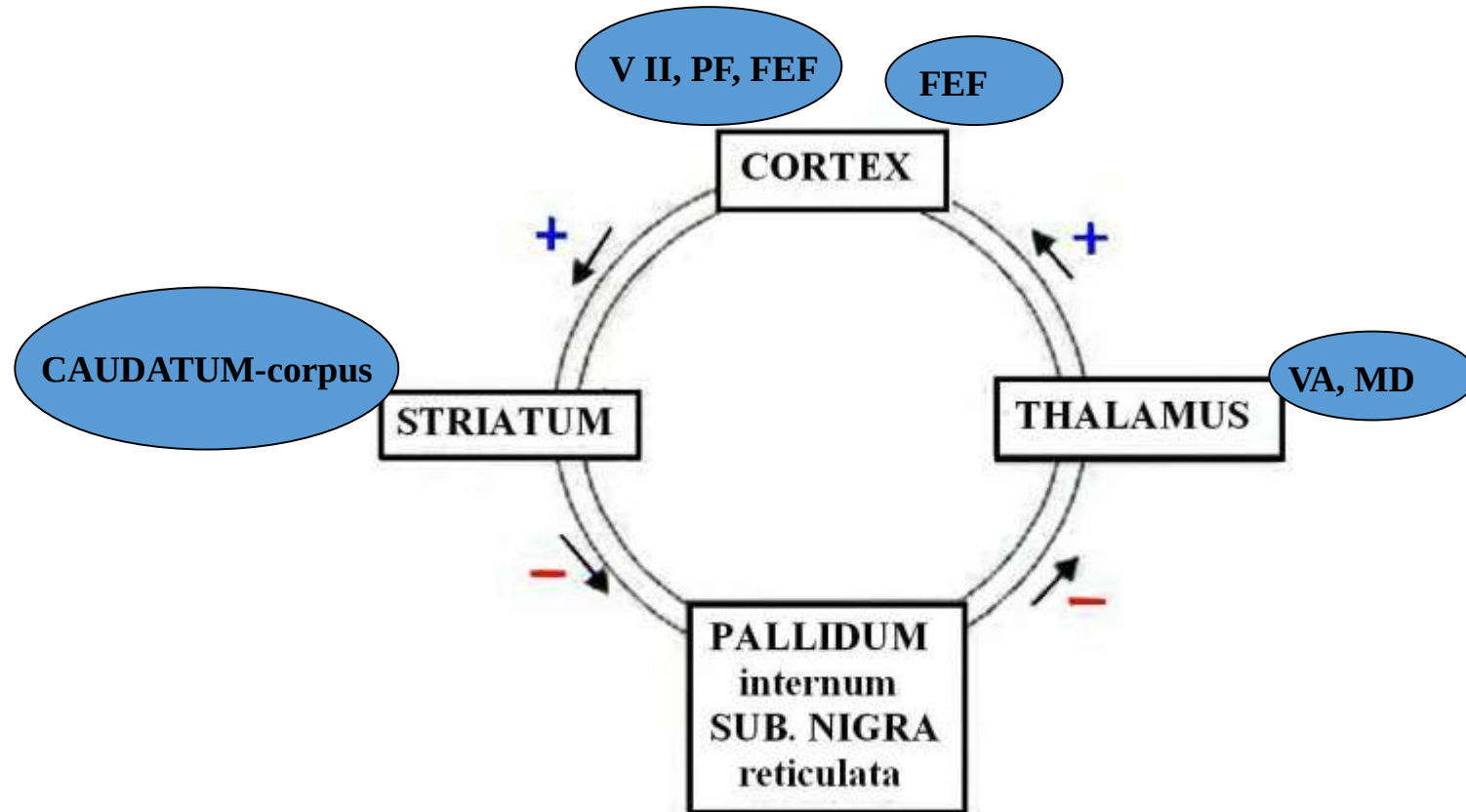
Martin, Neuroanatomy

1) Senzori-motorický okruh



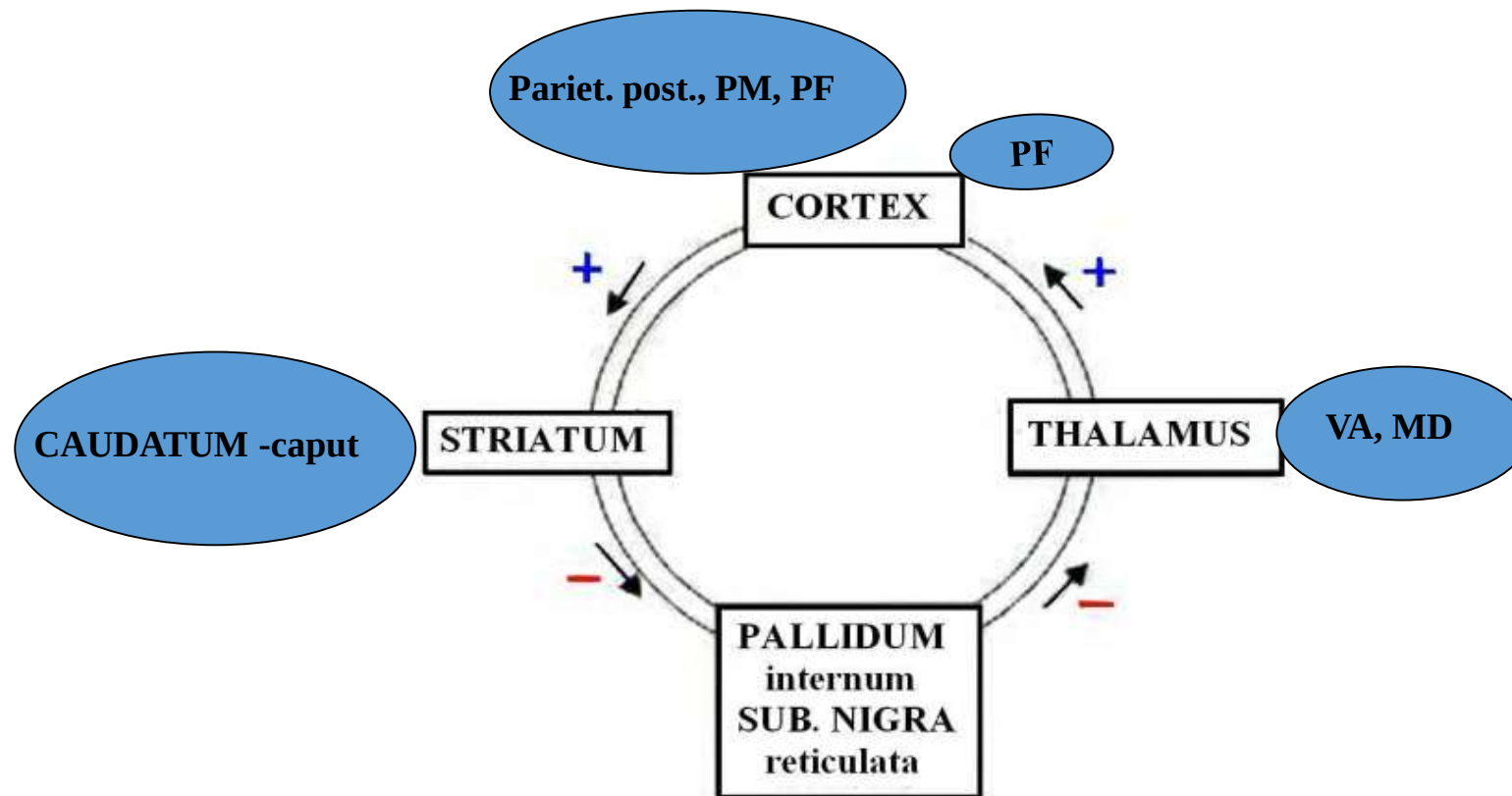
**Zpracování povelů pro provádění pohybů
hlavně končetinami a trupem**

2) Okulomotorický okruh



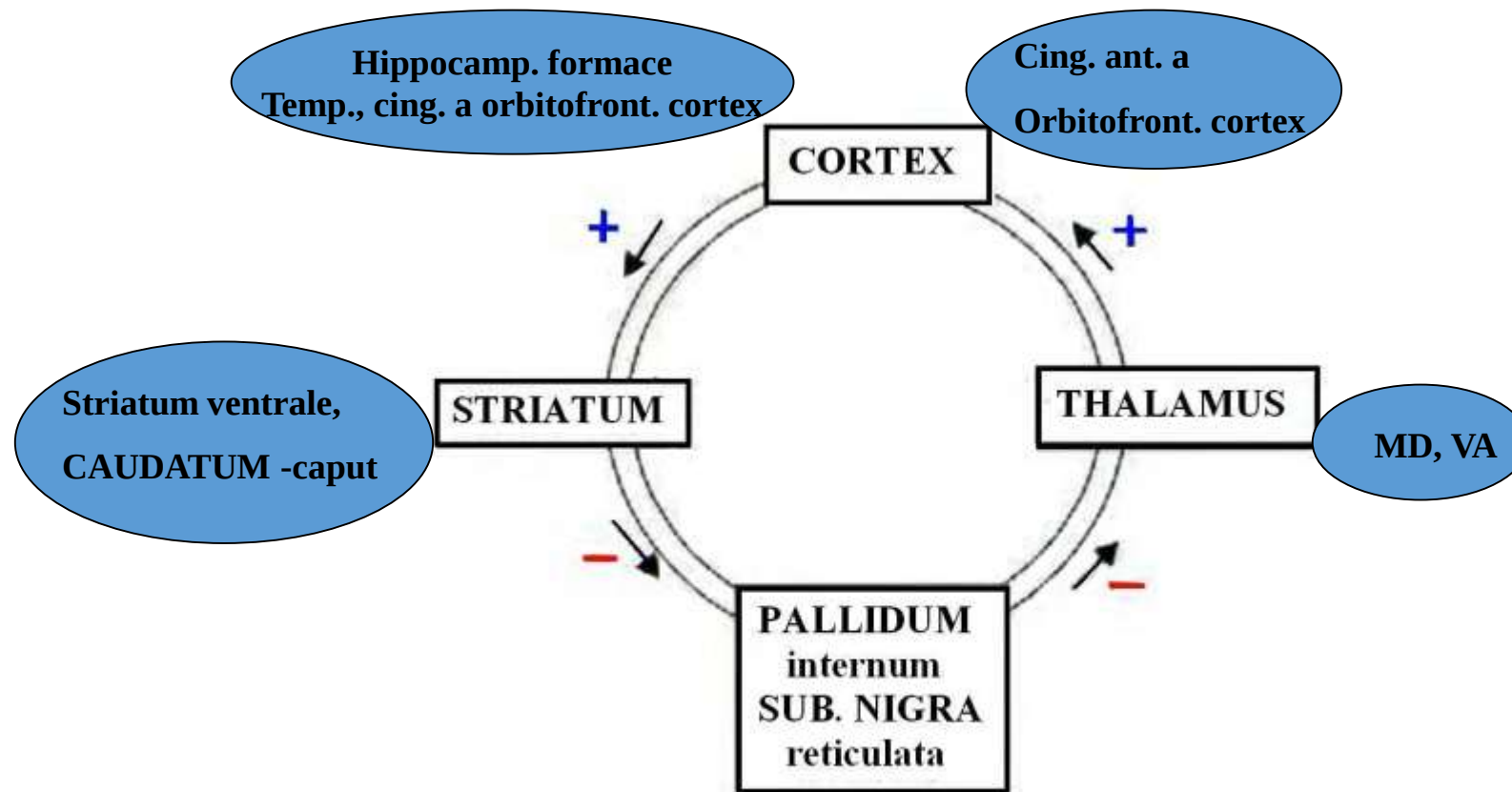
Provádění pohybů očními bulbami, hlavně v závislosti na zrakových přívodech

3) Asociační okruh



Ovlivňuje prostorovou paměť a je zapojen do vyhodnocování efektivity chování

4) Limbický okruh



Vyjádření různých emočních stavů jak motorikou, tak i viscerálním projevem

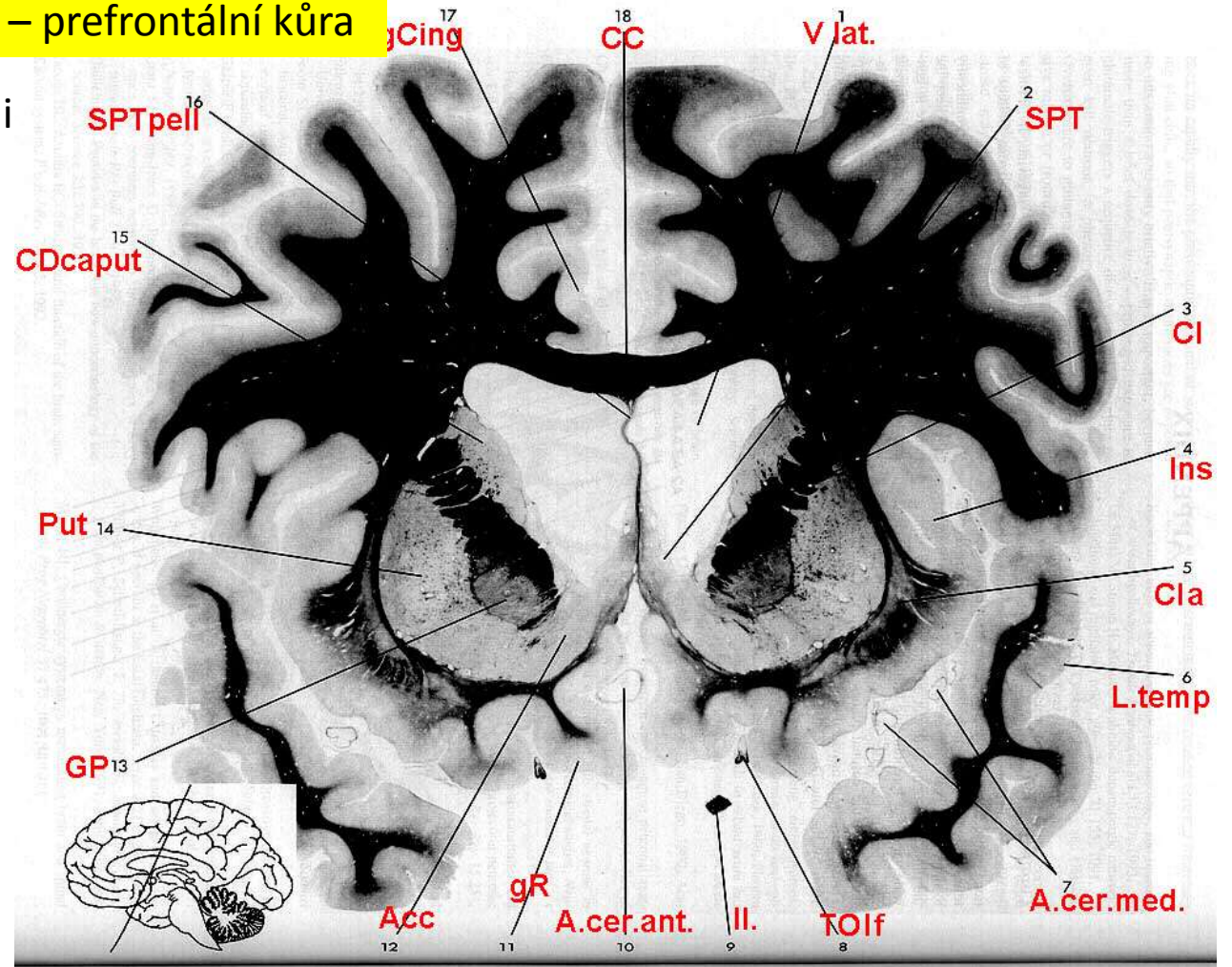
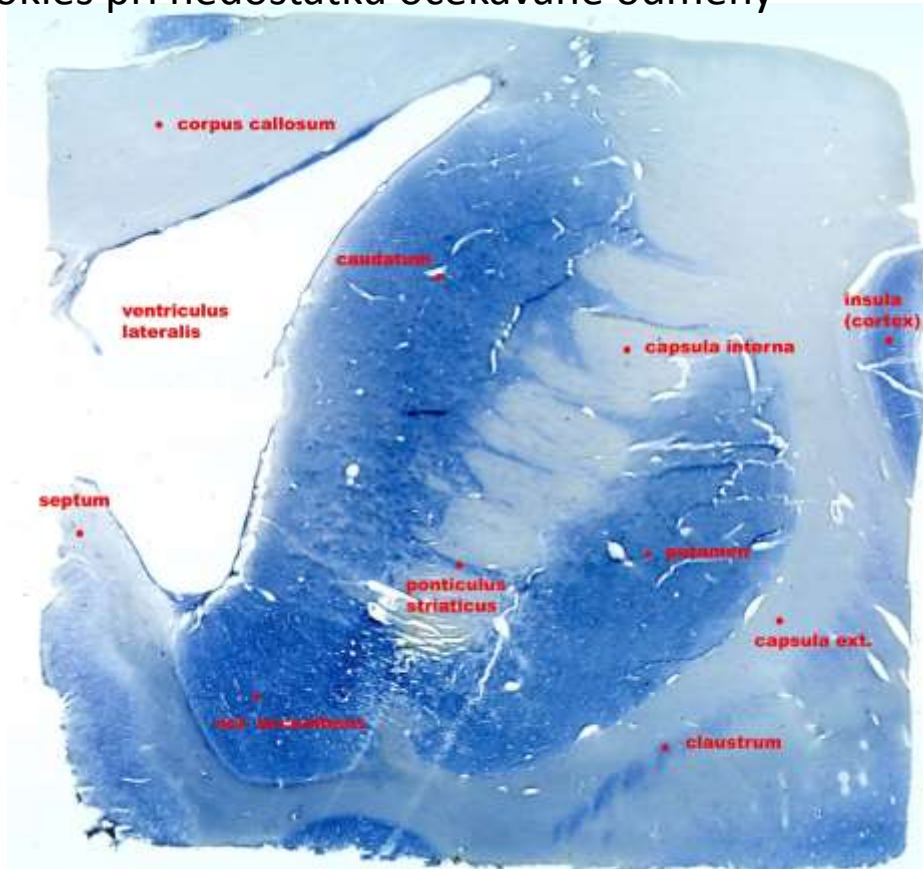
Struktury limbického okruhu BG

