

# TELENCEPHALON

Koncový mozek....

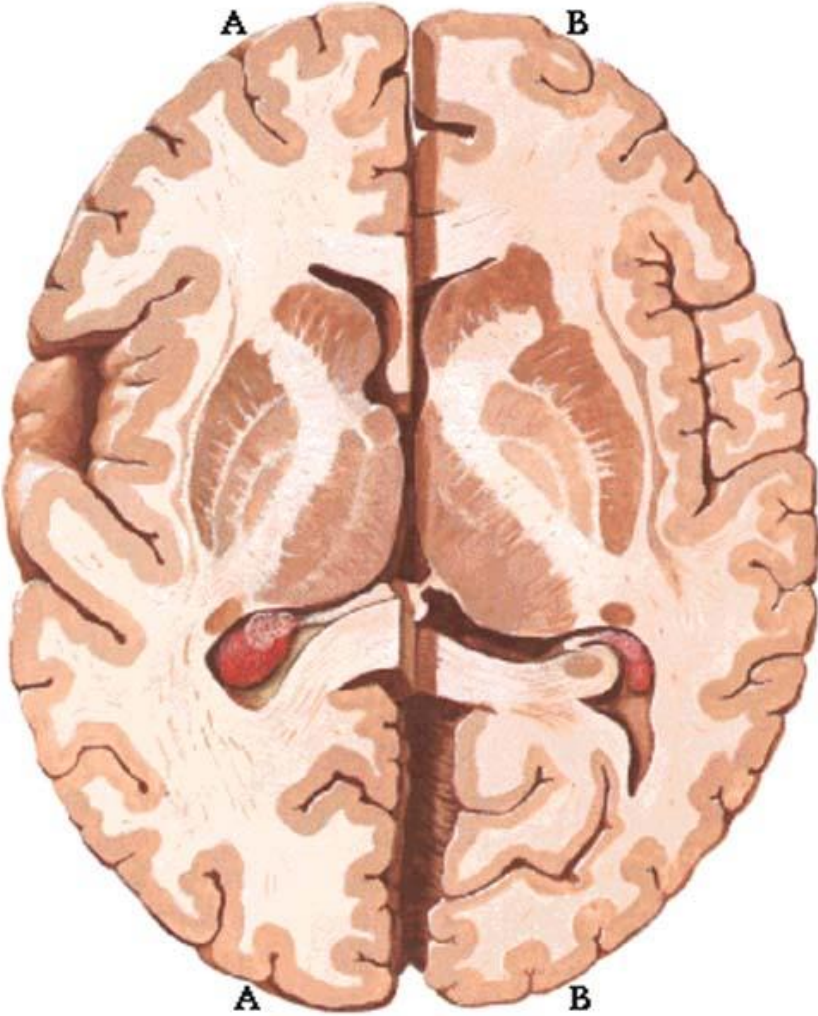
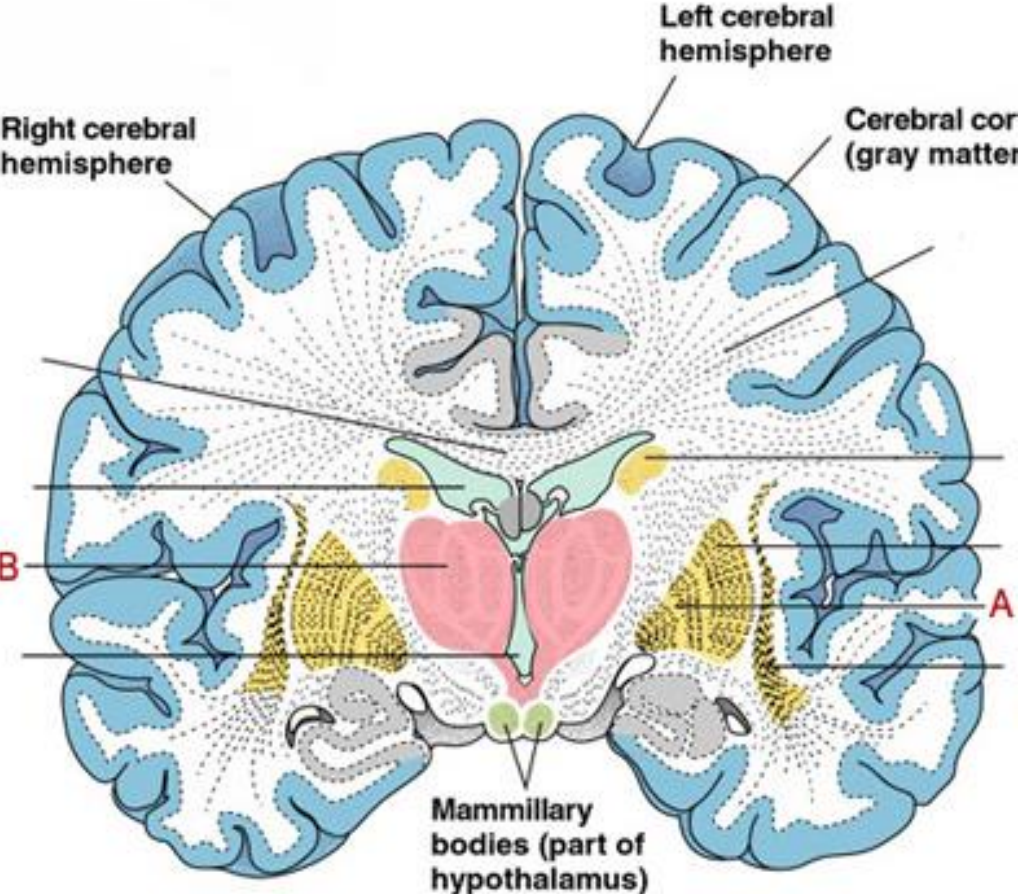
...konec dobrý...všechno dobré  
(rozuměj celé CNS) 😊

# Telencephalon = Cerebrum

- střední část (= telencephalon medium)
  - rostrální úsek III. komory
  - před foramen interventriculare
  - ukončený pomocí **lamina terminalis**
    - frontální ploténka upnutá na rostrum corporis callosi
    - přecházející přes commissura anterior až na chiasma opticum
    - rostrální hranice di- a telencephalon
- **laterální část**
  - **pars pallialis** = pallium = cerebrum = hemisféry
  - **pars basilaris** = nuclei basales = bazální ganglia
    - v hloubi hemisféry
  - **pars septalis** = septum
    - těsně před lamina terminalis

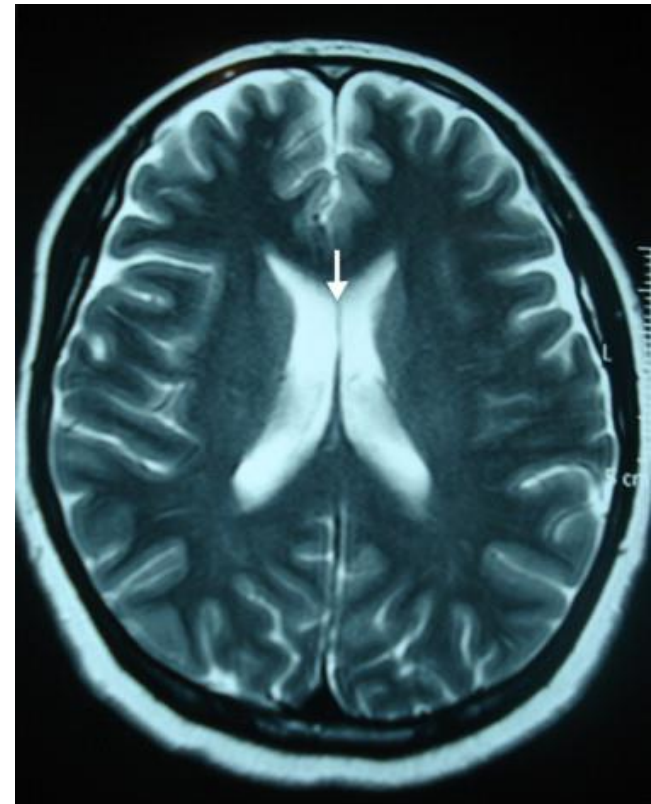
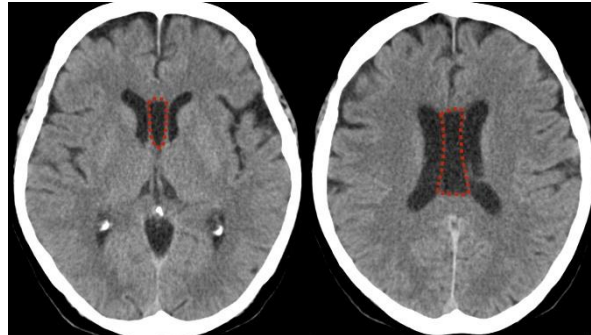
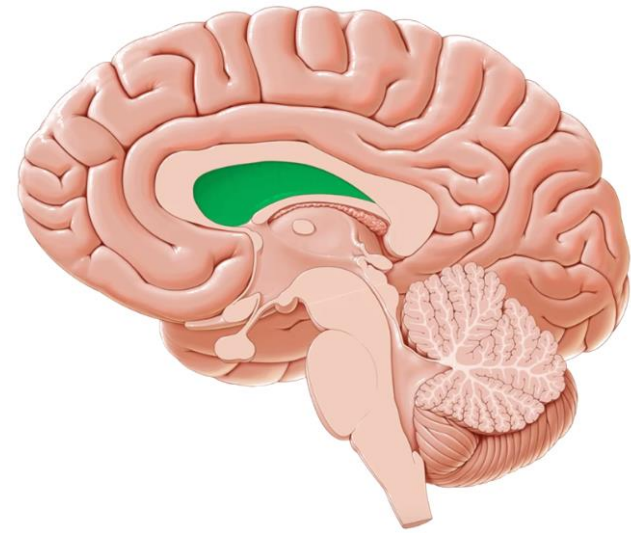
# Basal Nuclei [Ganglia]

## Horizontal Sections through Cerebrum

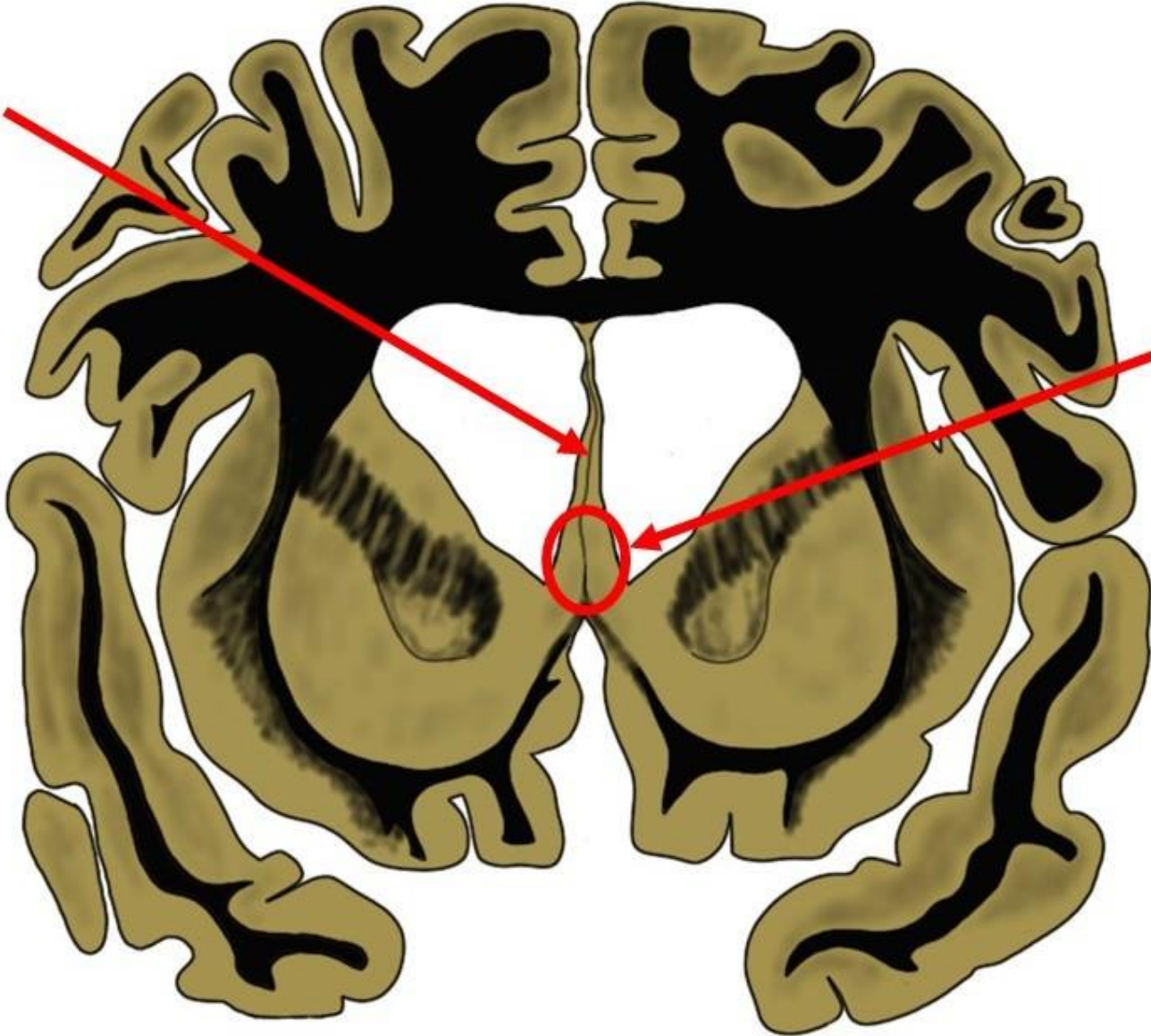


# Septum pellucidum

- tenká dorzální část septa
- odděluje postranní komory od sebe
- rozepjaté mezi columnae fornicis a přední 1/2 corpus callosum
- párové (2 laminy)
- vytvářejí cavum septi pellucidi



SEPTUM  
PELLUCIDUM

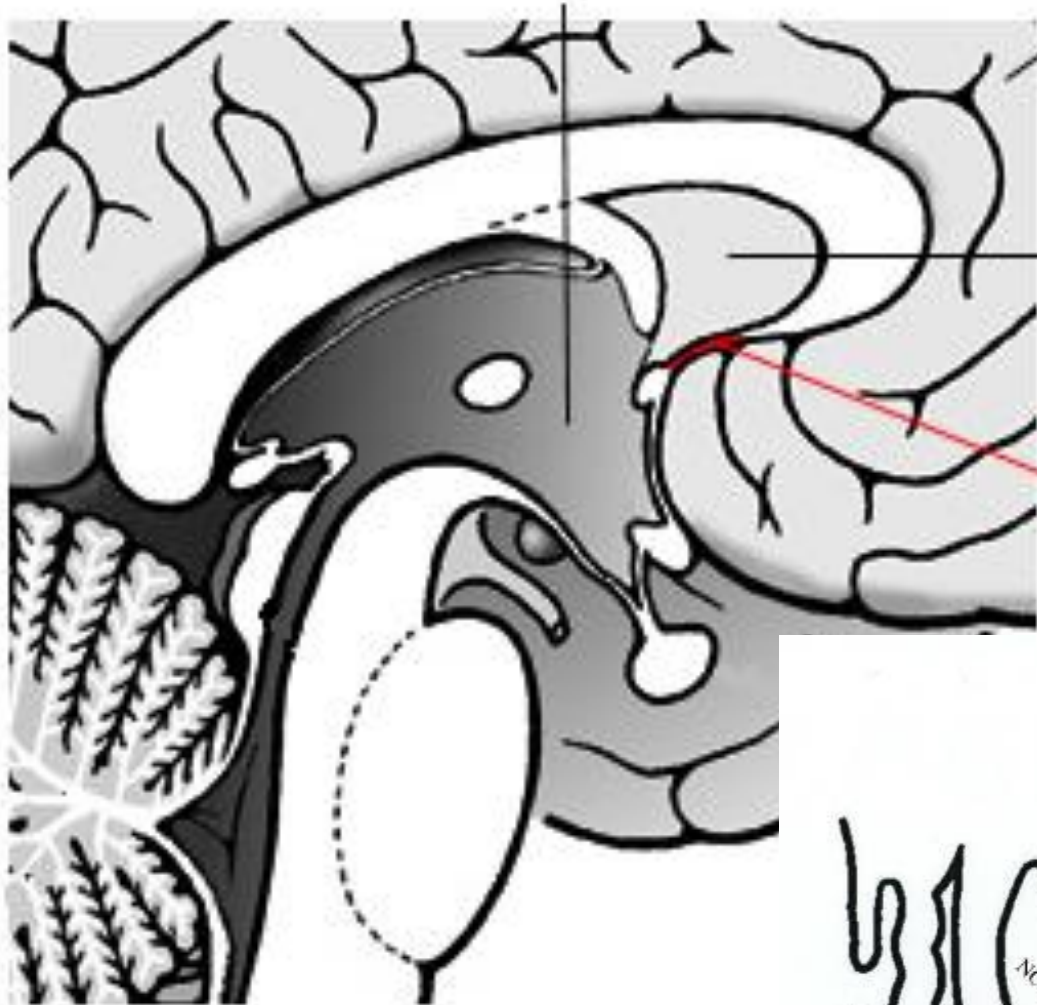


SEPTAL  
NUCLEI

# Ncl. septales

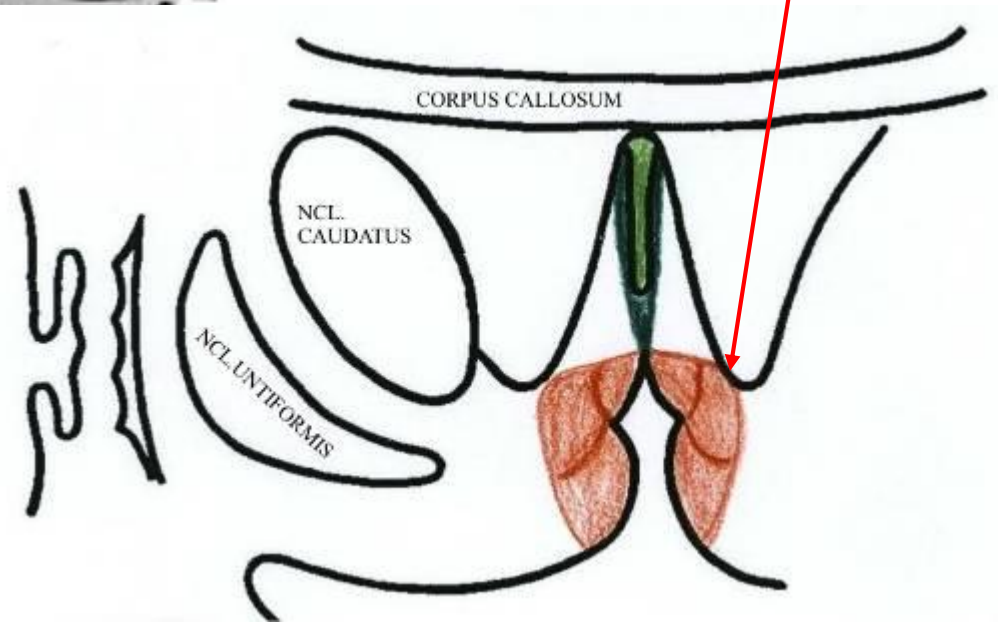
- dříve „septum verum“
- bazální část septa tvořená 6 jádry
- povrchová projekce = gyrus paraterminalis (není tudíž korovou oblastí!)
- laterálně tvoří mediální plochu předního rohu postranní komory
- bazálně je ukončuje kolmo probíhající *commissura anterior*
- funkce: úzce spojena s limbickým systémem
  - dodávají acetylcholin do hipokampu a corpus amygaloideum (Ch1)
- *centrum hedonie (= radosti)*

### III. mozková komora



mediální stěna  
předních rohů  
postranních komor

**septum verum**



# Bazální ganglia = nuclei basales

základní funkce:

- tlumivý (inhibiční) vliv na motoriku → omezení nadbytečných pohybů
- zahájení volního pohybu
- regulace svalového tonu a zapojení posturálních svalů
- motorická (nedeklarativní, procedurální) paměť, pohybové automatizmy