Nucleus accumbens – ventrální striatum – zapojen v „systému odměny“

VTA ventrální tegmentální area (A10) – ncl. accumbens – prefrontální kůra

Vzestup hladiny dopaminu při očekávání libých pocitů i při neočekávané odměně

Pokles při nedostatku očekávané odměny



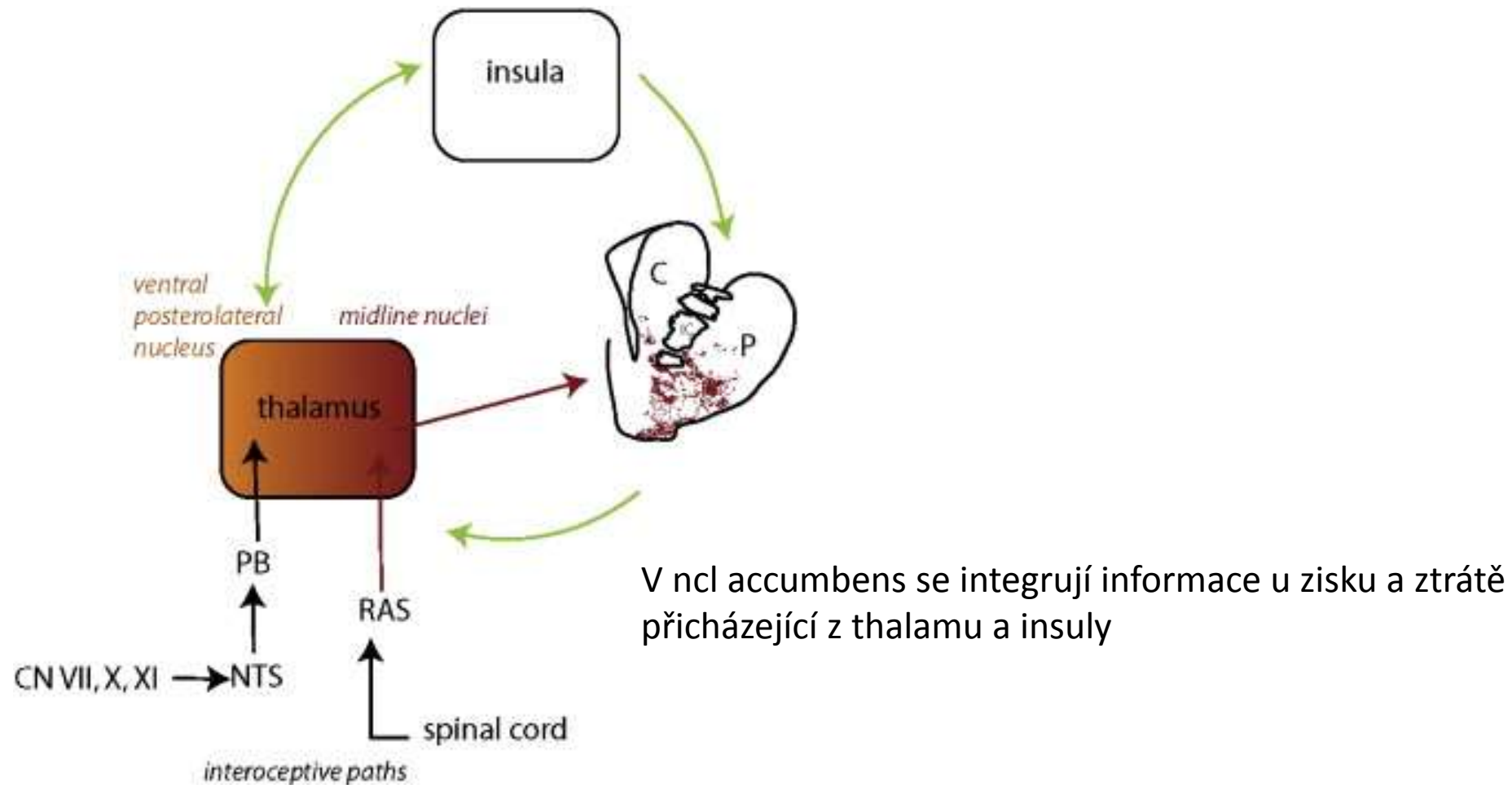


Fig. 1. Anatomic interconnections among nucleus accumbens (NAc), thalamus and insula. Midline thalamus also gets input from reticular activating system (RAS) and brainstem regions: nucleus tractus solitarius (NTS) and parabrachial (PB) nucleus. There are bidirectional connections between thalamus and insula, and thalamus and NAc (there is a small direct NAc to thalamus projection, as well as a larger indirect connection, through the globus pallidus). There is a unidirectional connection between insula and NAc.

Youngsun T. Cho, Stephen Fromm, Amanda E. Guyer, Allison Detloff, Daniel S. Pine, Julie L. Fudge, Monique Ernst

Nucleus accumbens, thalamus and insula connectivity during incentive anticipation in typical adults and adolescents ☆

☆☆

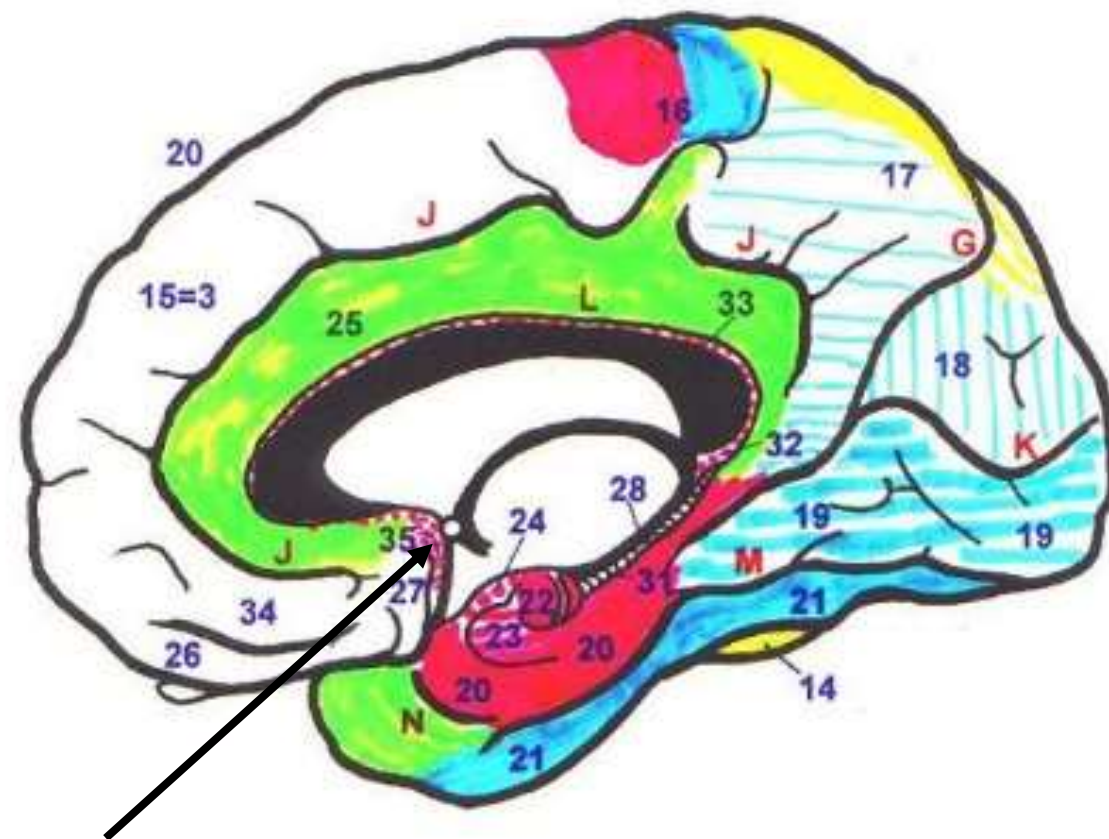
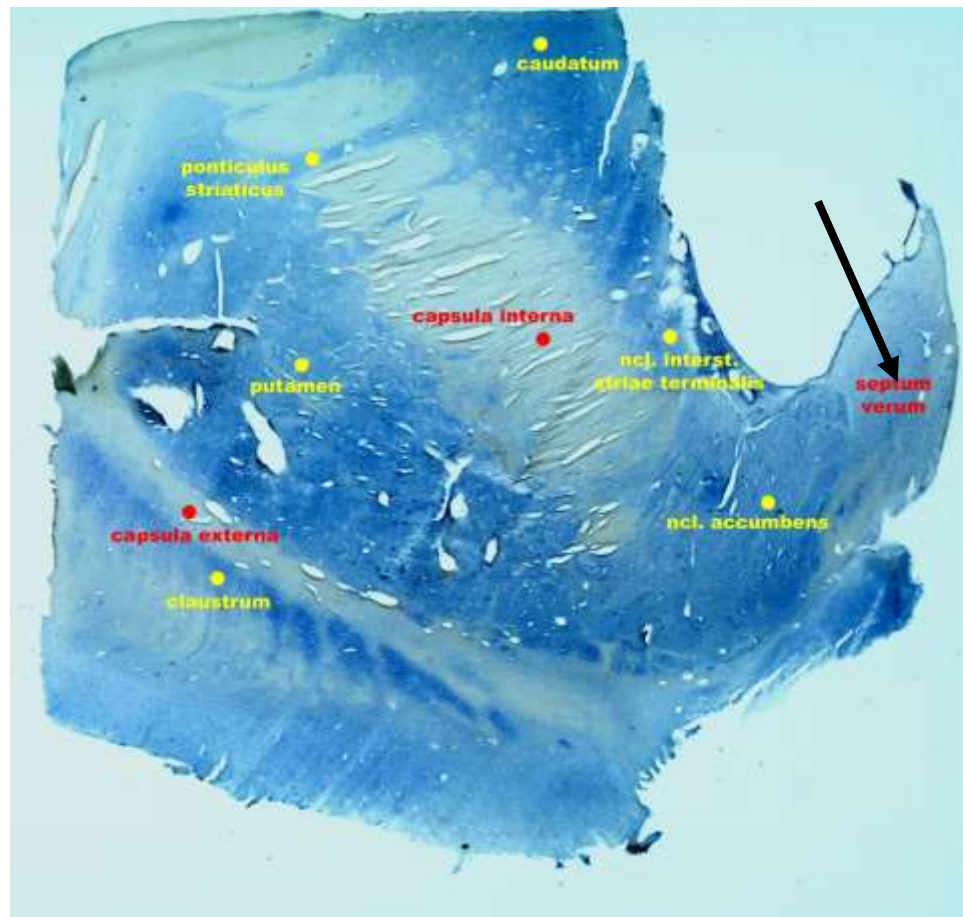
NeuroImage, Volume 66, 2013, 508–521

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.10.013>

Septum verum

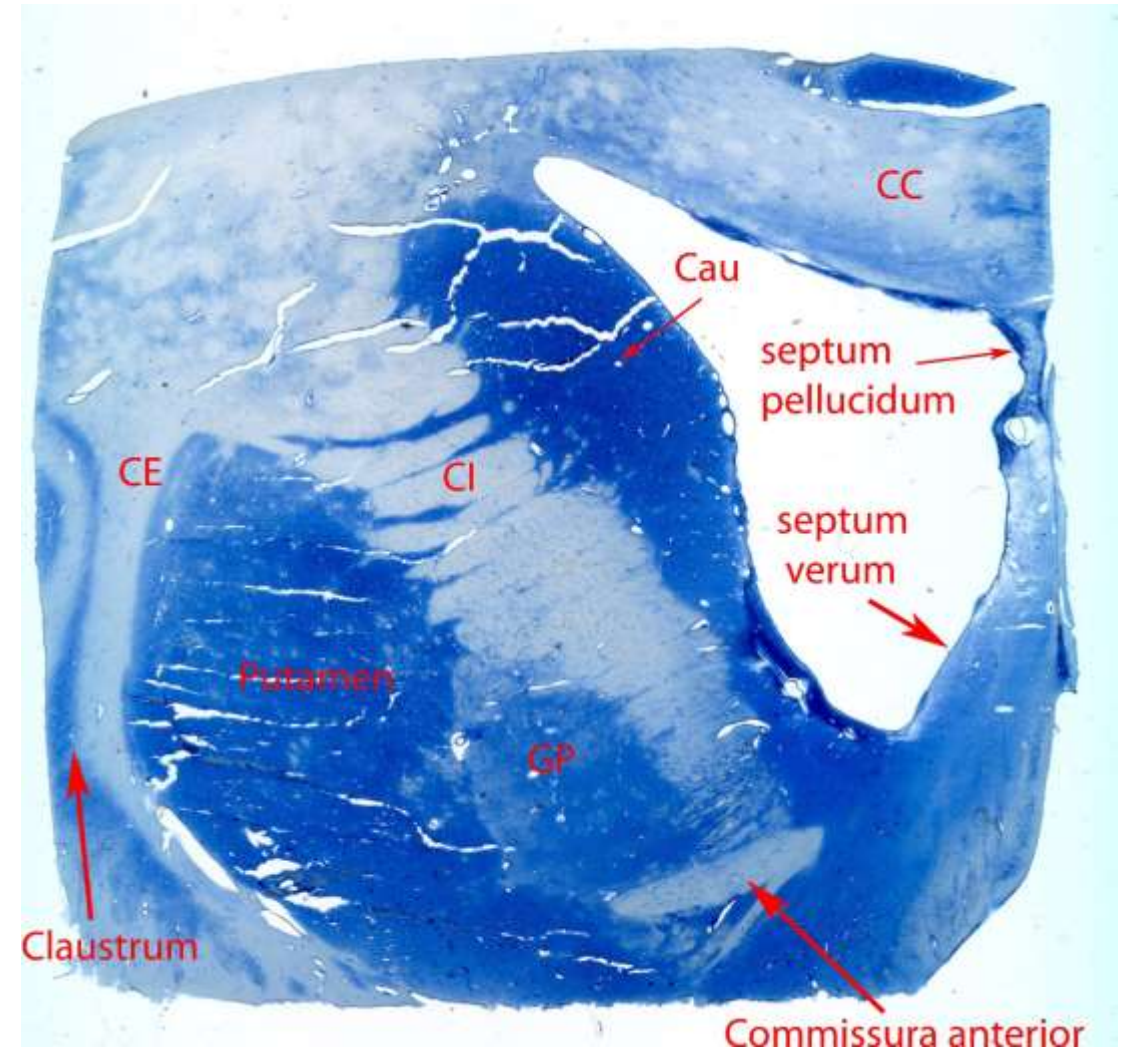
Cholinerní neurony (Ch1-2) – Ach do hippocampu

Limbecká struktura spoje s hypothalamem, hippocampem čichovými oblastmi a amygdalou