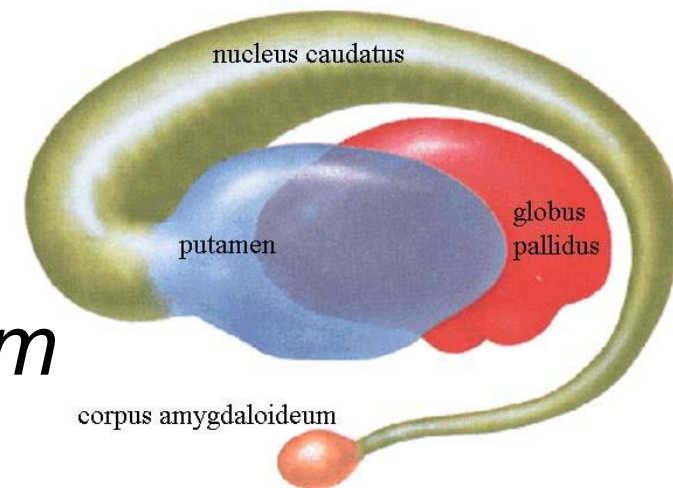


# Bazální ganglia = nuclei basales = pars basilaris telencephali

## tradiční koncept bazálních ganglií

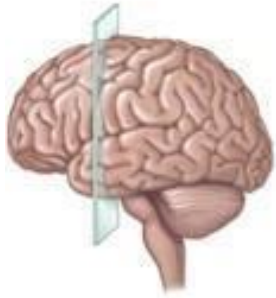
- corpus striatum = *neostriatum*
  - nucleus caudatus + putamen
- nucleus lentiformis
  - putamen + globus pallidus
- globus pallidus = *paleostriatum*
- corpus amygdaloideum = *archistriatum*

Basal Nuclei [Ganglia] - Schema  
Left Lateral View

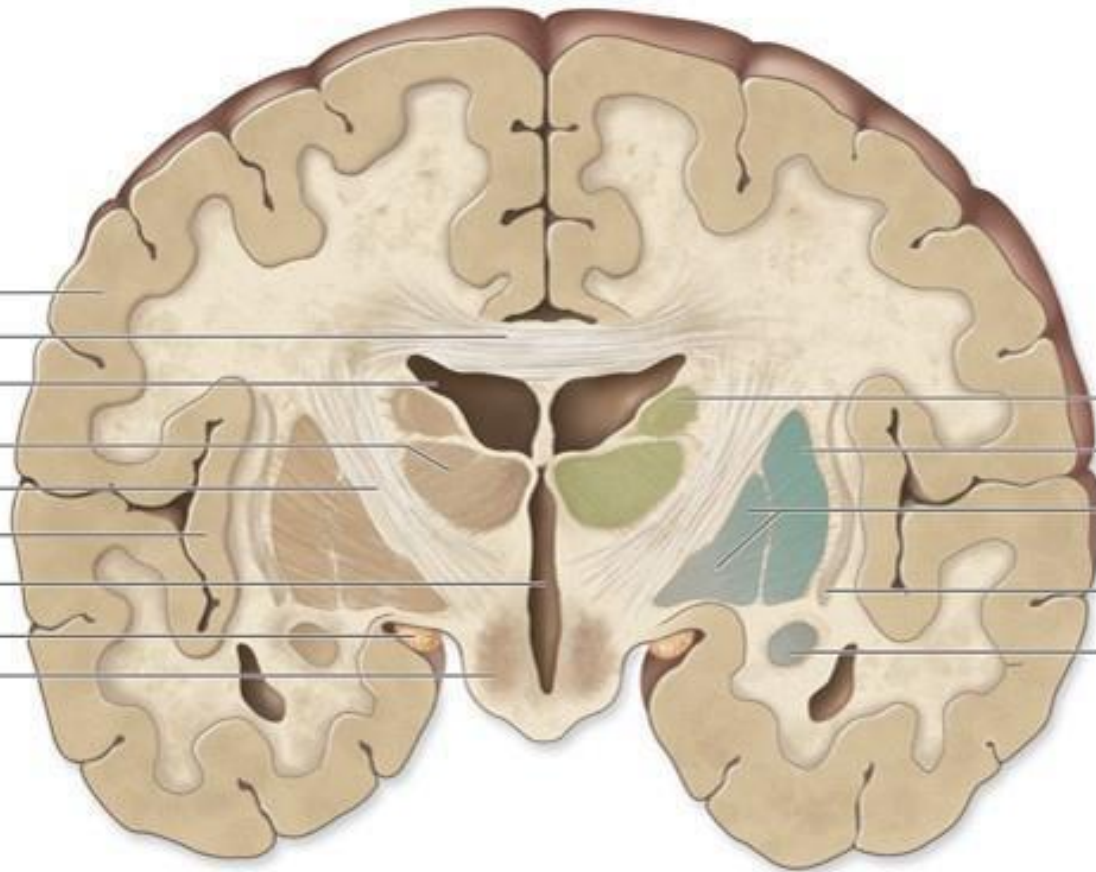


# Bazální ganglia = nuclei basales

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



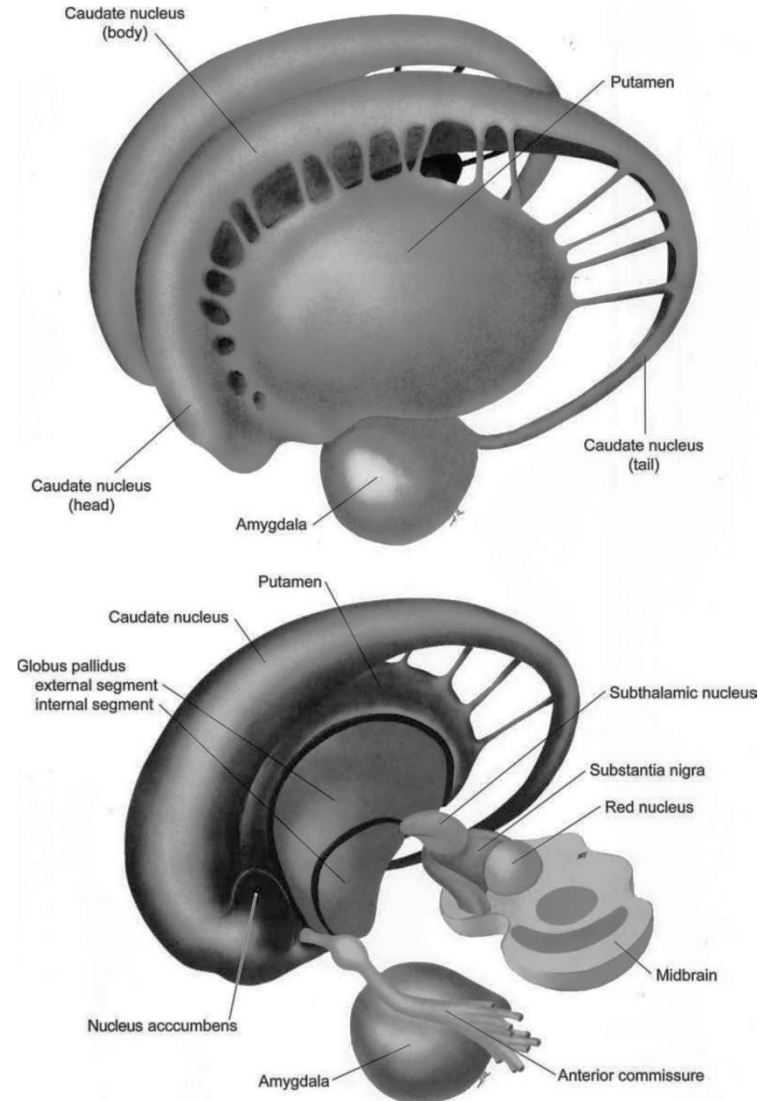
- Cortex
- Corpus callosum
- Lateral ventricle
- Thalamus
- Internal capsule
- Insula
- Third ventricle
- Optic tract
- Hypothalamus



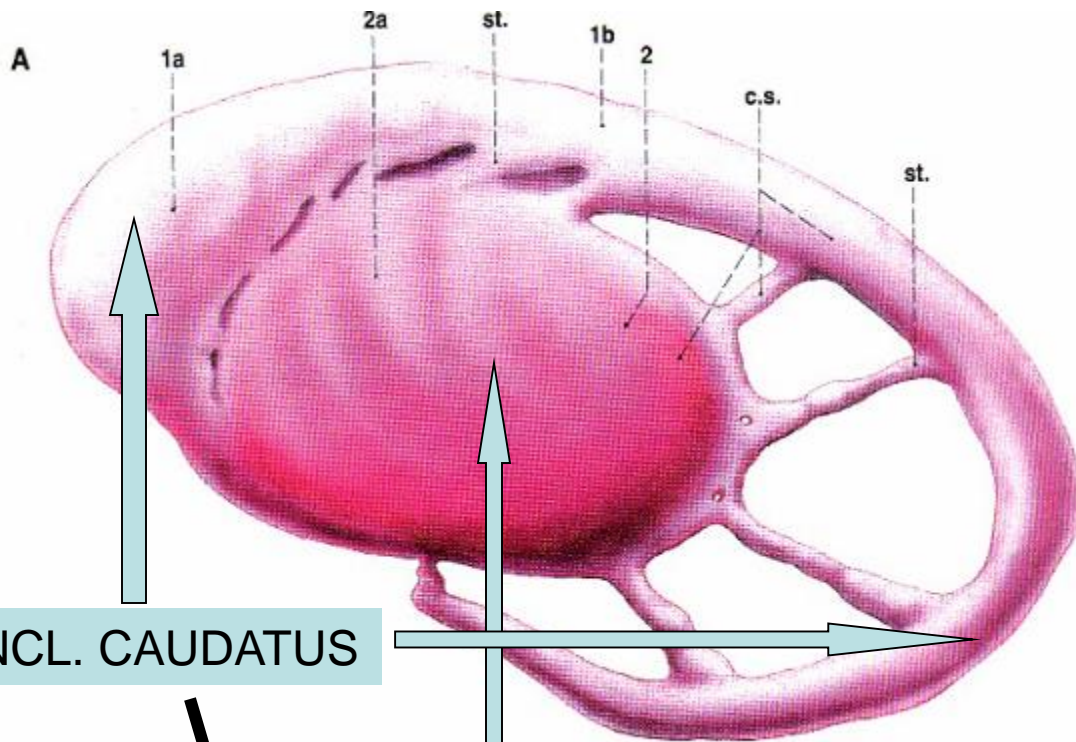
Cerebral nuclei	
Caudate nucleus	} Corpus striatum
Putamen	
Globus pallidus	} Lentiform nucleus
Clastrum	
Amygdaloid body	

# Hlavní bazální ganglia

- striatum = corpus striatum
  - nucleus caudatus
  - putamen
  - 80 % GABAergních neuronů
- globus pallidus = pallidum
  - medialis (dříve „internus“)
  - lateralis (dříve „externus“)



# Nuclei basales

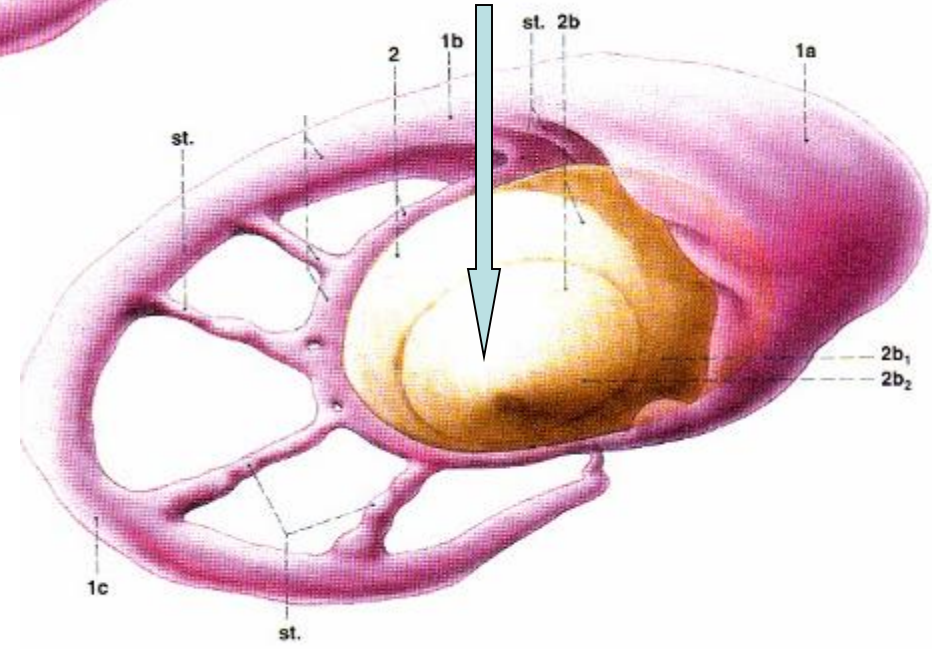


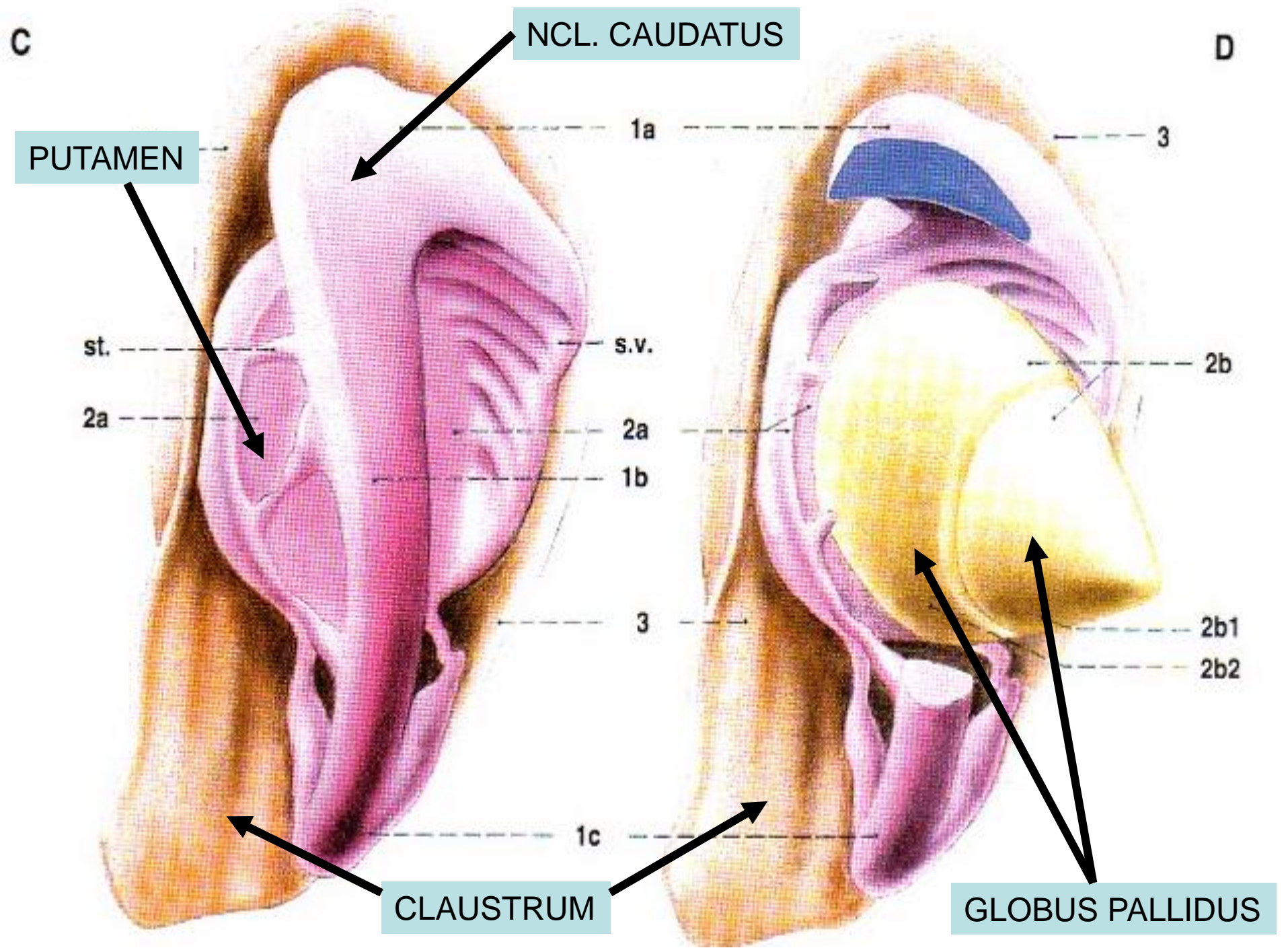
NCL. CAUDATUS

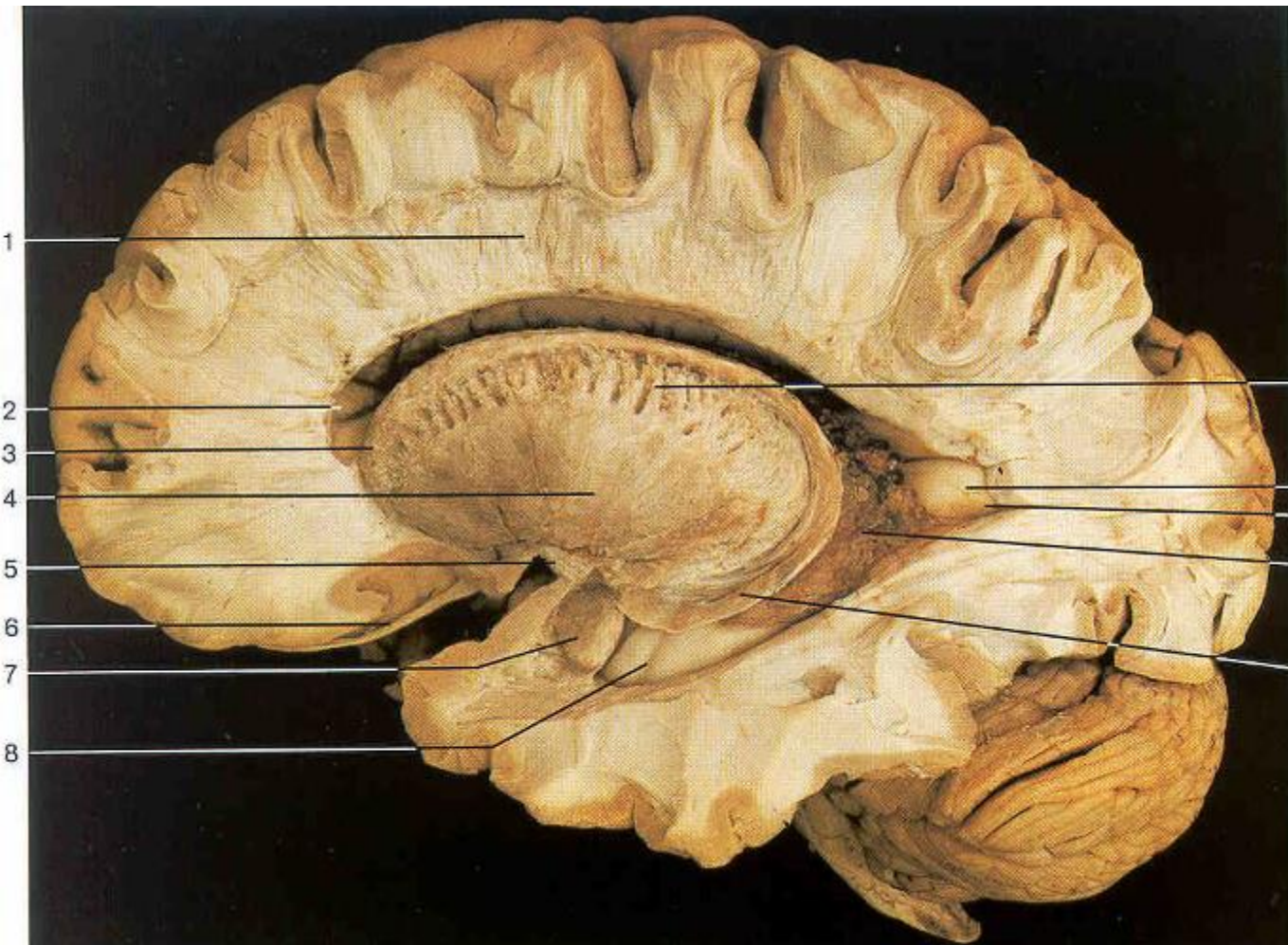
GLOBUS PALLIDUS

PUTAMEN

STRIATUM







- 1 corona radiata
- 2 cornu ant. ventriculi lat.
- 3 caput **nuclei caudati**
- 4 **putamen** (ncl. lentiformis)
- 5 commissura ant.
- 6 tractus olfactorius
- 7 **corpus amygdaloideum**
- 8 digitationes hippocampi
- 9 capsula int.
- 10 calcar avis
- 11 cornu post. ventriculi lat.
- 12 plexus choroideus
- 13 cauda nuclei caudati
- 14 **thalamus**
- 15 fibrae arcuatae cerebri
- 16 globus pallidus (zvyšok)