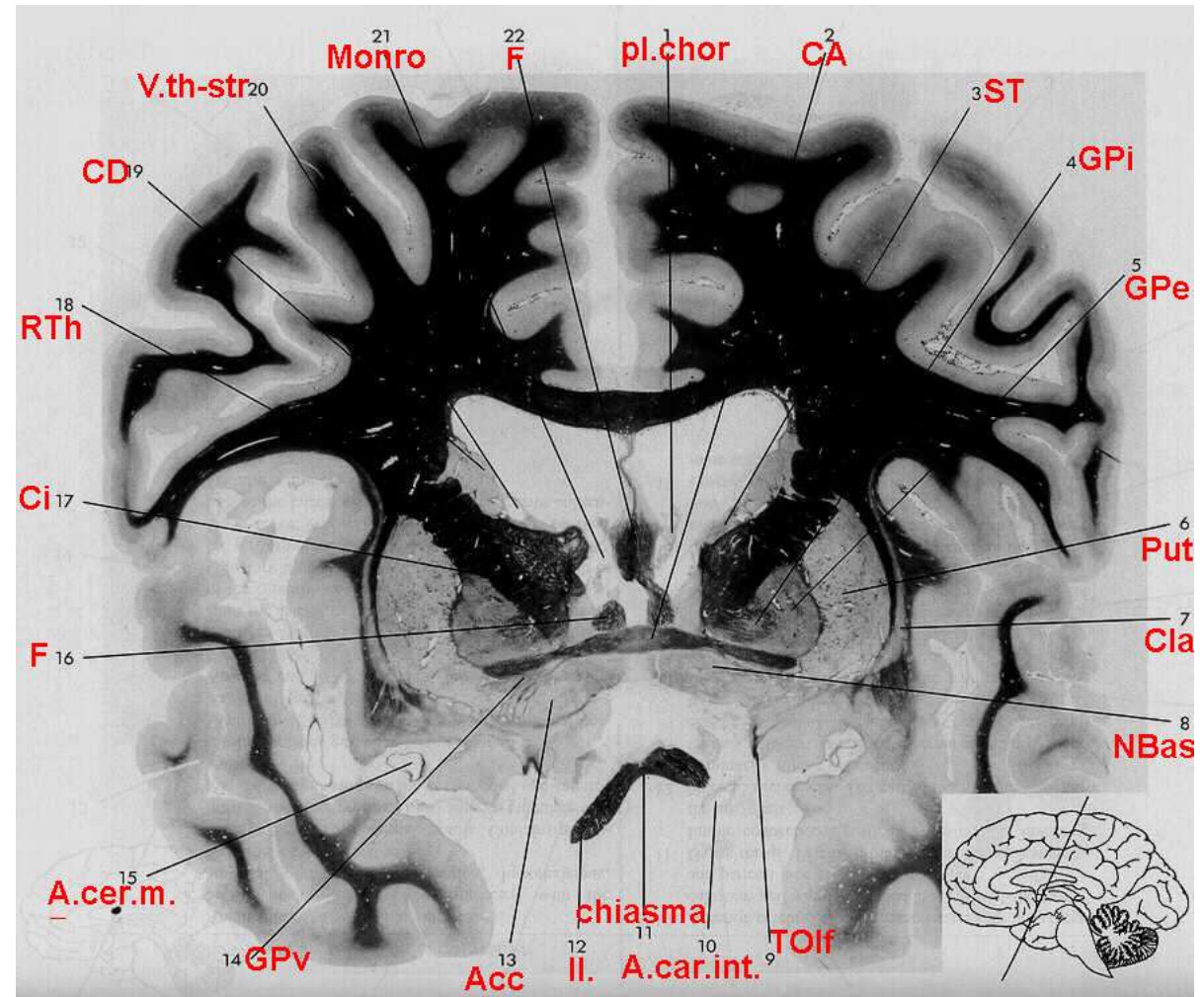
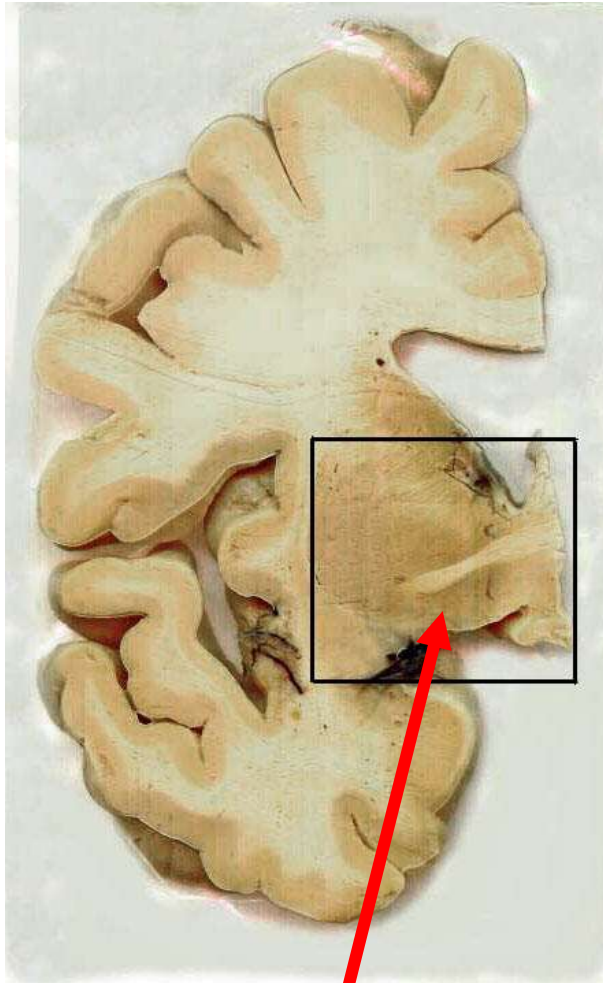


Na mediální straně hemisféry je vidět jako gyrus paraterminalis

Septum verum



Frontální řez přes commissura anterior – **substantia innominata**



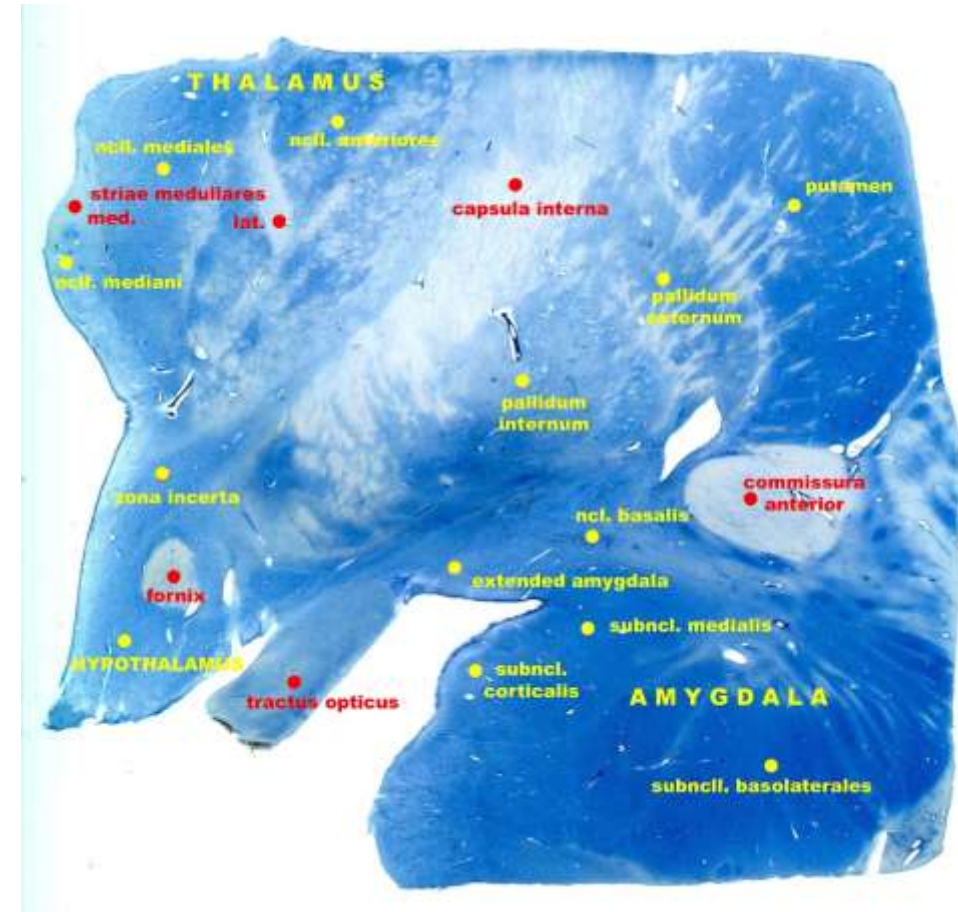
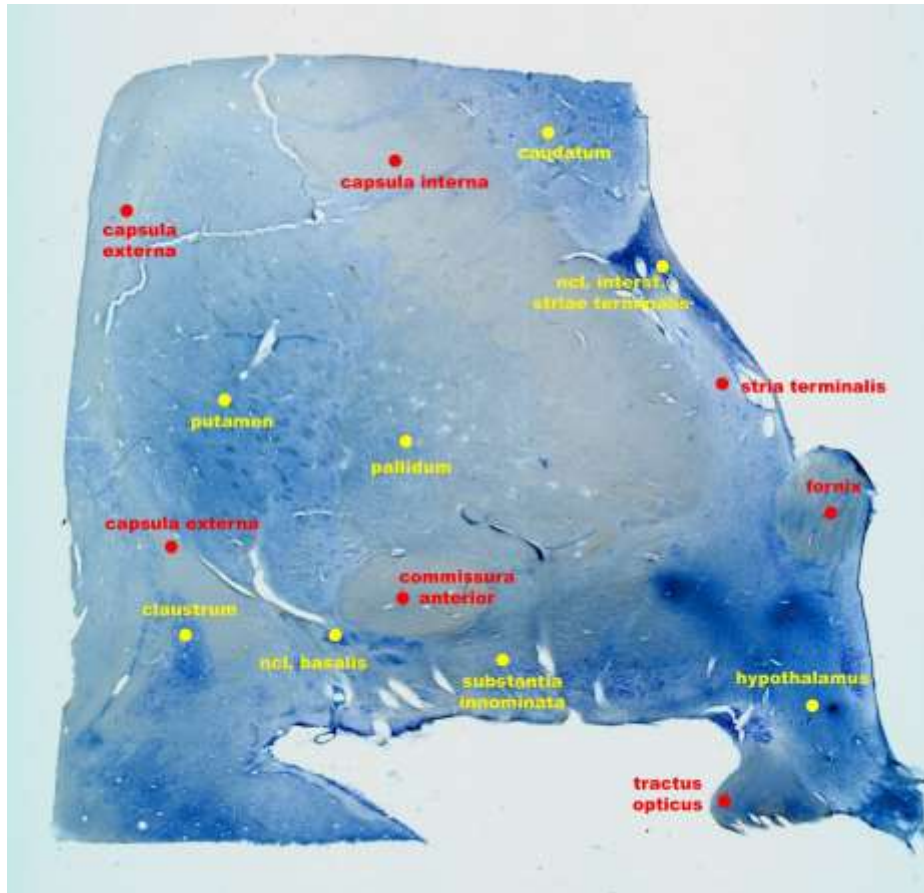
Substantia innominata

Oblast basálního telencephala ventrálně od commissura anterior

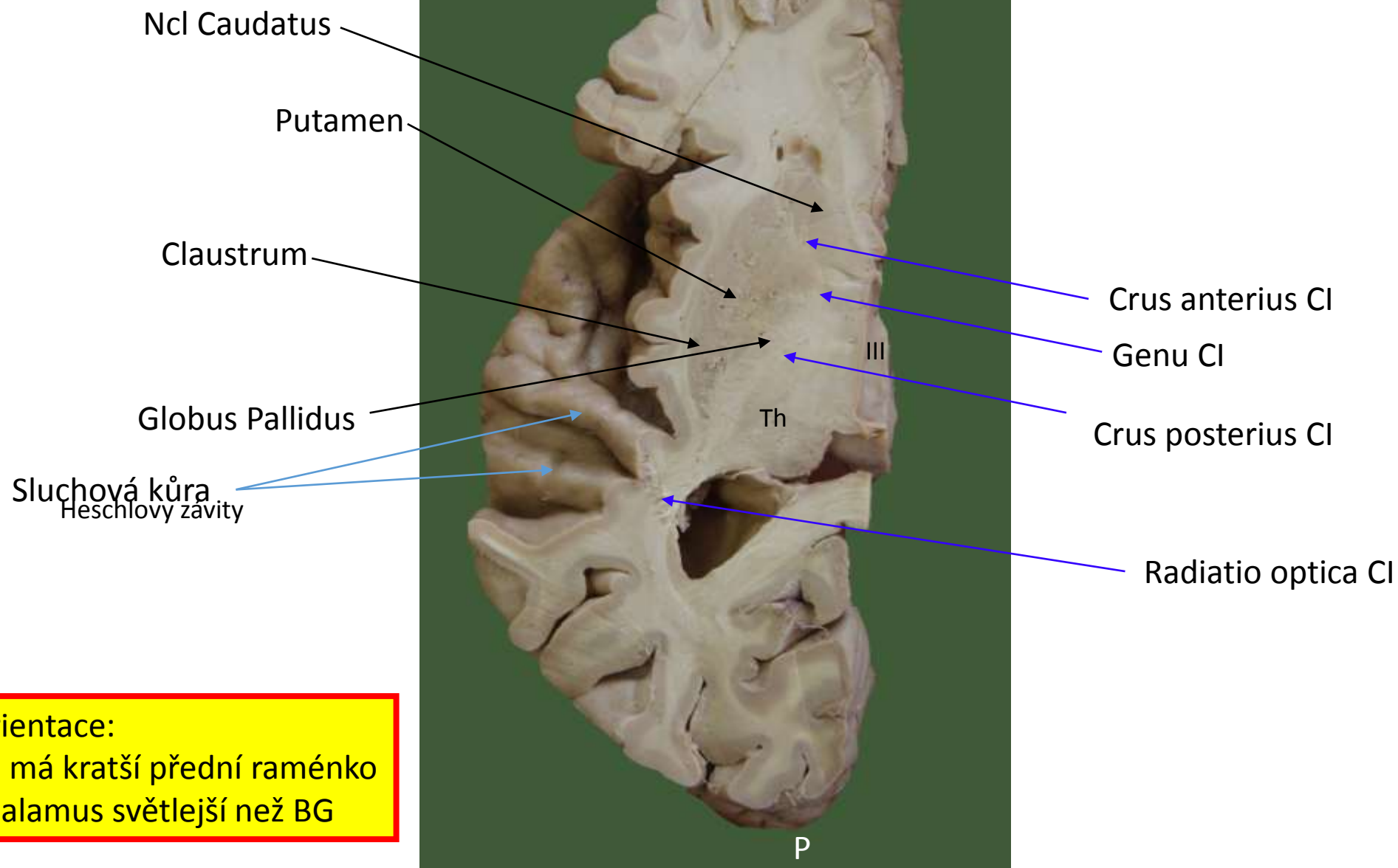
Obsahuje : pallidum ventrale – limb okruh BG

ncl. basalis Meynerti Ch4 – Ach do neokortexu

extended amygdala – „vytažená centrální a mediální
jádra amygdaly



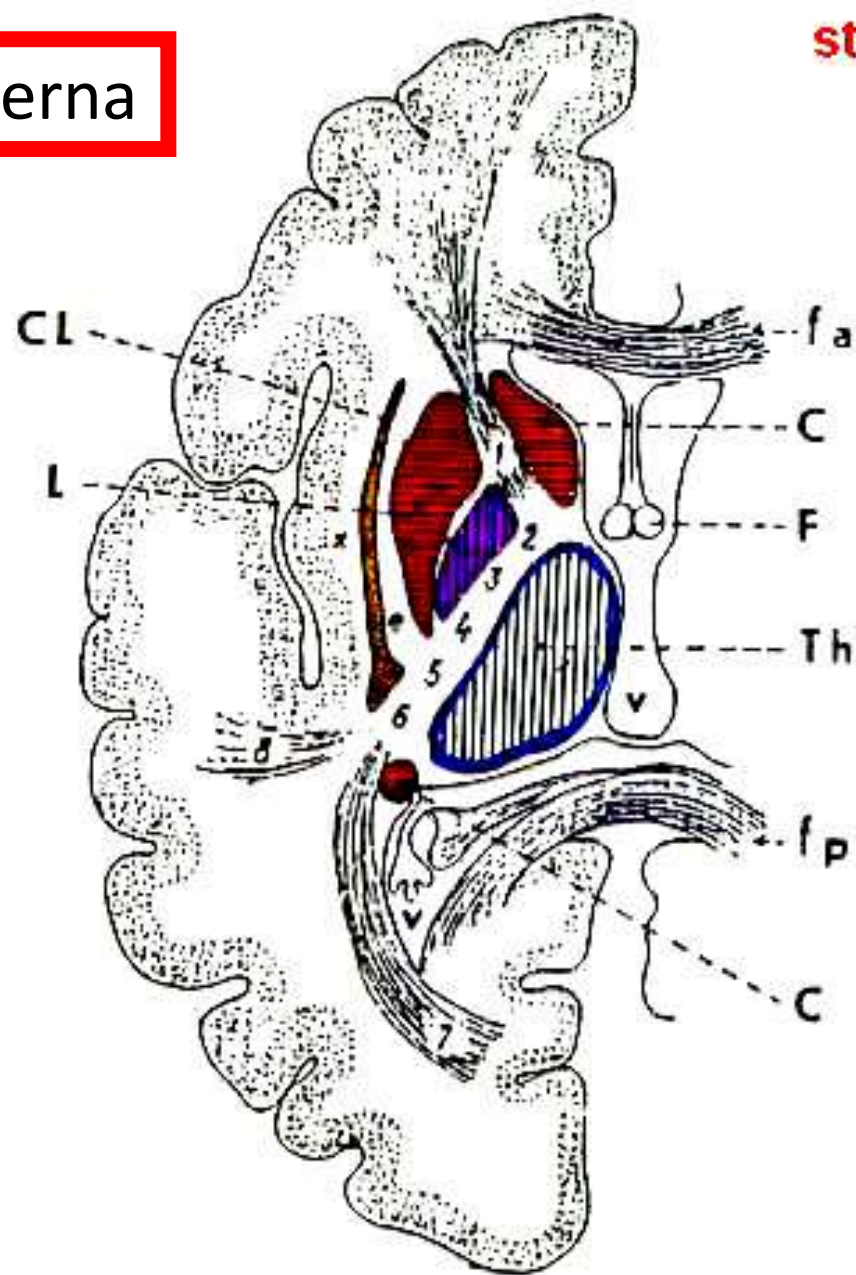
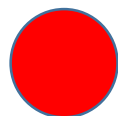
Horizontální řez