# Přehled ncl. basales

## hlavní

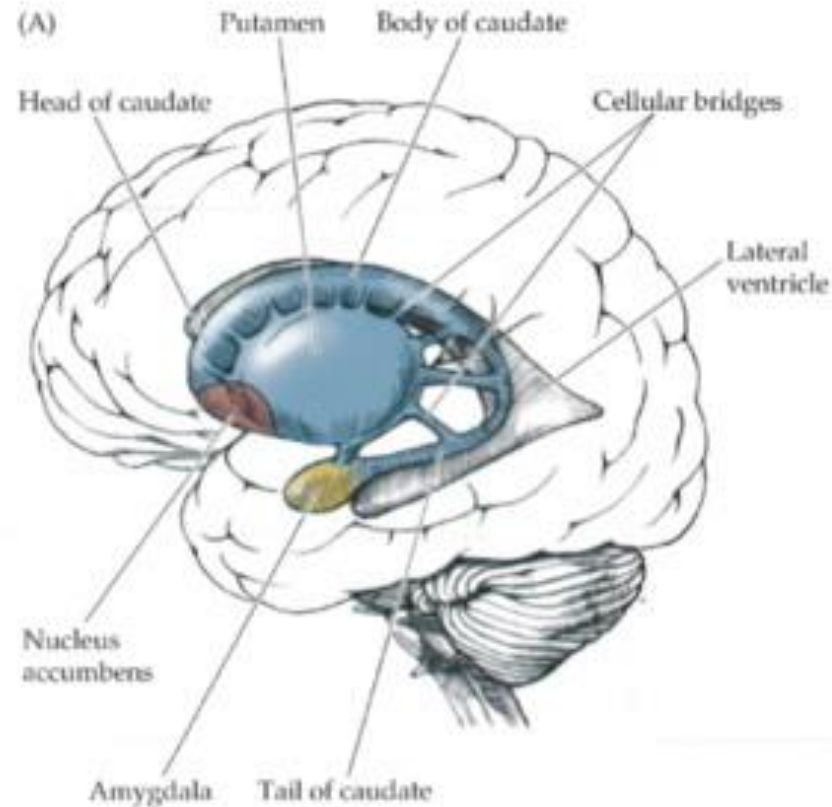
- striatum
  - nucleus caudatus
  - putamen
- striatum ventrale = ncl. accumbens
- globus pallidus
- ncl. subthalamicus
- substantia nigra
  - pars compacta (A9)
  - pars reticularis

## další

- claustrum
- corpus amygdaloideum
- ncl. tegmentales ventrales Tsai (A10)
- ncl. basalis Meynerti (Ch4)
- ncl. pedunculo-pontinus

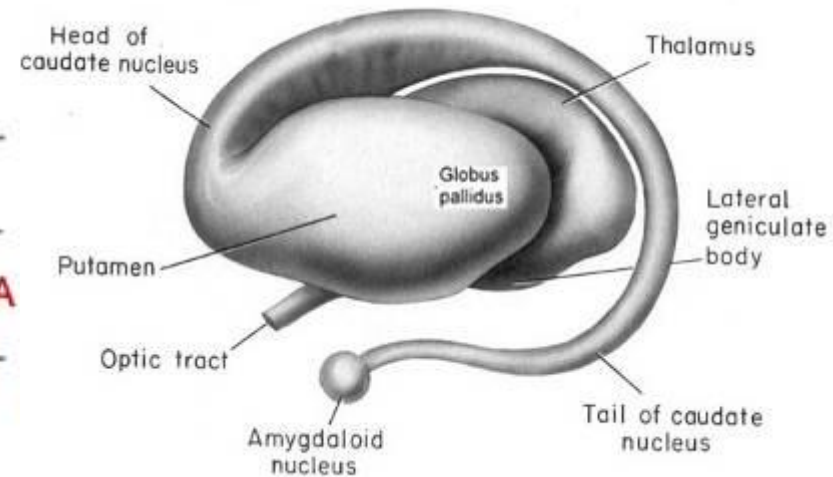
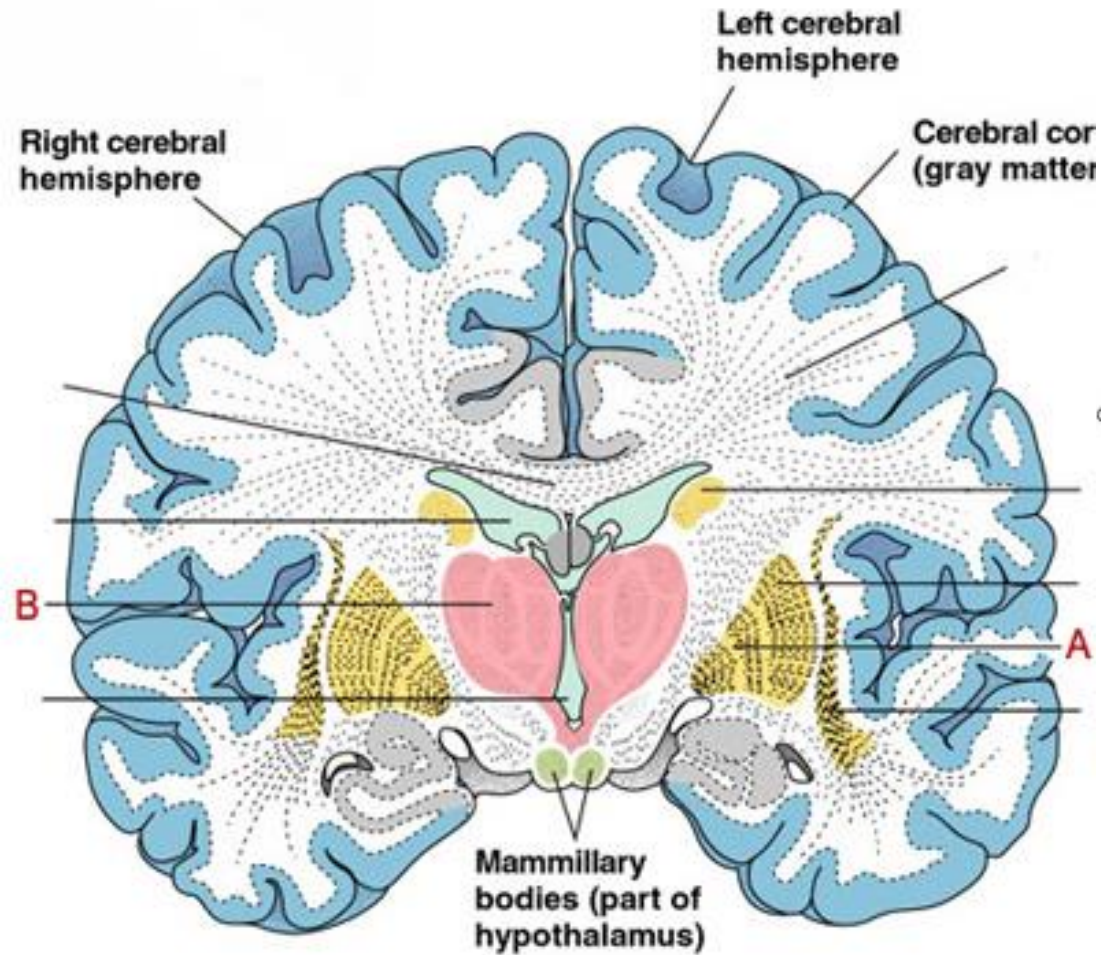
# Uložení nucleí basales

- v hloubi hemisféry
- laterálně: lobus insularis
- mediálně: diencephalon
- obklopena bílou hmotou čelního, spánkového a týlního laloku mozkové kůry
- nucleus caudatus provází ventriculus lateralis
  - kromě cornu occipitale