Orientace:

CI má kratší přední raménko
Thalamus světlejší než BG

Horizontalní řez přes capsula interna



Capsula interna na horizontálním řezu

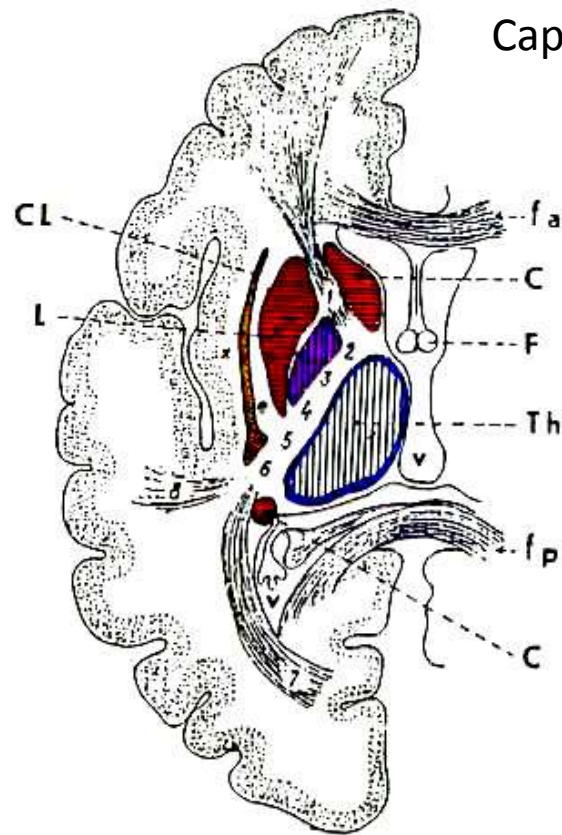


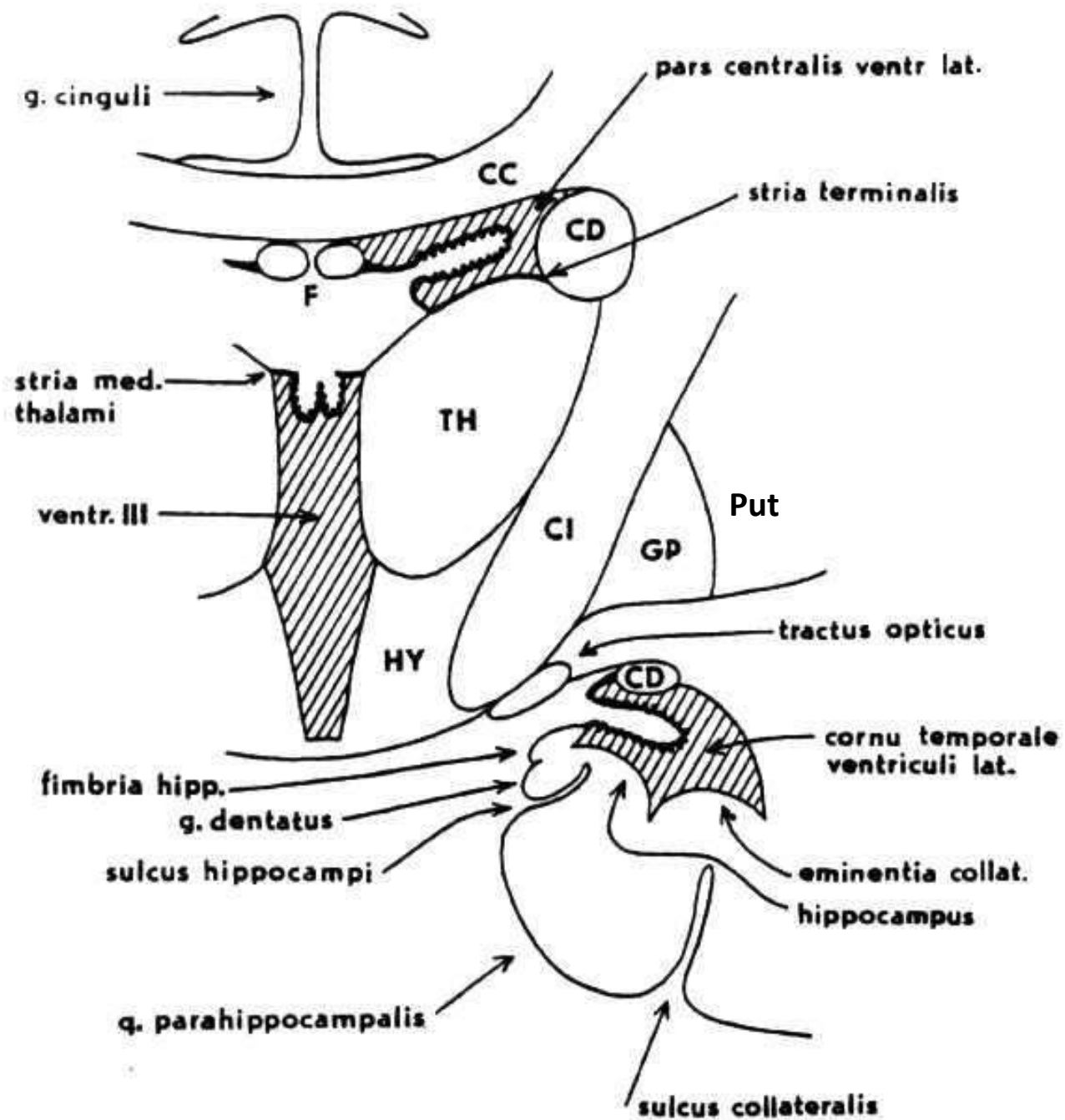
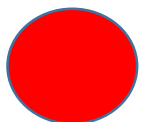
Fig. 56: Internal capsule in horizontal section through cerebrum

Internal capsule and its fibres are designated by numbers

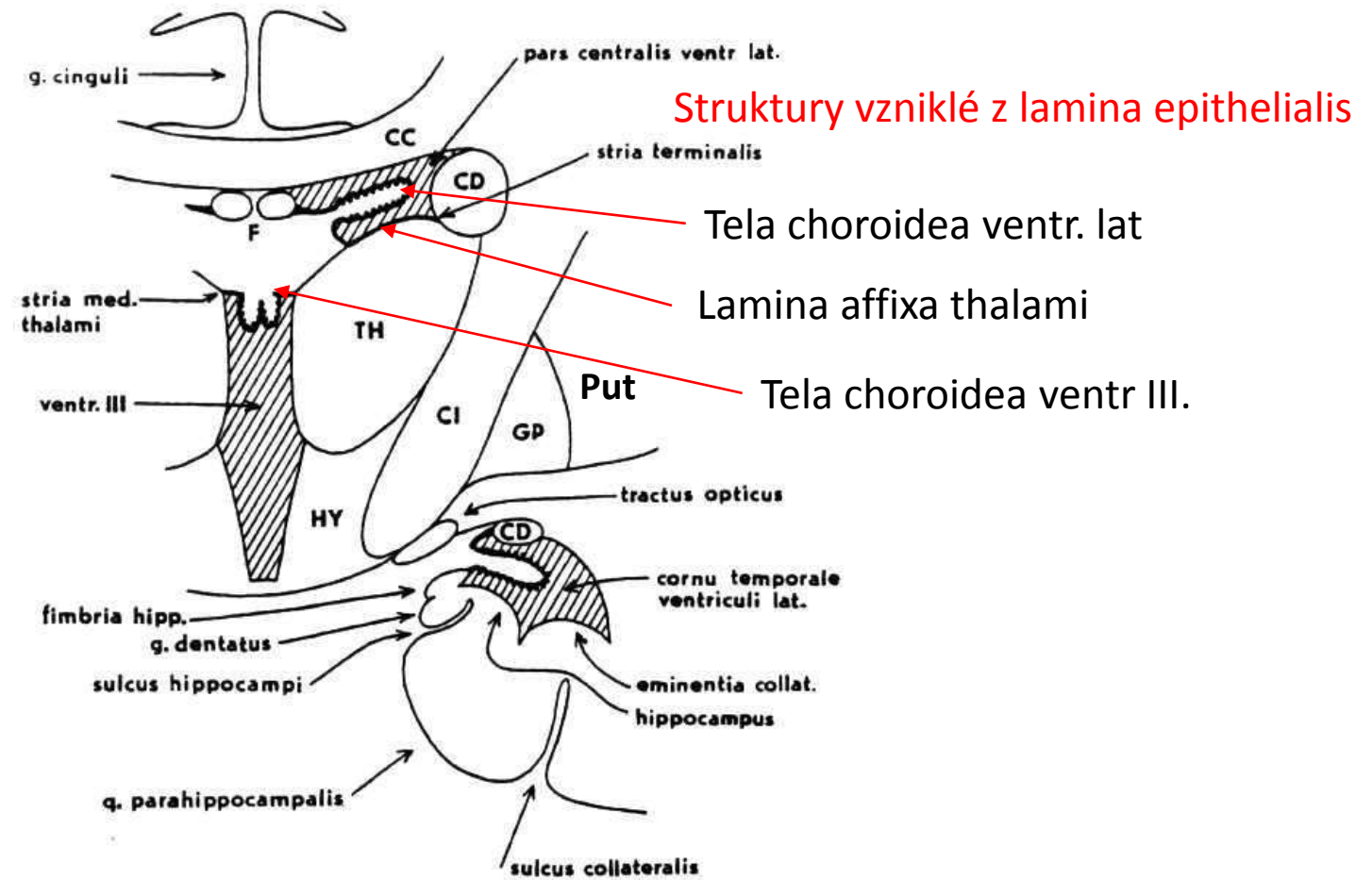
- 1 - tr. fronto-pontinus (fills anterior ramus of the capsule).
- 2 - tr. cortico-nuclearis (in genu of the capsule).
- 3 - tr. cortico-spinalis for spinal centres of the upper limb.
- 4 - tr. cortico-spinalis for spinal centres of the lower limb.
- 5 - tr. thalamo-corticalis (sensory pathways).
- 6 - tr. parieto-occipito-temporo-pontinus.
- 7 - tr. genicula-corticalis (radiatio optica, from corpus geniculatum laterale).
- 8 - tr. genicula-corticalis (radiatio acustica, from corpus geniculatum mediale).

C - ncl. caudatus.
 CL - claustrum.
 e - capsula externa.
 F - fornix.
 fa - forceps anterior.
 fp - forceps posterior.
 L - ncl. lentiformis.
 Th - thalamus.
 v - ventriculus.
 x - capsula extrema.

Frontální řez přes komory



Frontální řez přes komory



Obr. 58.: Frontální řez mozkem se zachycenou postranní a třetí komorou. Komory šrafovaně, tela choroidea silně vlnitě.

CC – corpus callosum,
CD – caudatum,
CI – capsula interna,
F – fornix,

GP – globus pallidus,
HY – hypothalamus,
Th – thalamus.

Vedlejší okruhy basálních ganglií

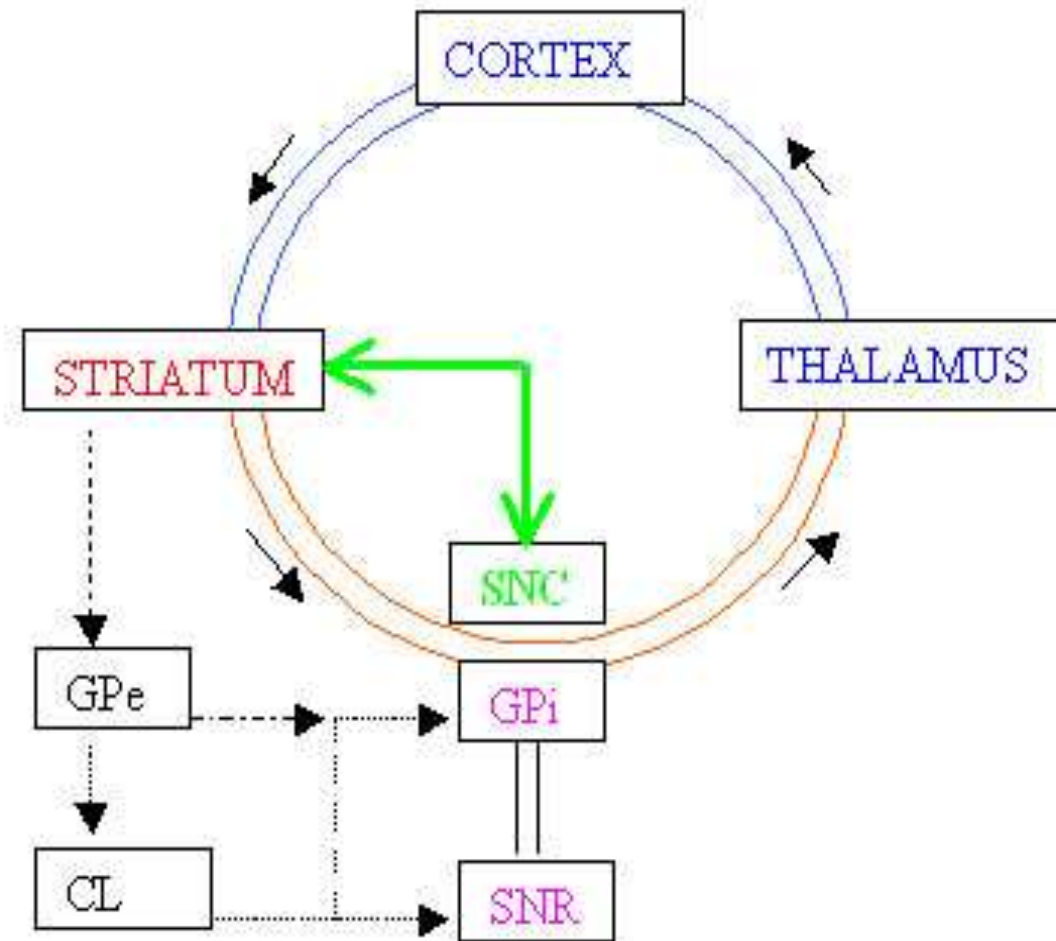
Striato - nigrální

Subthalamický

Striato-pallido-subthalamický (nepřímá cesta)

Dvouneuronový pallido-retikulo -thalamický (+nigro-tecto -thalamický)

Striatonigrální okruh

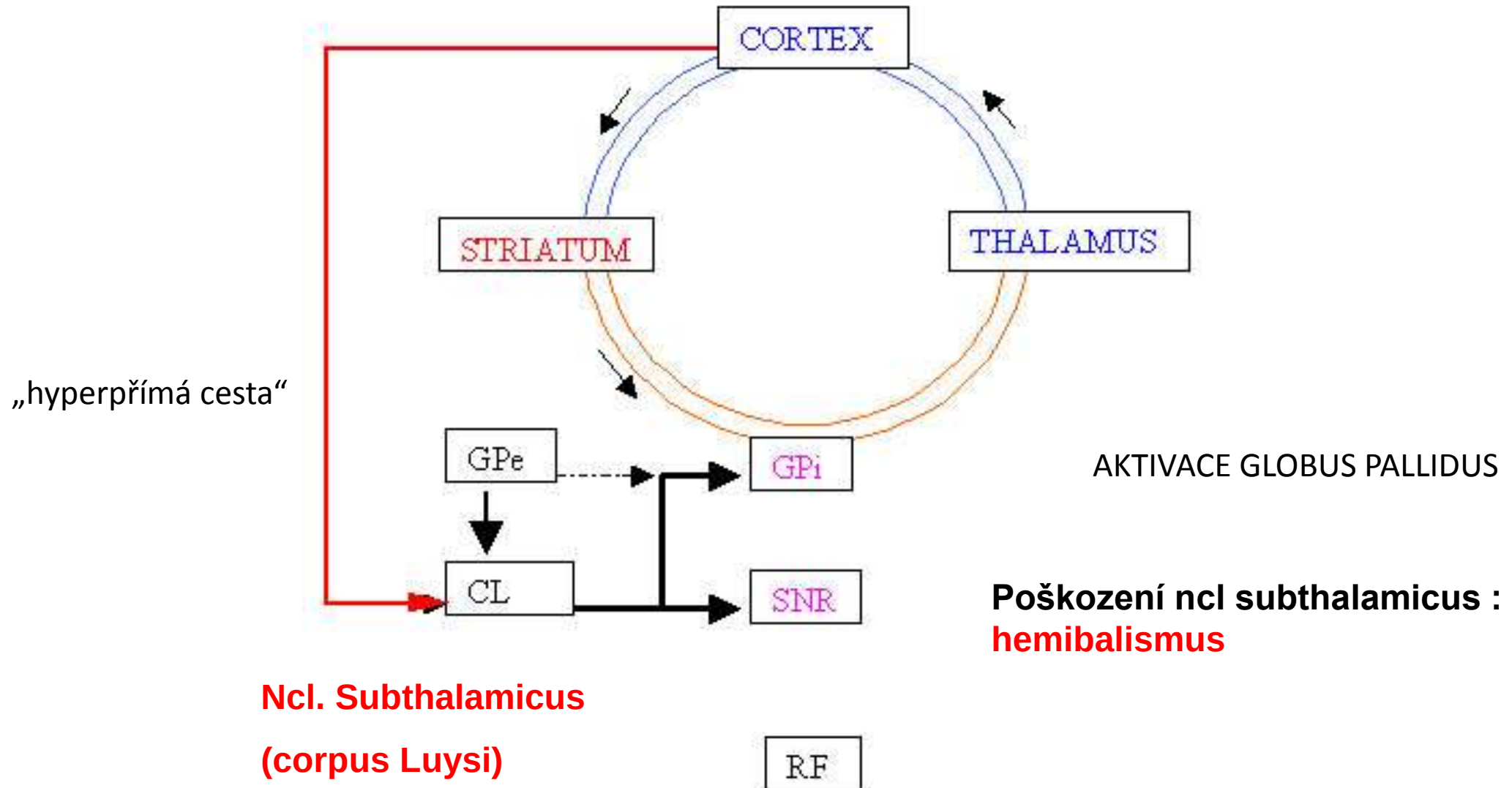


Substantia nigra pars compacta - dopamin

Poškození – **parkinsonismus**

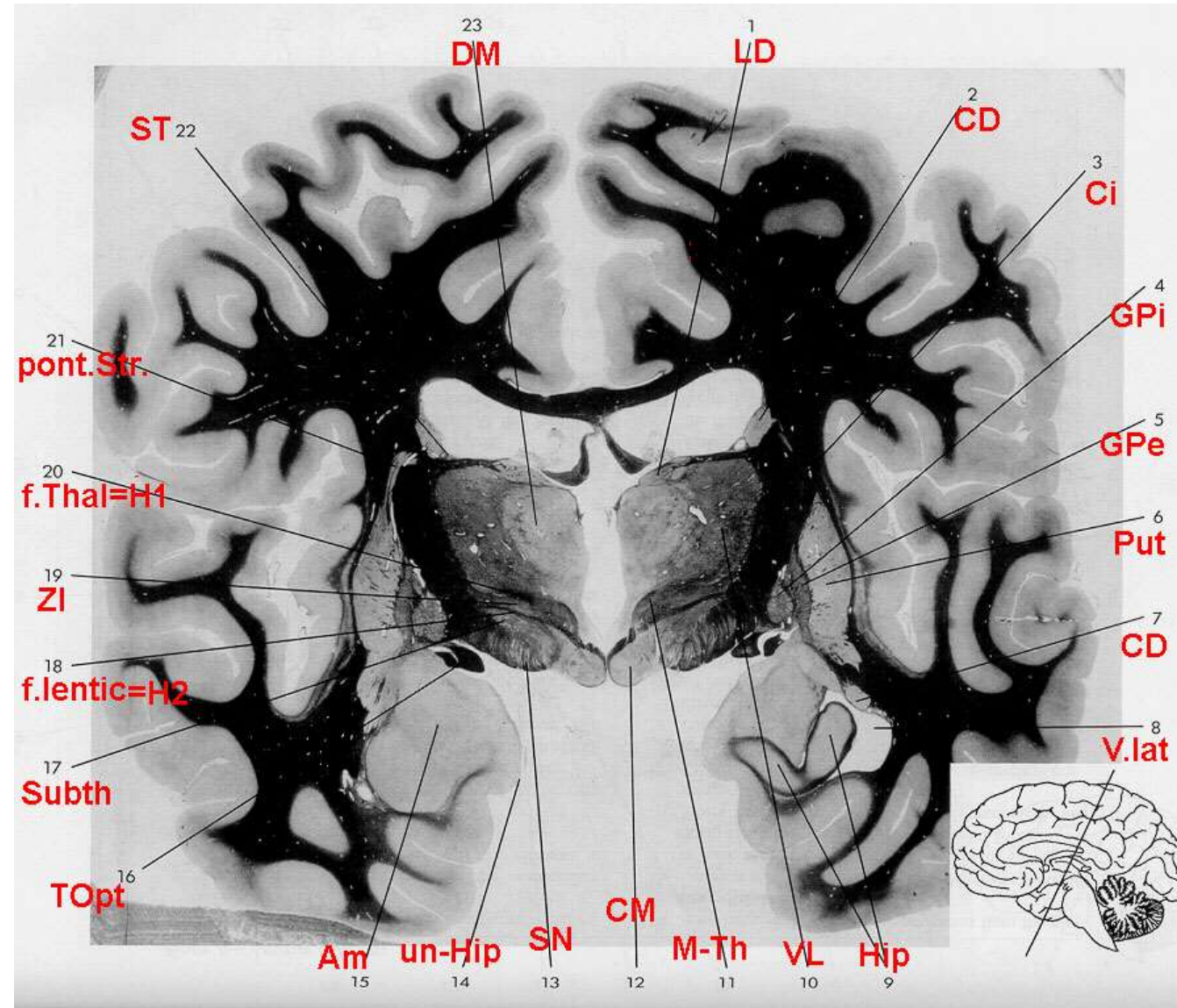
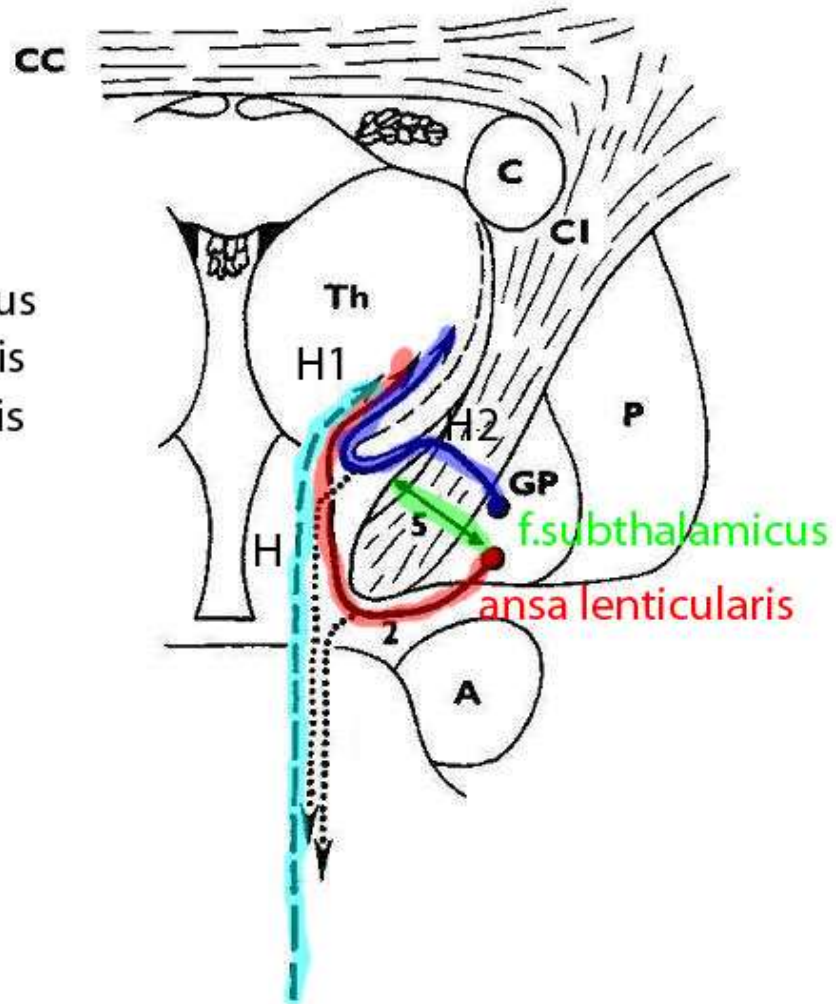
Subthalamický okruh

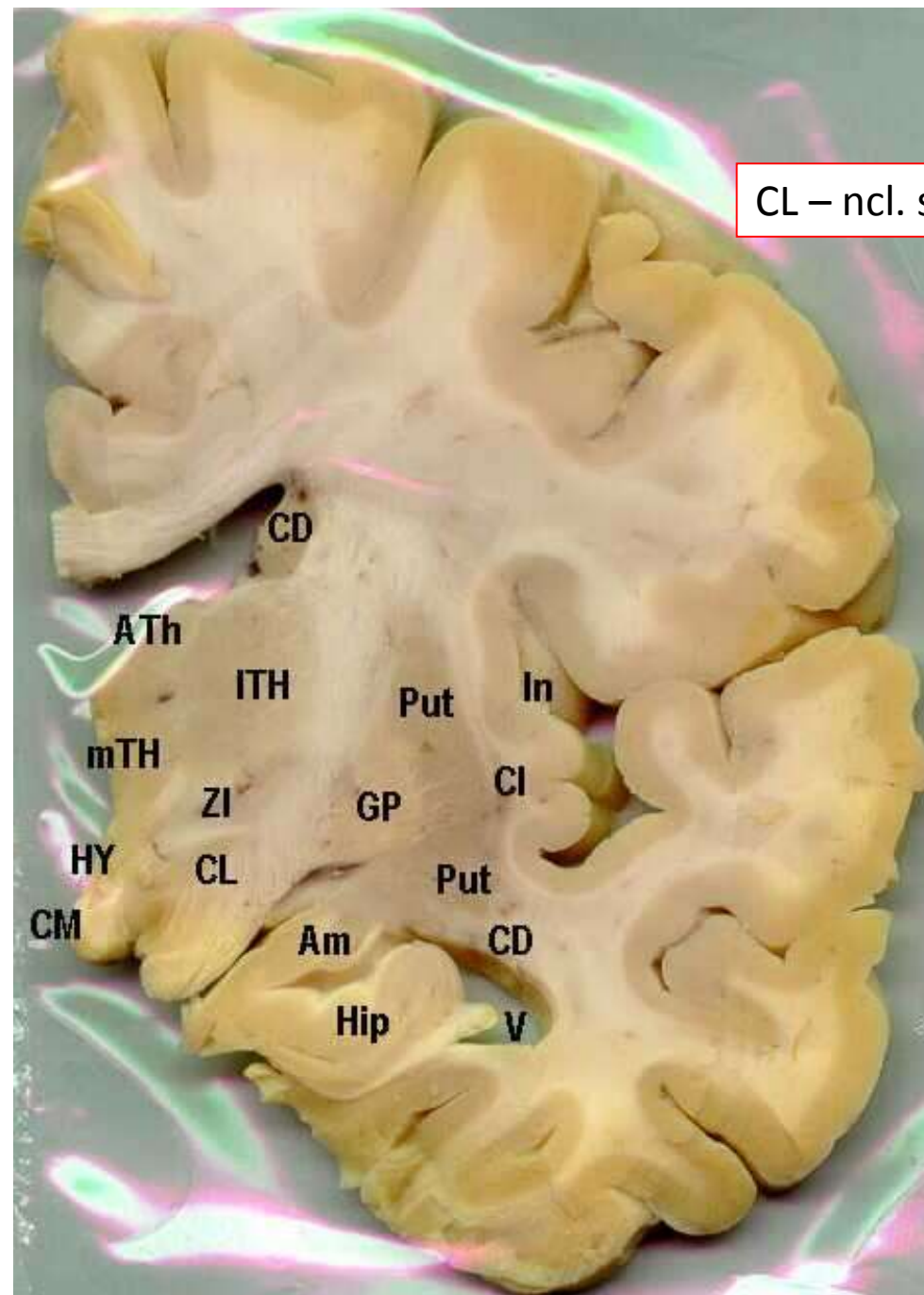
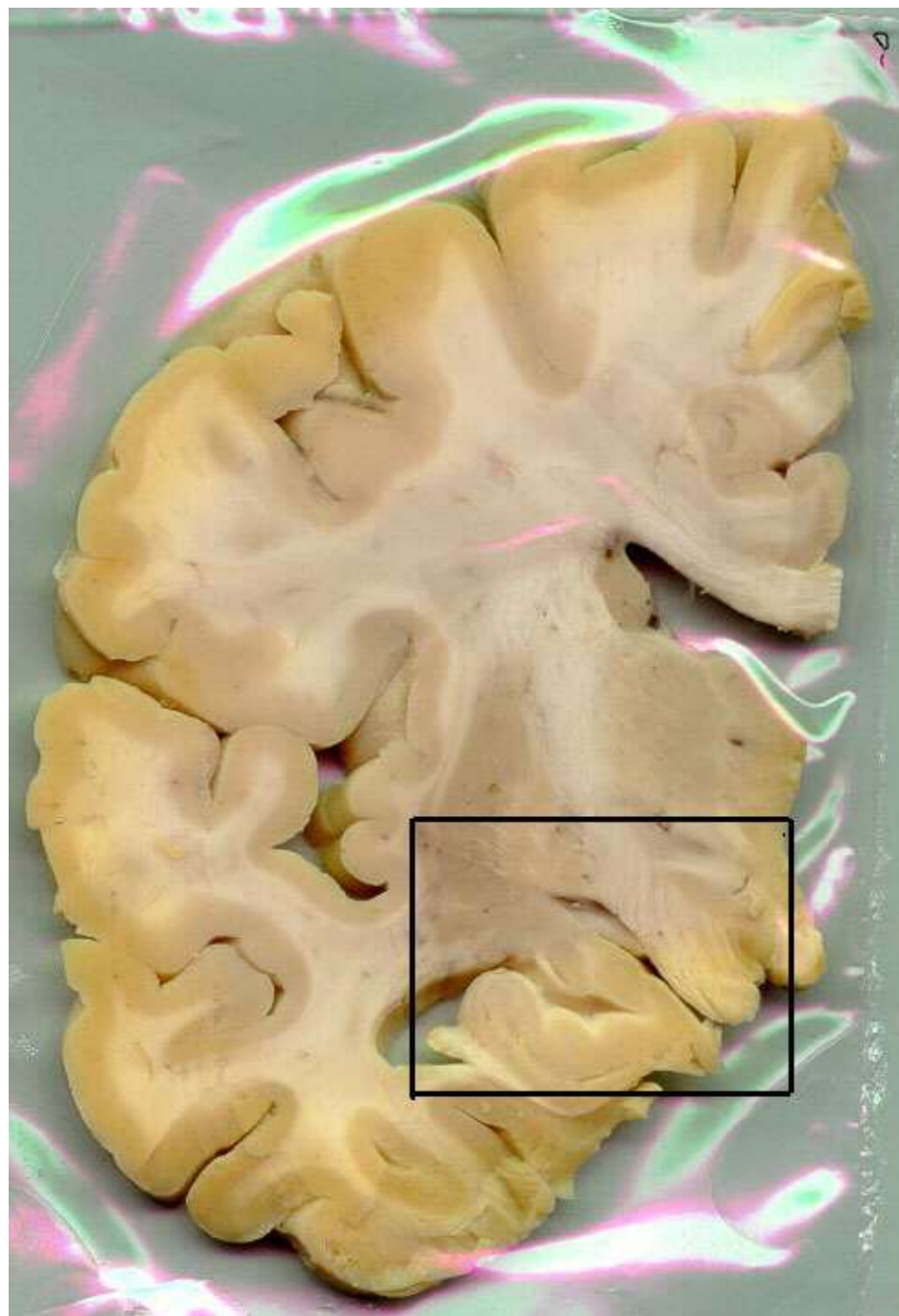
Přímé propojení kůry a ncl. subthalamicus