# Nuclei basales

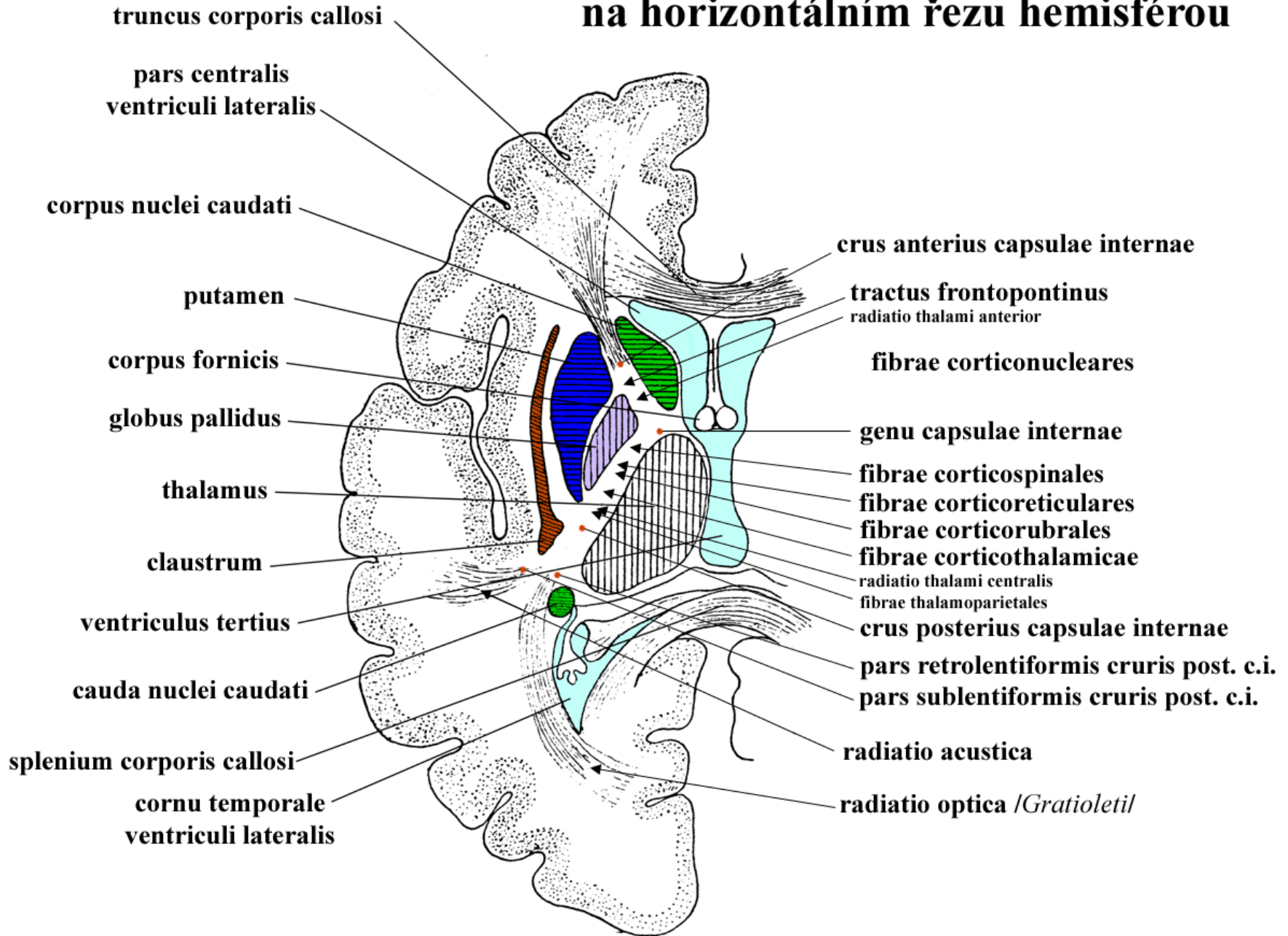


# Bílá hmota v pars basilaris

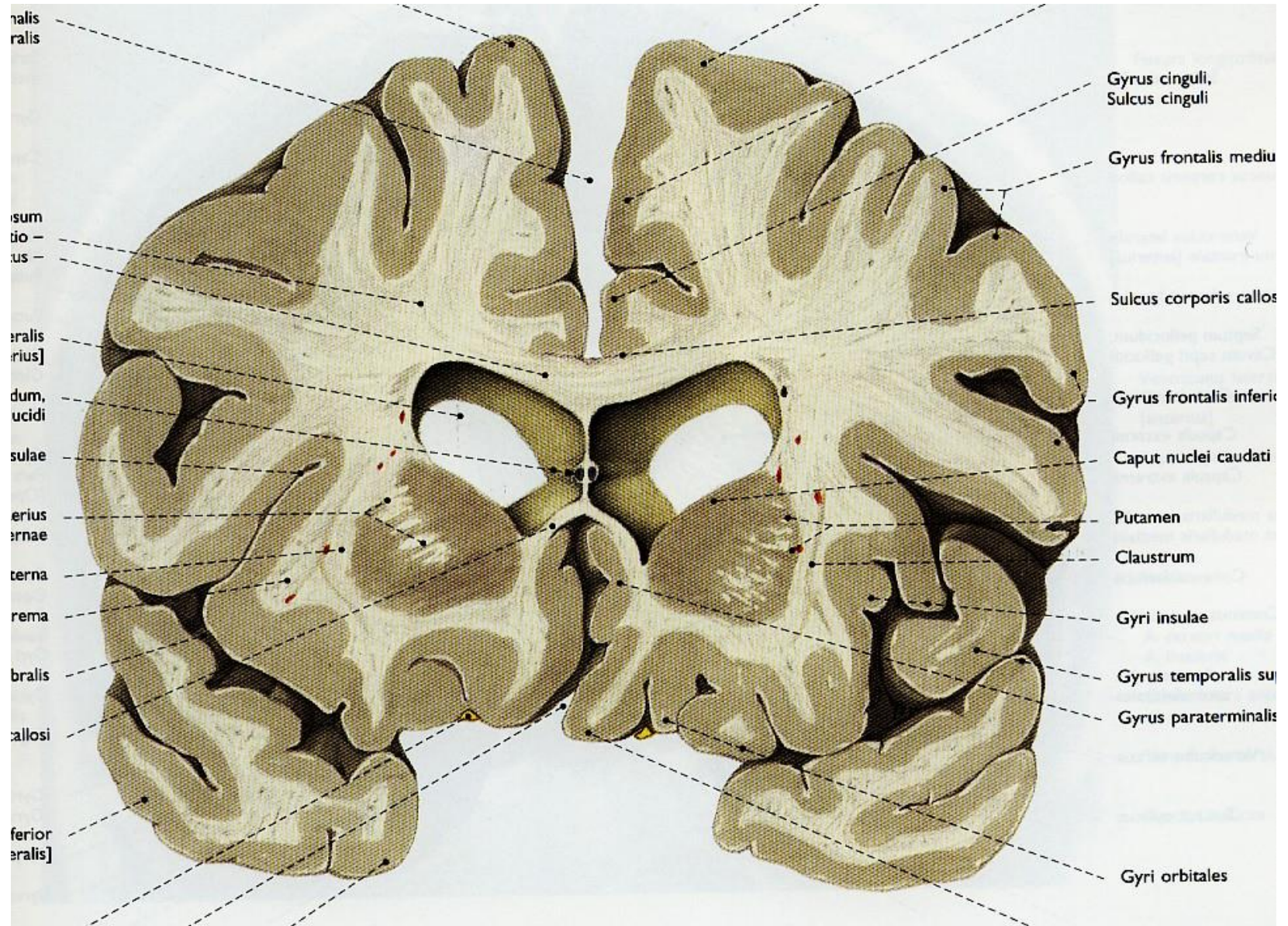
- **capsula interna**
  - mezi thalamem + nucleus caudatus (mediálně) a nucleus lentiformis (laterálně)
  - crus anterius, genu, crus posterius
- **capsula externa**
  - mezi nucleus lentiformis (mediálně) a claustrum (laterálně)
- **lamina medullaris medialis**
  - mezi globus pallidus medialis (mediálně) et lateralis (laterálně)
- **lamina medullaris lateralis**
  - mezi globus pallidus lateralis (mediálně) a putamen (laterálně)
- **capsula extrema**
  - mezi claustrum (mediálně) a kůrou inzuly (laterálně)

# CAPSULA INTERNA

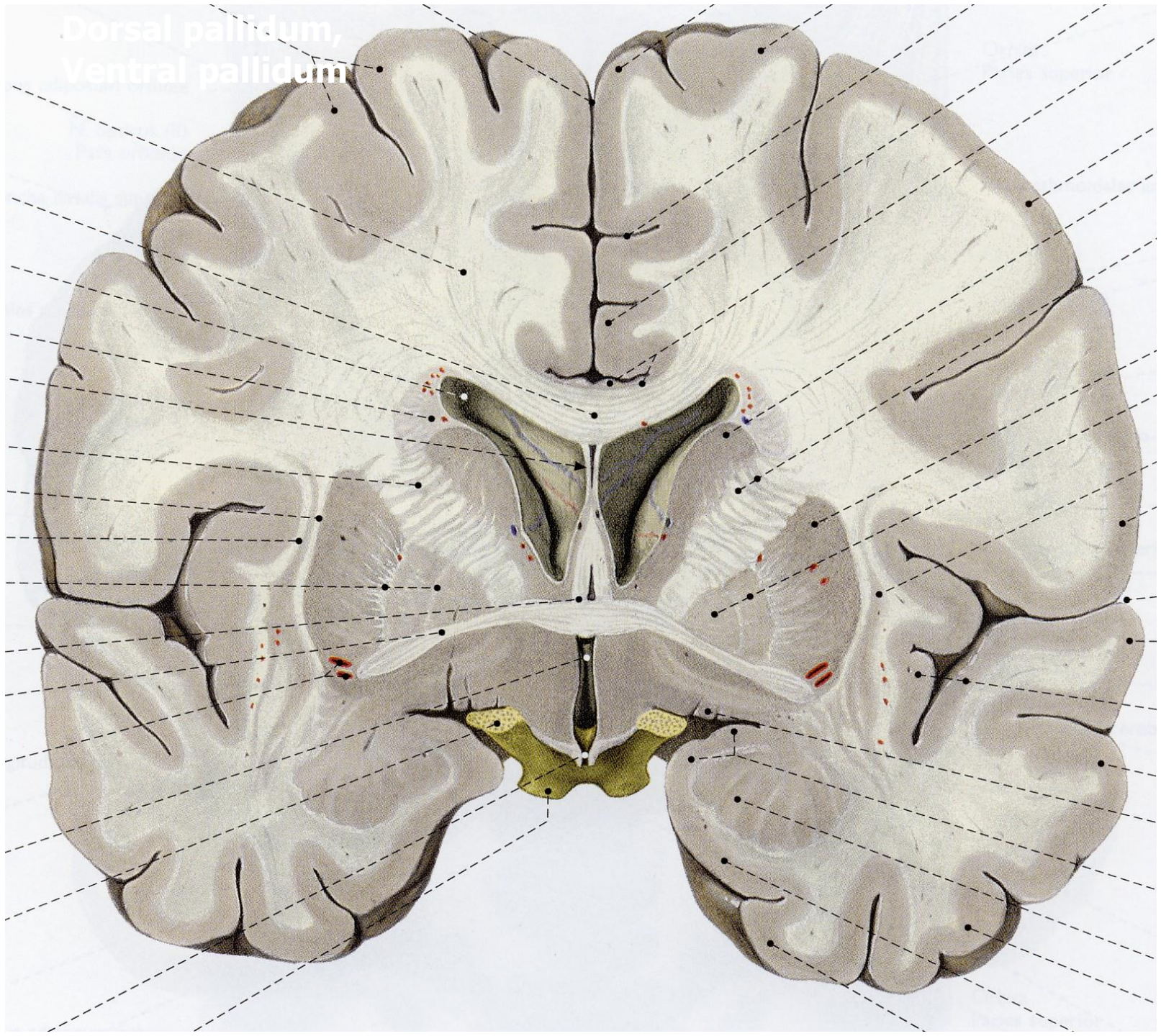
## na horizontálním řezu hemisférou



# Striatum dorsale et ventrale (ncl. accumbens)



Dorsal pallidum,  
Ventral pallidum



s lateralis  
centralis

li lateralis

Corpus fo

orubrales

ansversae

ialis (VII),  
ermedius,  
aris (VIII)

culi quarti

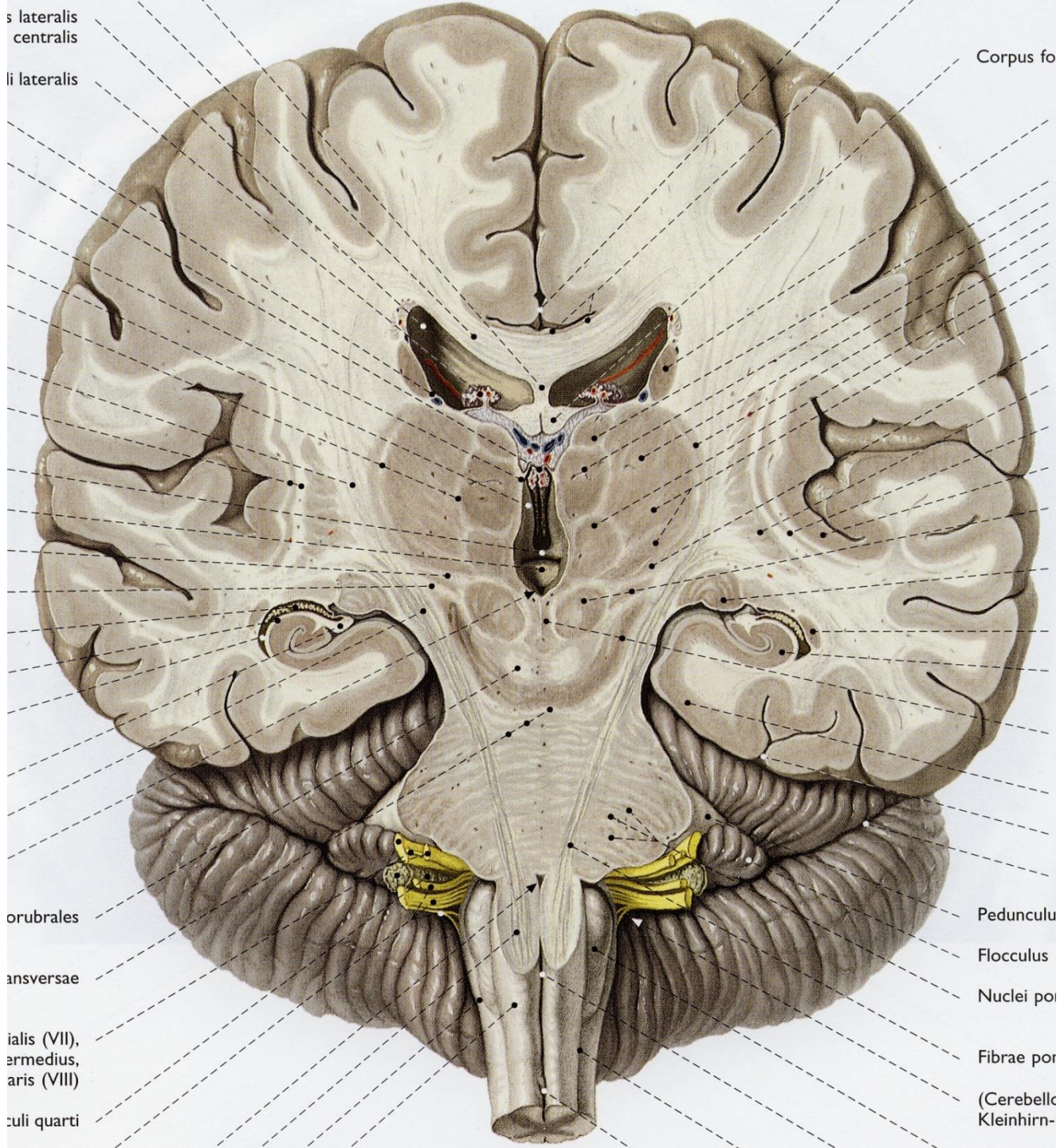
Pedunculu

Flocculus

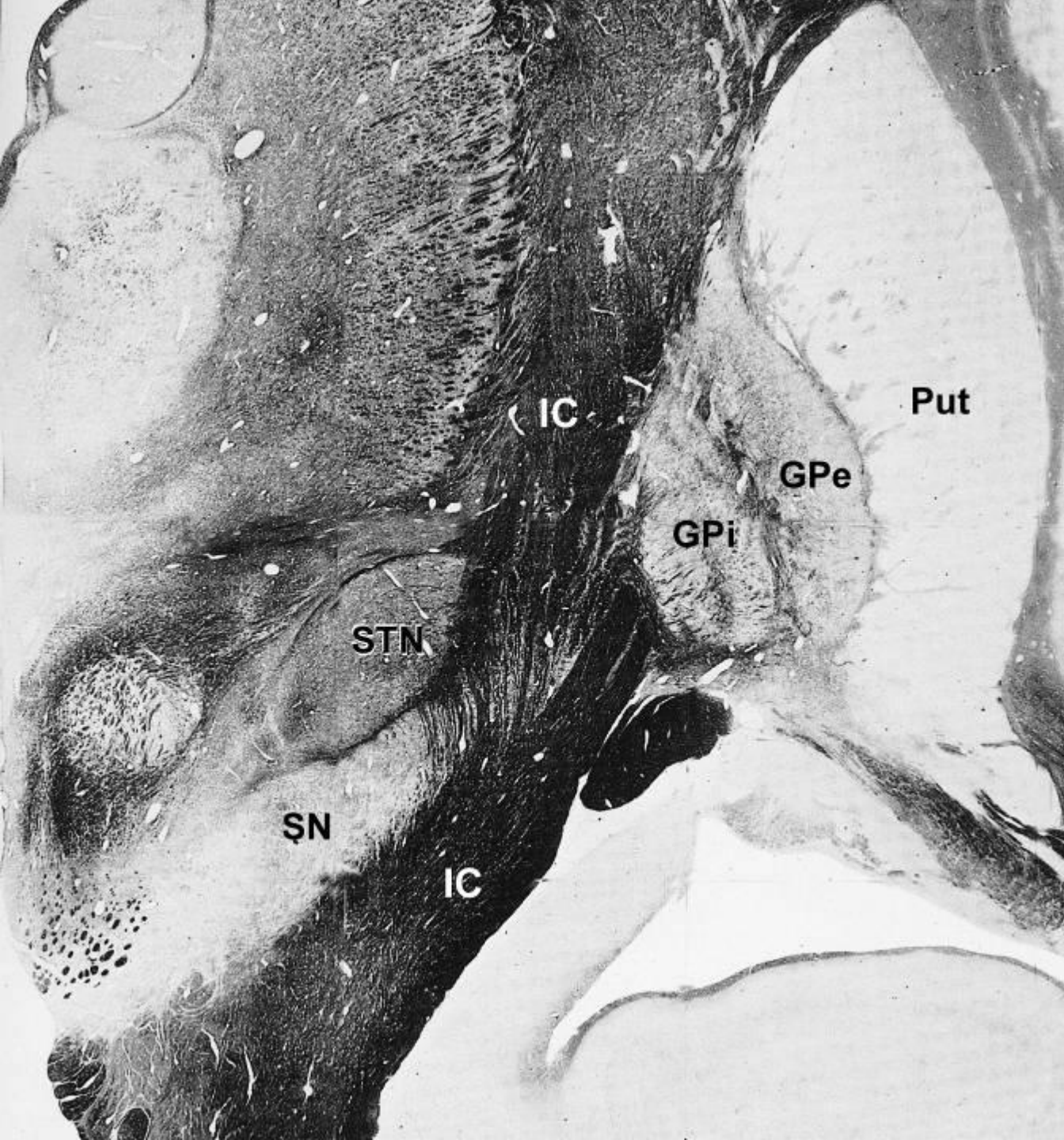
Nuclei po

Fibrae por

(Cerebell  
Kleinhirn-



# Bazální ganglia



Nucleus caudatus

Putamen

Globus pallidus

lateralis

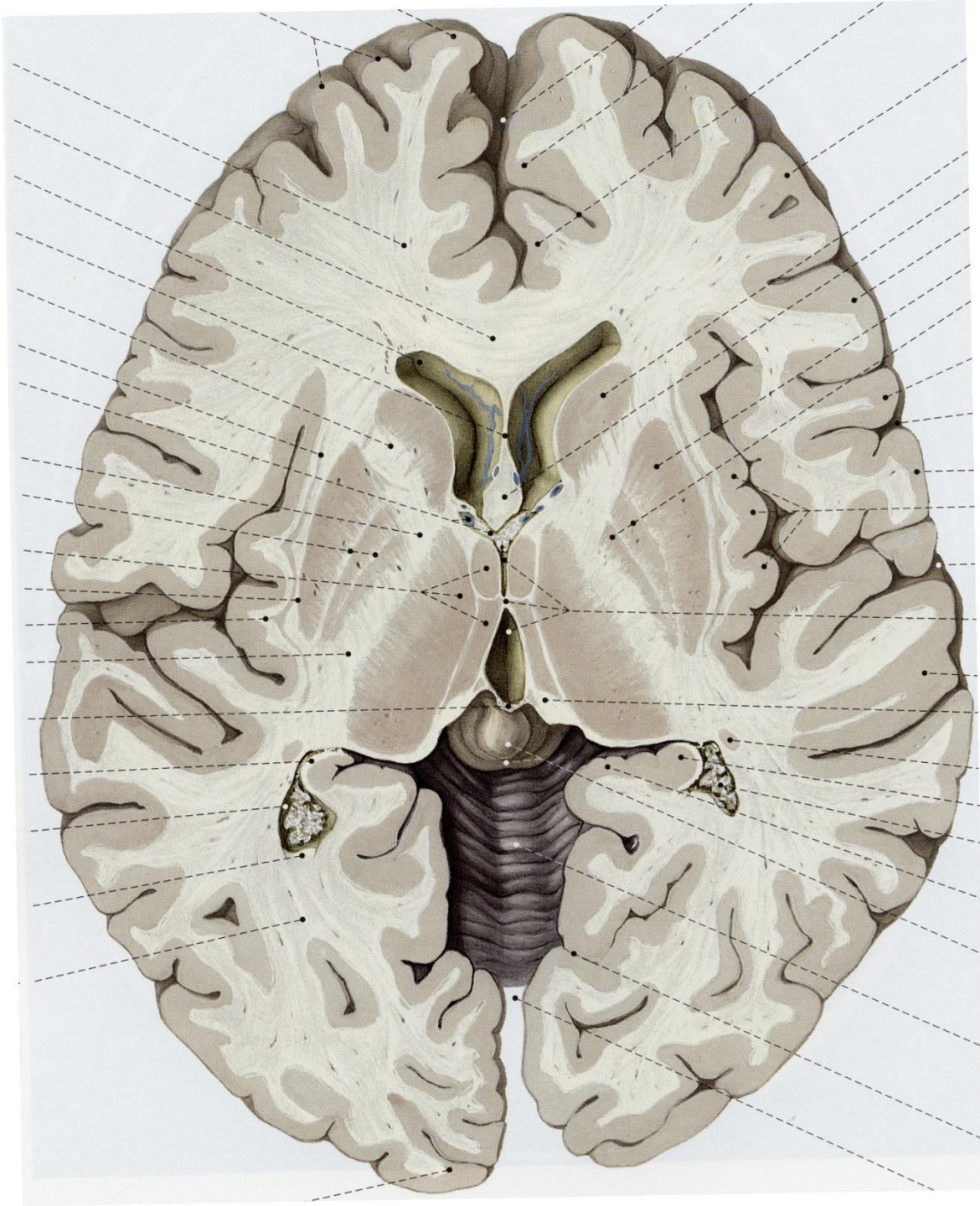
medialis

Nucleus

subthalamicus

Substantia nigra

*Capsula interna*





# Bazální ganglia (nuclei basales) – striatum

**striatum = corpus striatum (žíhané těleso) = neostriatum**

- nucleus caudatus (ocasaté jádro)
  - caput, corpus, cauda
  - provází postranní komoru (kromě cornu occipitale)
  - AF: asociační kůra, caput hlavě z prefrontální kůry (*kognitivní funkce*)
  - *experimentální poškození* → „leaping movements“
- putamen (skořápka)
  - AF: motorická kůra
  - morfologicky vytváří společně s globus pallidus tzv. nucleus lentiformis
  - dráždění vyvolá hedonii (podobnou pocitům u heroinistů) = hodně dopaminu z Tsaie 😊
- spojení obou pomocí:
  - striae (kolmo skrz capsula interna)
  - ncl. accumbens (septi) (ventrobazálně)

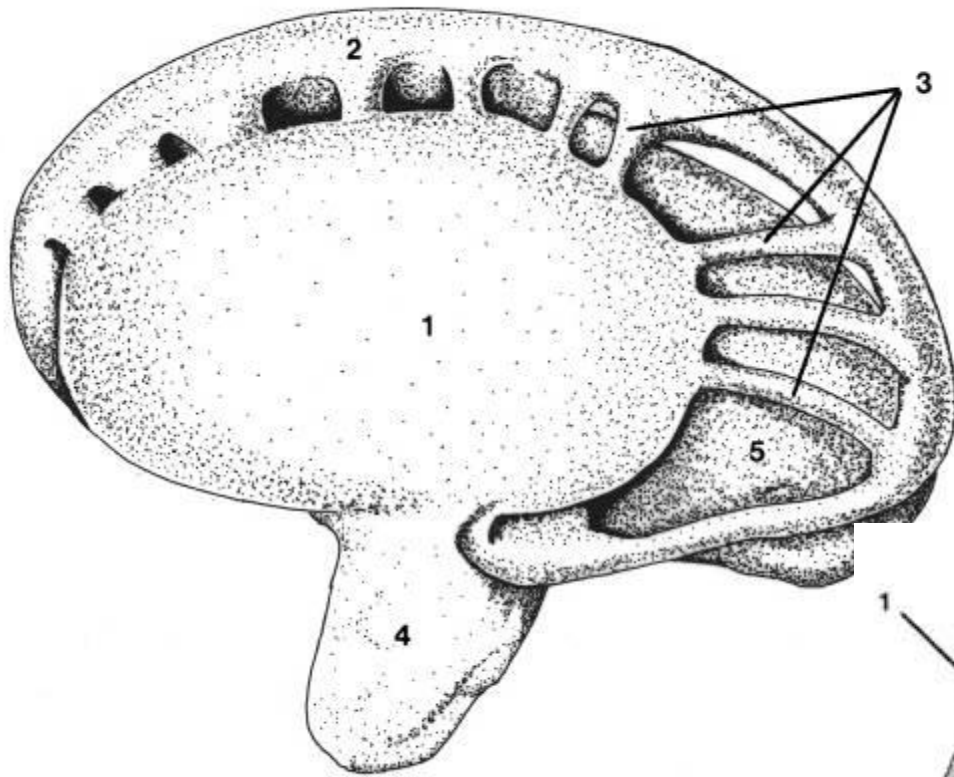
# Bazální ganglia (nuclei basales) – striatum

základní funkce: vyvážení motorických vzorců

*poškození:*

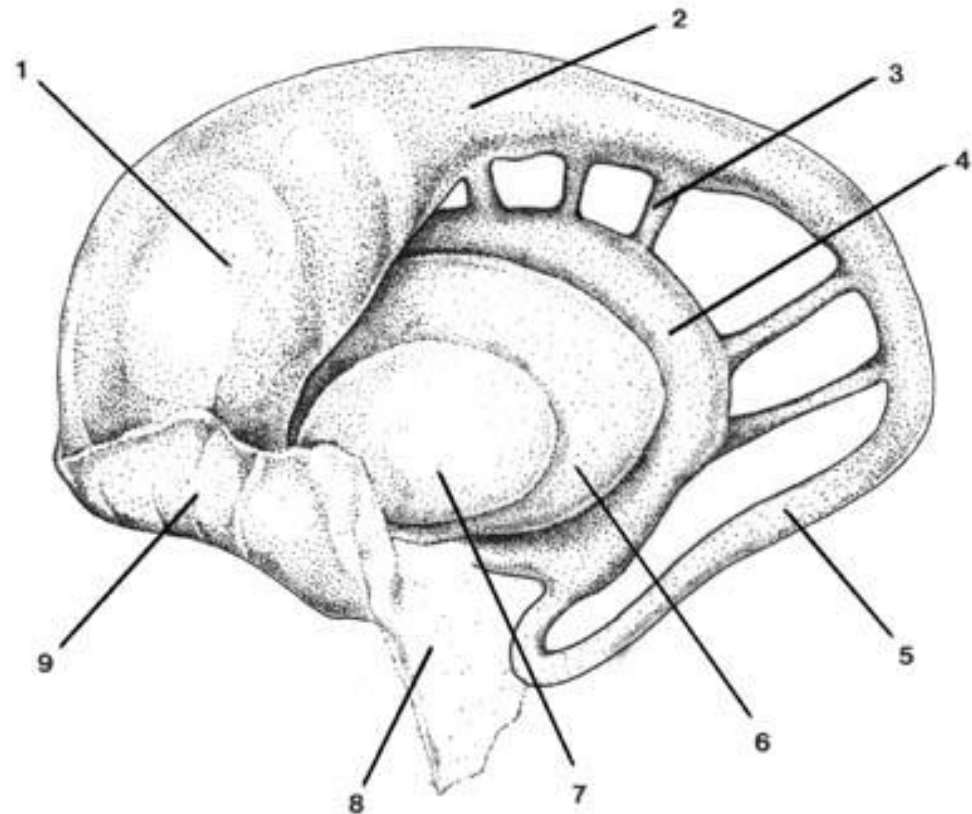
- mimovolní pohyby **athetoidní** (= pomalé, kroutivé, plazivé, šplhavé), svalová hypotonie
- mimovolní pohyby **choreatické** (= rychlé, neúčelné a nepravidelné pohyby jazyka, mimických svalů a HK), svalová hypotonie