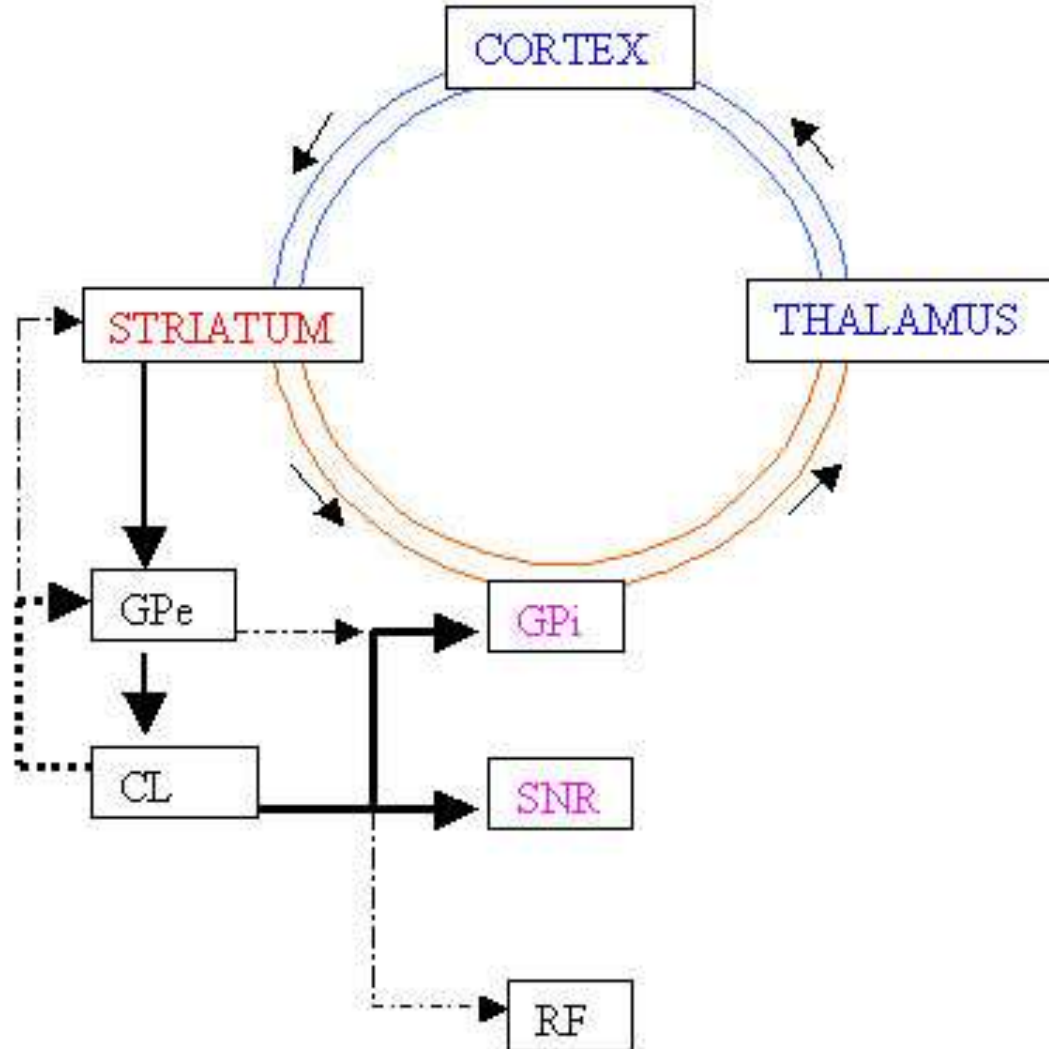
Schema svazků subthalamu

H1- f.thalamicus
H2-f.lenticularis
H - f.prerubralis



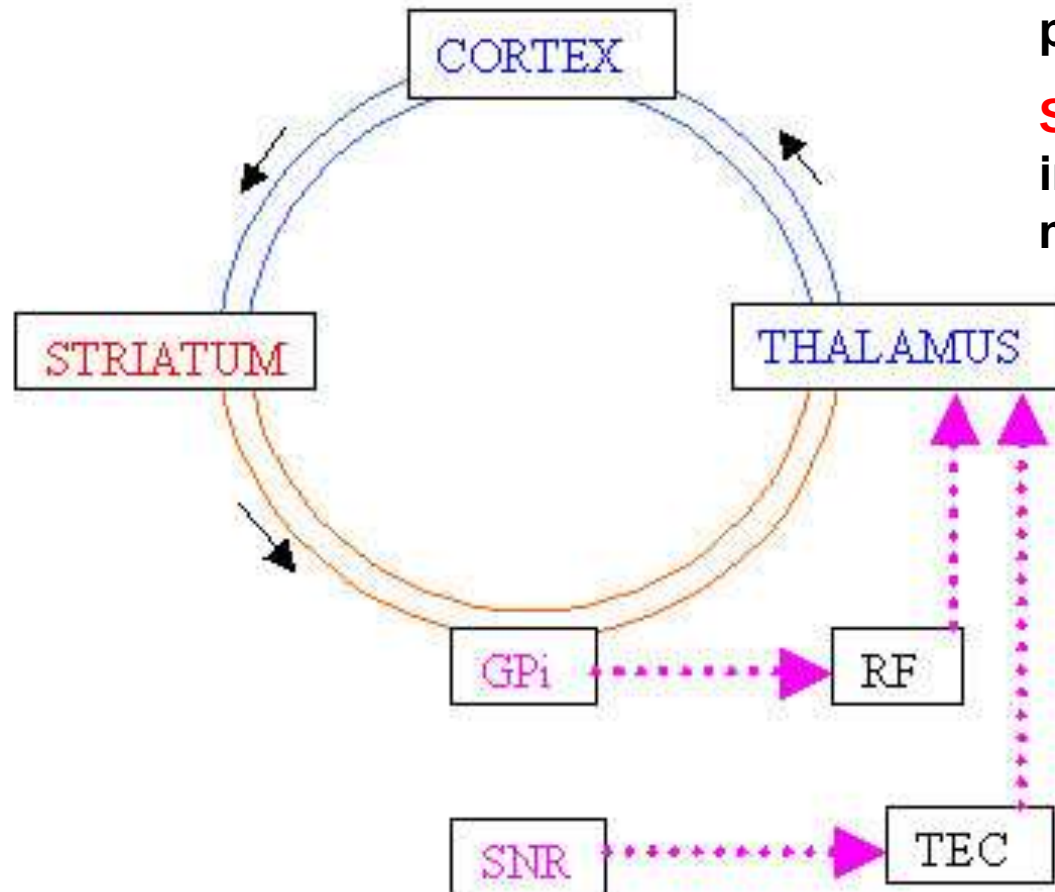


Striato-pallido-subthalamický okruh - nepřímá cesta



Brání neplánovaným pohybům

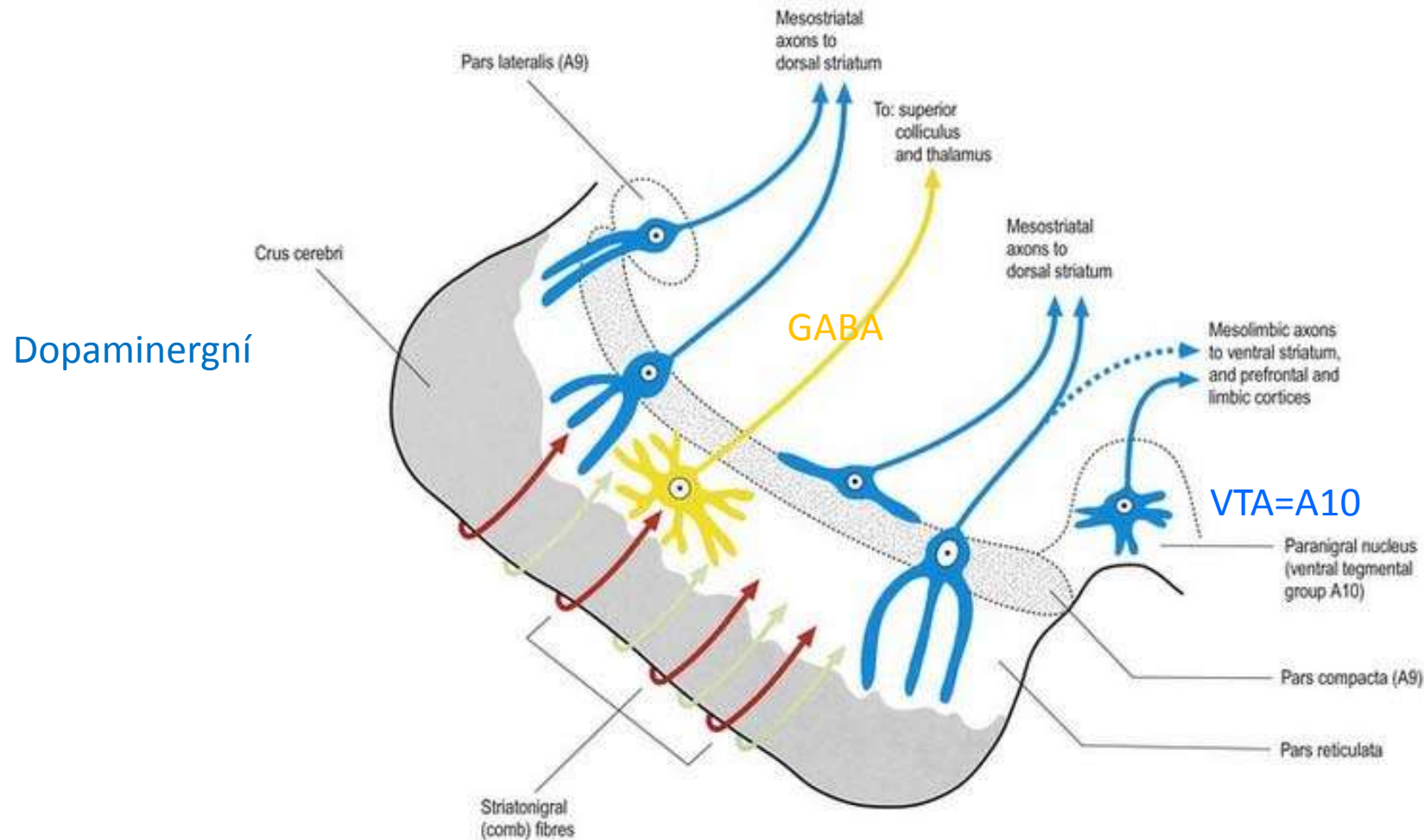
Dvouneuronový pallidothalamický okruh



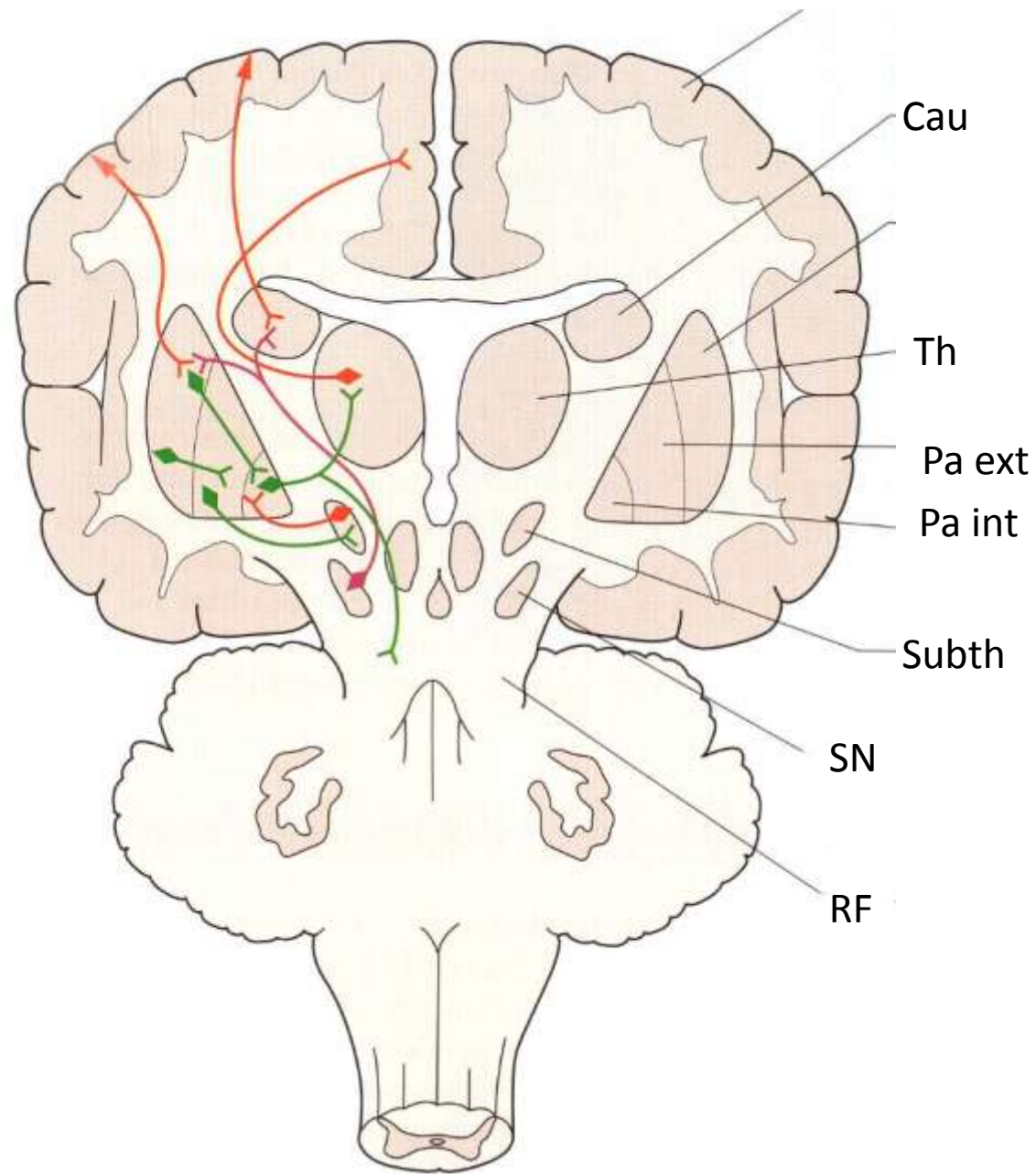
Pallidum int. – převod impulsů
přes RF na míšní motoneurony

SNpars reticularis – převod
impulsů přes tectum na
motoneurony hlavových nervů

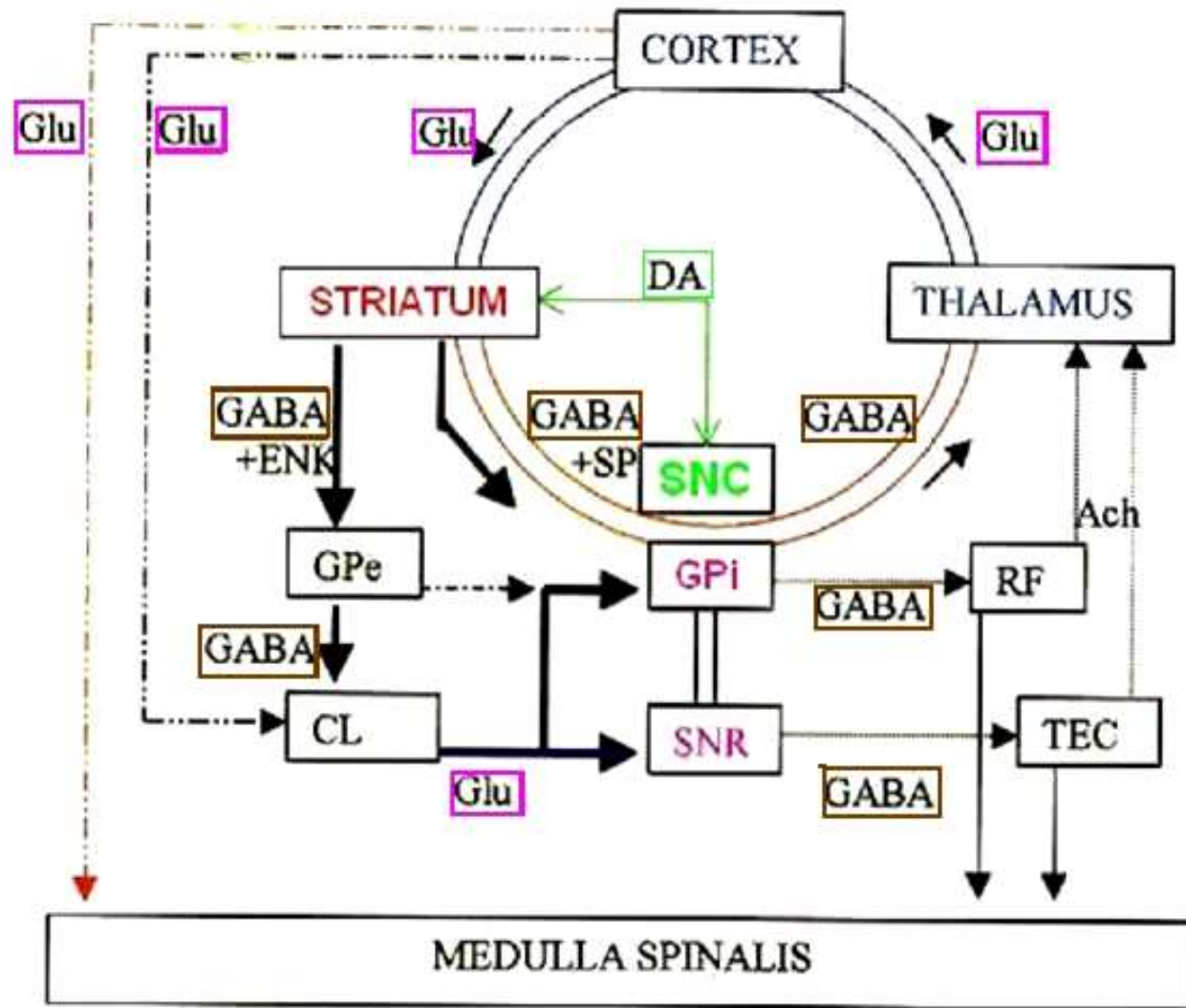
Spoje substantia nigra a VTA do BG



Přímý a nepřímý okruh BG
+ vedlejší okruhy
(nigrostriatický,
pallido-retikulární)



Hlavní mediátory ve spojích basálních ganglií



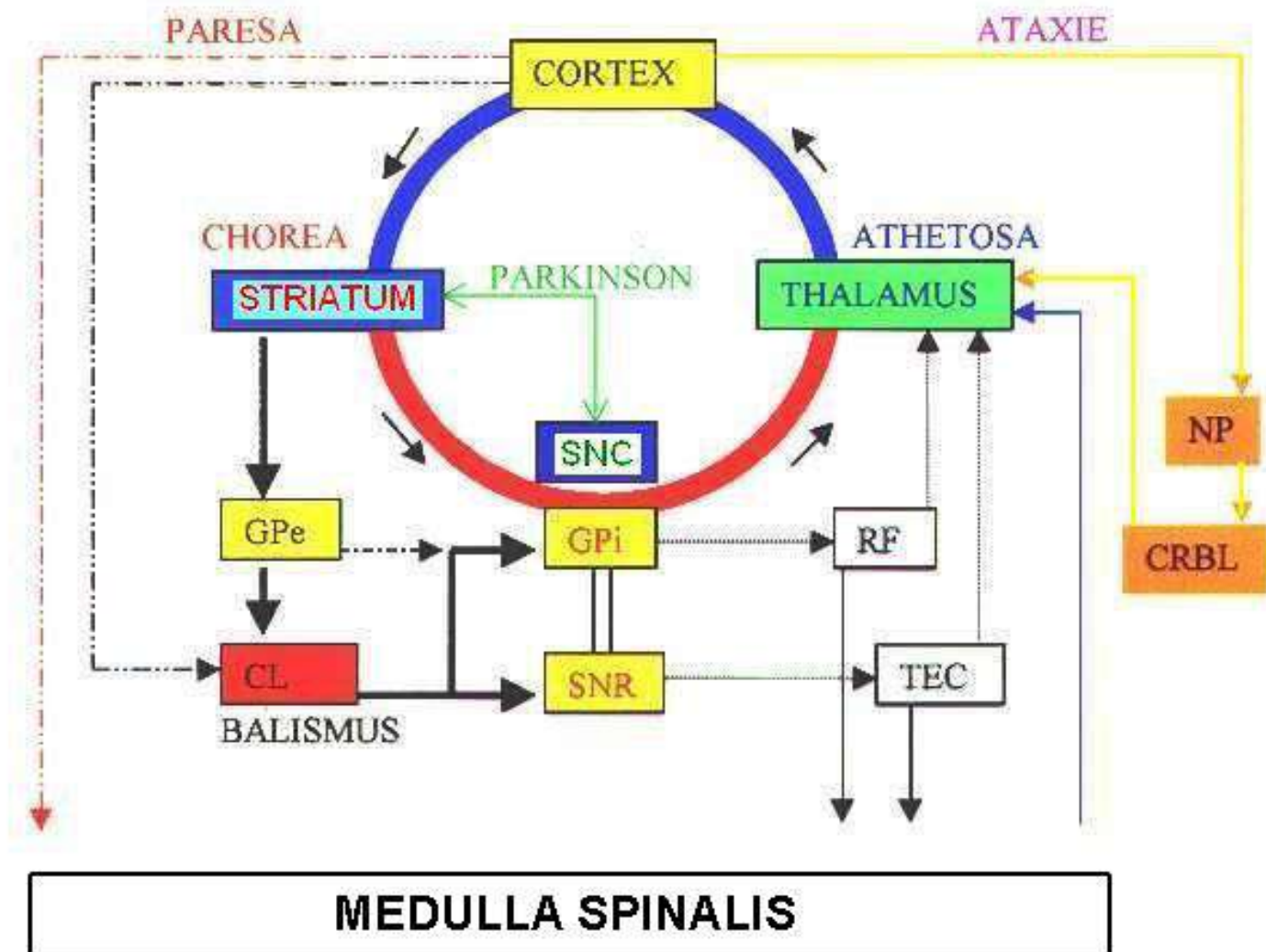
Ach - acetylcholin

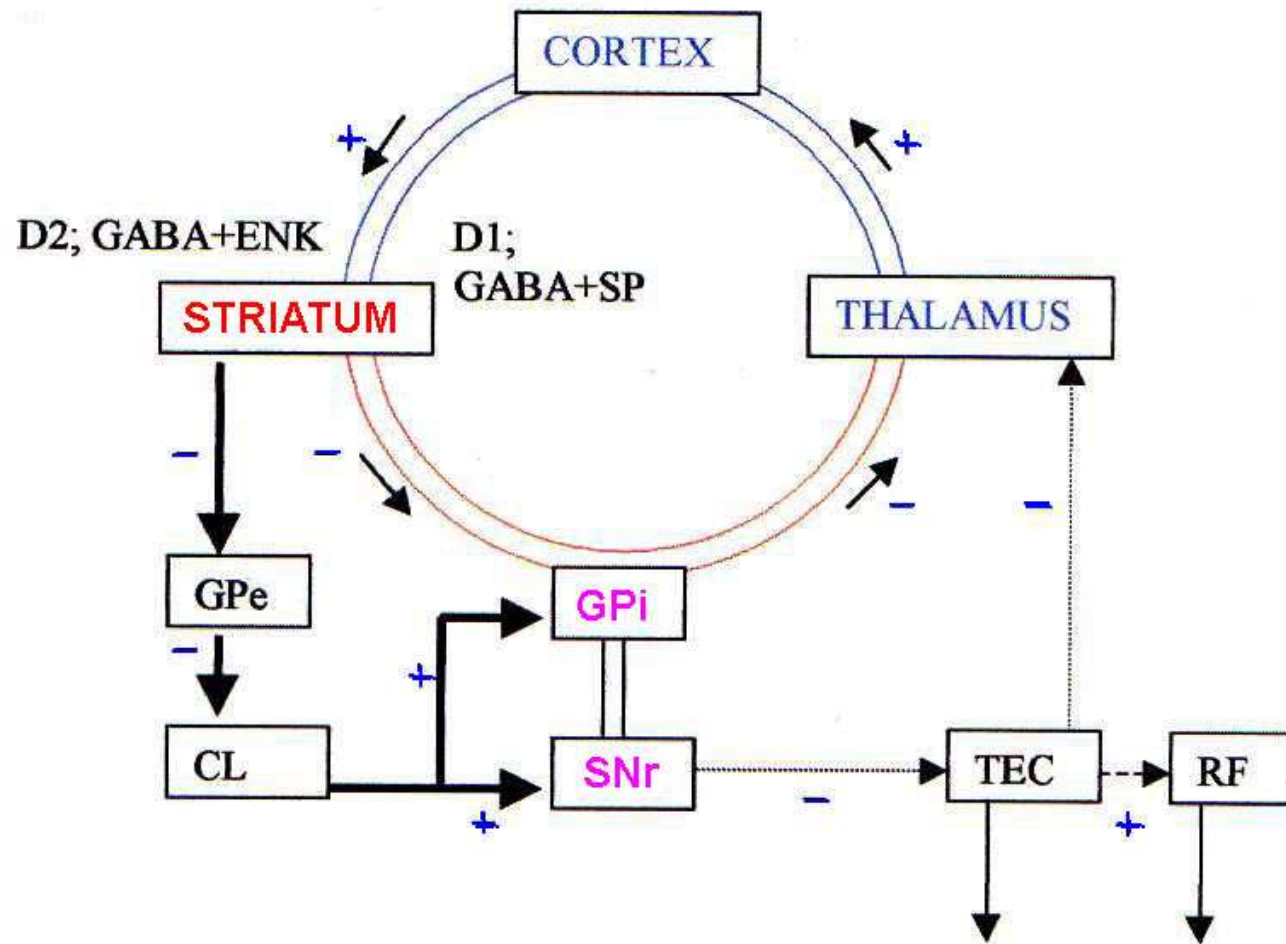
DA - dopamin

GABA – kyselina gamma
aminomáselná

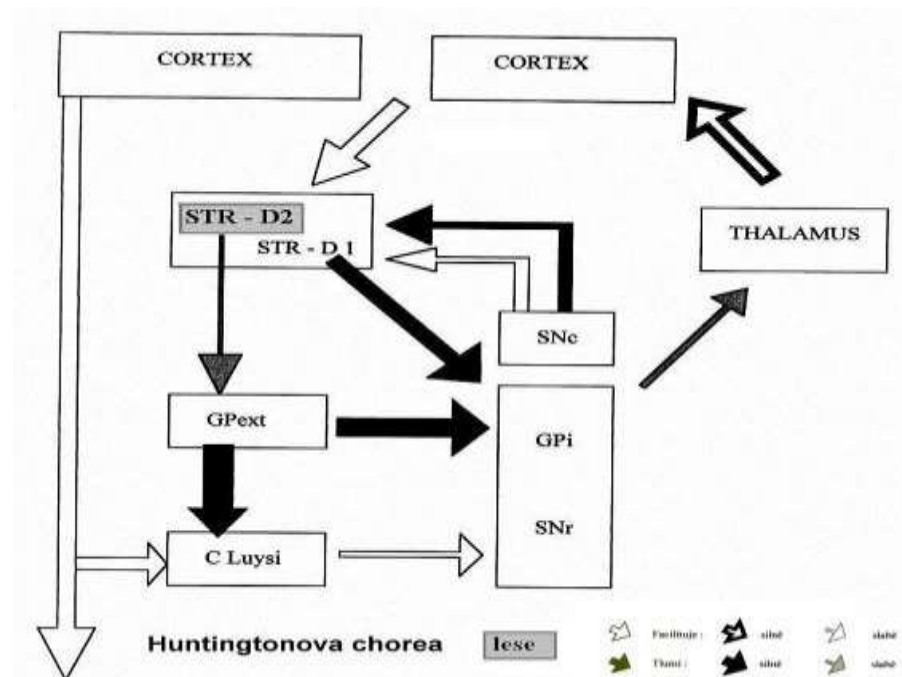
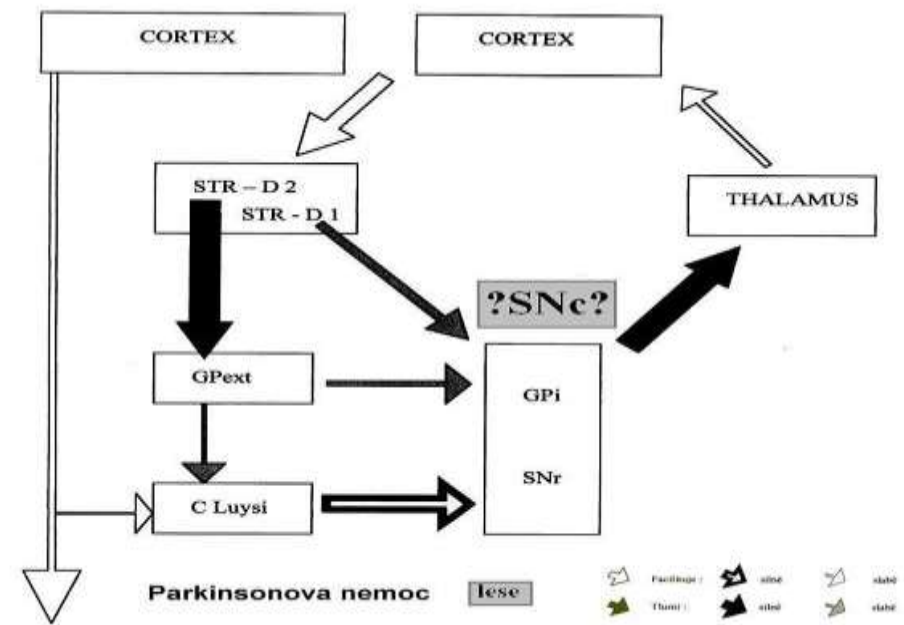
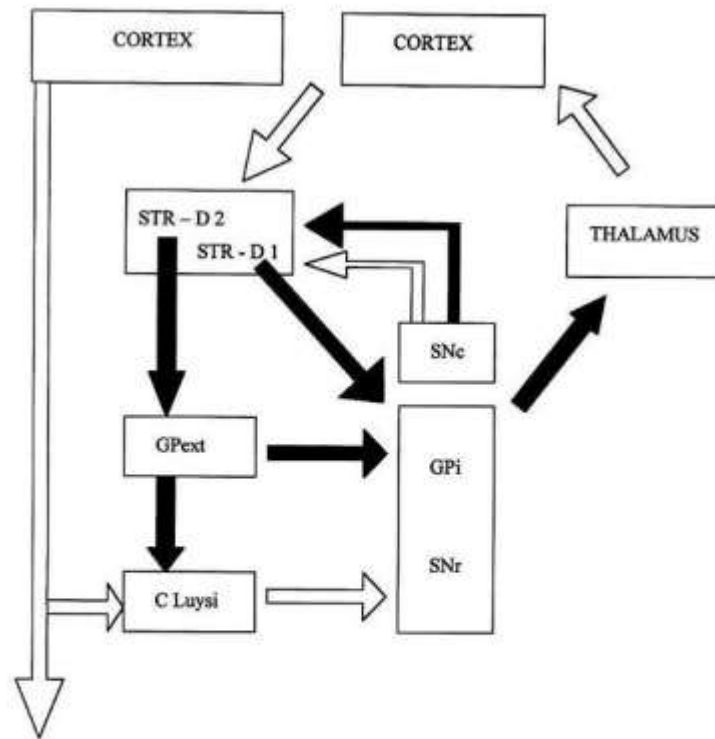
Glu - glutamát

Zapojení basálních ganglií v systému motoriky - příznaky poškození





Obr. 38.: Schema základních funkcí – facilitace (+) a inhibice (-) – basálních ganglií ve vztahu ke striatickým mediátorům (volně podle Reiner.



Clastrum – bohaté spoje s kůrou i thalamem
Pravděpodobně integrace multisenzorických signálů

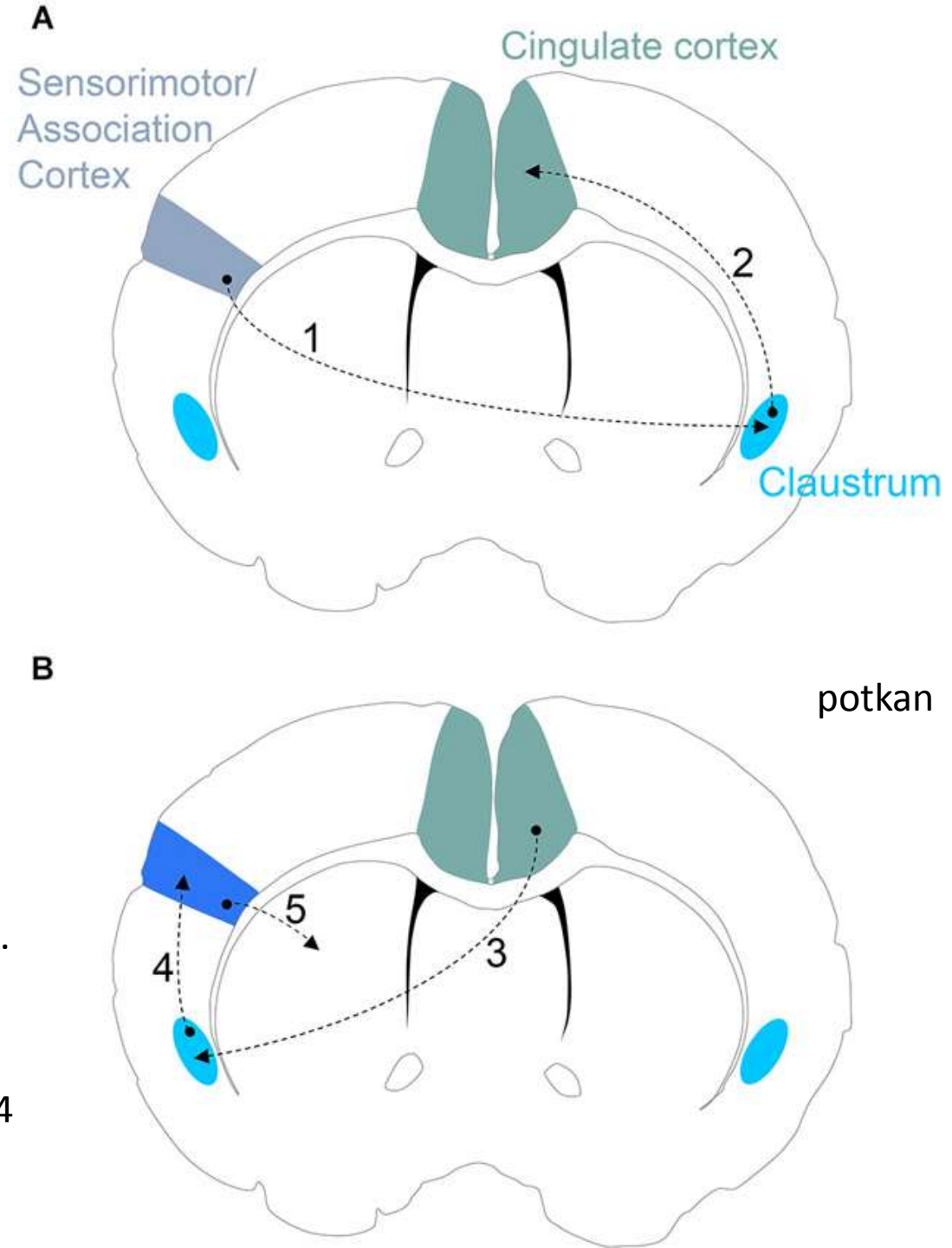
Clastrum - role v motorickém učení

- 1) Nový stimul pro sensorimotorickou nebo asociační kůru aktivuje druhostranné claustrum, pokud je dost významný
- 2) přepojí ho claustrum do limbické kůry a ta ho zpracuje
- 3) Limbická kůra aktivuje druhostranné claustrum
- 4) Claustrum zaměří pozornost sensorimotorické kůry na stimul
- 5) Aktivovaná kůra vyšle signál do striata, aby spustilo motorickou odezvu na stimul

immunoreaktivita

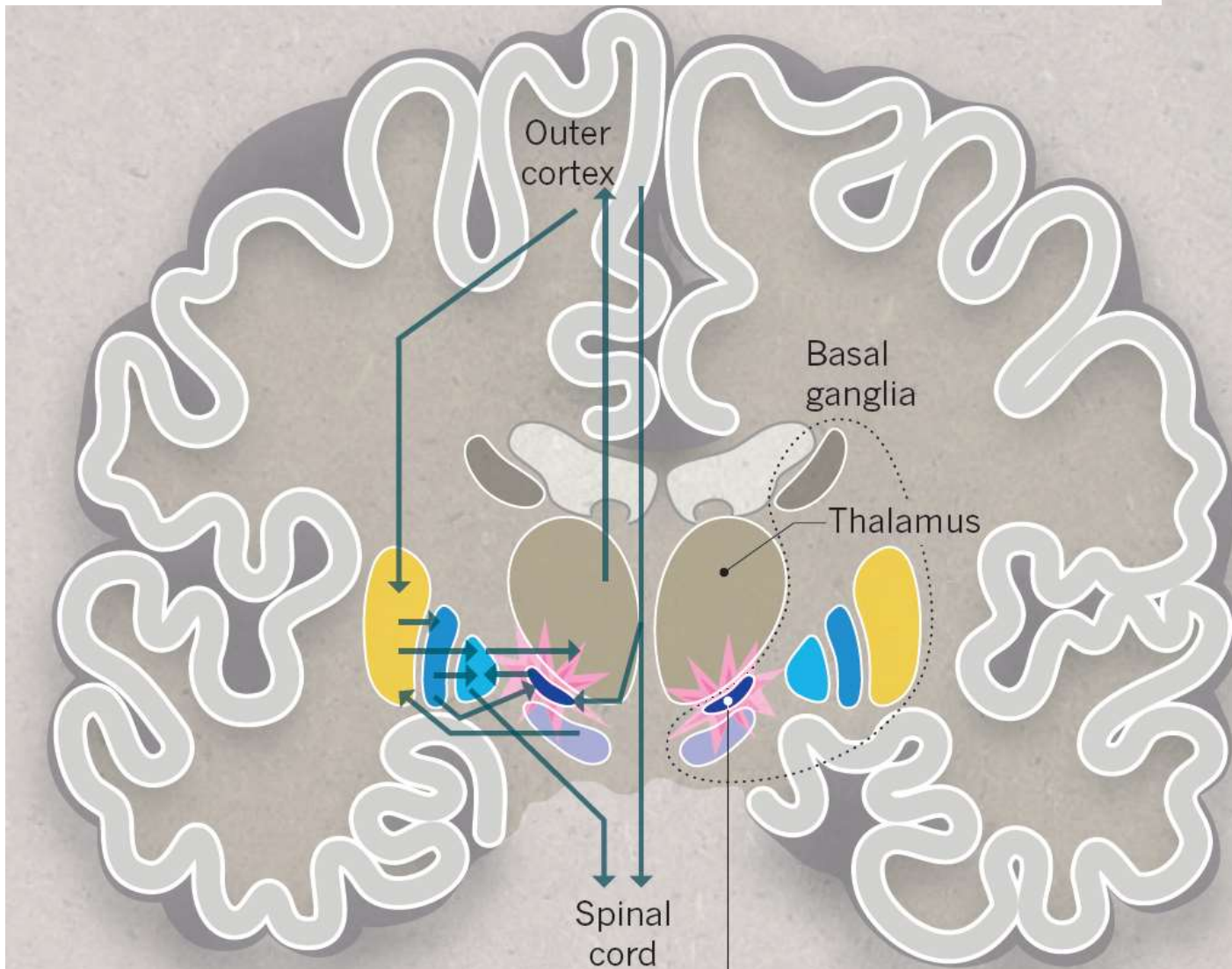
Gng2 - G protein gamma 2 subunit (Gng2)-ir ([Mathur et al., 2009](#)).
a parvalbumin

<http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnsys.2014.00048/full>



CIRCUIT TRAINING

DBS – hluboká mozková stimulace ncl. subthalamicus při Parkinsonově nemoci



Dnes už nejen stimulace, ale i monitorace

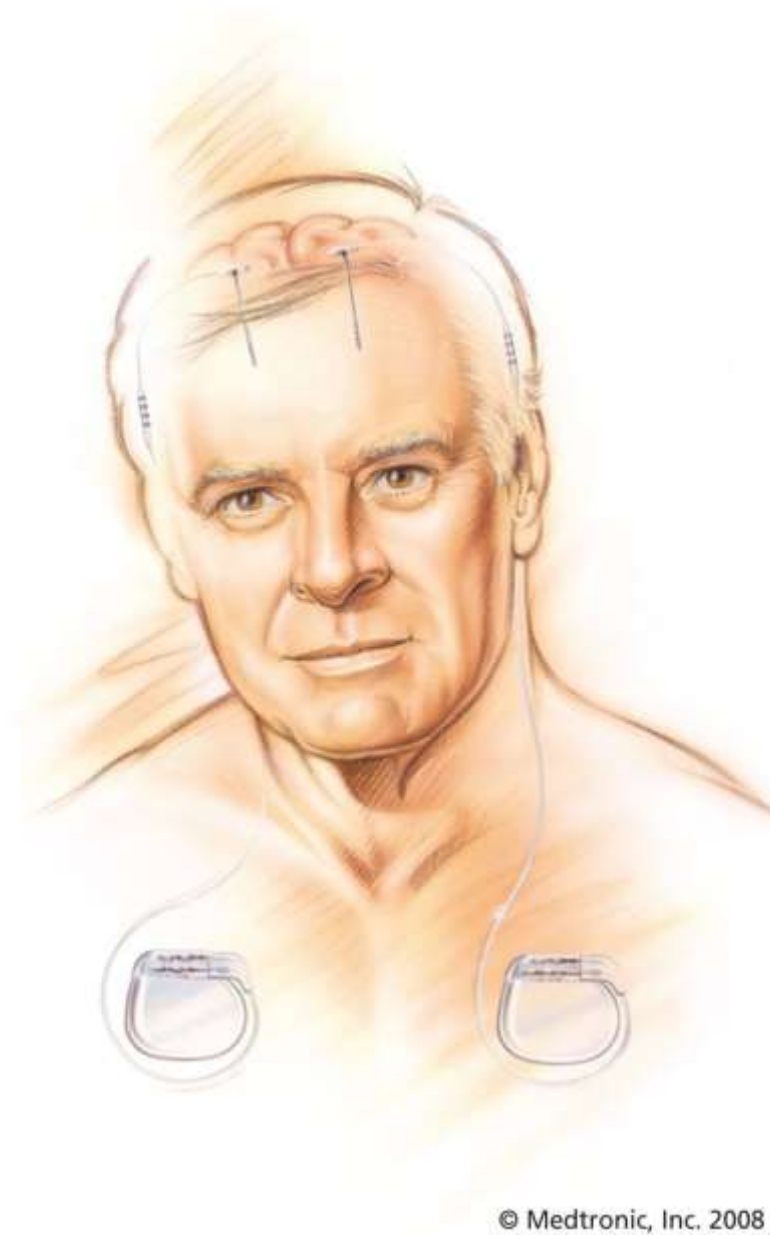
Tuning the Brain , Helen Shen , 2014

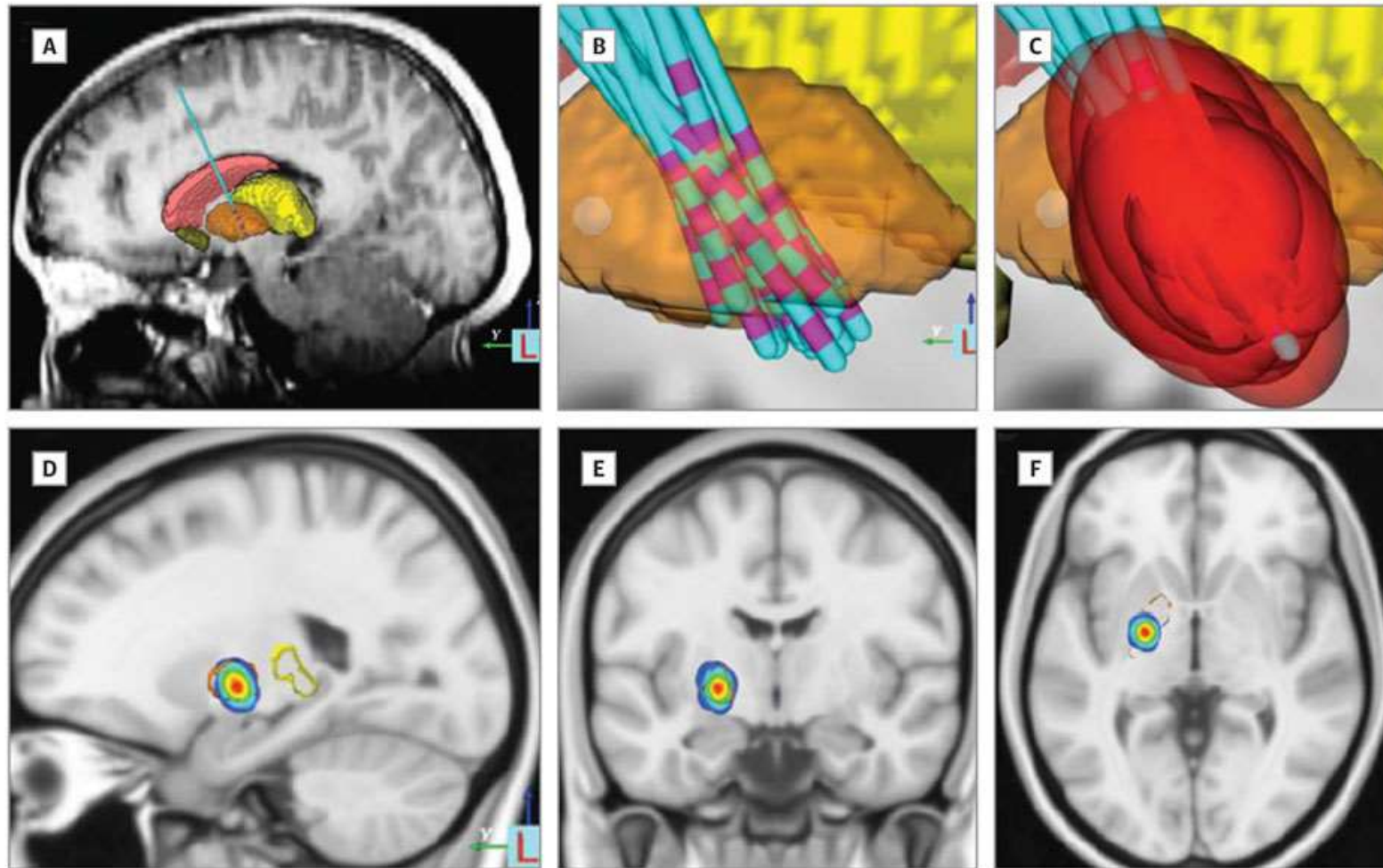


PARKINSONOVA CHOROBA
TERAPIE TANCEM

Stanford Univ, Helen Bronte-Steward

DBS pallidum internum pro jinak
neléčitelnou dystonií





Deep Brain Stimulation Target in the Globus Pallidus Based on Retrospective Analysis of the Site of Effective Electrode Contacts and Modeling of Stimulation Fields
Magnetic resonance imaging was used to identify the location of the deep brain stimulation electrode (shown as multicolored rod) **in patients with generalized dystonia due to mutation in the *DYT1* gene** (A) and coregistered into a common atlas space (B). The stimulation field for the effective electrode contact in each patient was modeled (C). A probabilistic volume in the posteroventral aspect of the globus pallidus pars interna was identified that could be used to guide future electrode placement or programming. Colors indicate the proportion of electrodes activating a given voxel location, with hotter colors corresponding with a higher probability of activation (D through F). Modified with permission from Cheung et al. [16](#)

Zdroje:

Petrovický, Anatomie III + schemata

Druga, Anatomie CNS + přednáškové materiály

Grim Naňka Helekal Anatomický Atlas

ten Donkelaar, Clinical neuroanatomy

Heimer, Anatomy of Neuropsychiatry

Kandel, Principles of Neural Science

Martin, Neuroanatomy

Webové zdroje