*Striatum ventrale* = nucleus accumbens + malá část striata ventrálně (bazálně) od commissura anterior  
– aferentace z limbické kůry, hypotalamu a amygdaly



**↑ Lateral surface of basal ganglia**

**Medial surface of basal ganglia ↓**



# Striatum ventrale

- striatum ventrale = ncl. accumbens a přilehlá část ncl. caudatus a putamen ventrálně (bazálně) od commissura anterior
- 22 % objemu striata
- „centrum odměny“
- výrazná aktivace v procesu závislého chování
- závislosti: alkohol, nikotin, drogy, gamblerství, sex
- AF: z orbitofrontální a přední cingulární kůry; z limbického systému (hippocampus, c. amygdaloideum)
- motorická složka emocí – součást limbické kličky BG

# Funkce striata

- **striatum dorsale**
  - selekce pohybových a behaviorálních aktivit (kontextuální a pro situaci vhodné aktivity)
  - spouštění zamýšlených a potlačení nechtěných pohybů
- **striatum ventrale (incl. accumbens)**
  - učení se a provádění pohybových aktivit souvisejících s odměnou (reward)
  - aktivace v situaci, která je považována za odměnu (nikotin, alkohol, drogy, sex, gamblerství)

# Globus pallidus

- globus pallidus medialis + lateralis
  - odděleny pomocí lamina medullaris medialis
  - vývojově pochází ze subtalamu, od něhož je oddělen pomocí capsula interna
  - EF: GPM → fasciculus + ansa lenticularis → fasciculus thalamicus → thalamus
  - GPL → fasciculus subthalamicus → ncl. subthalamicus
- poškození: omezení až zástava pohybů, řeči, ospalost až kataplexie*

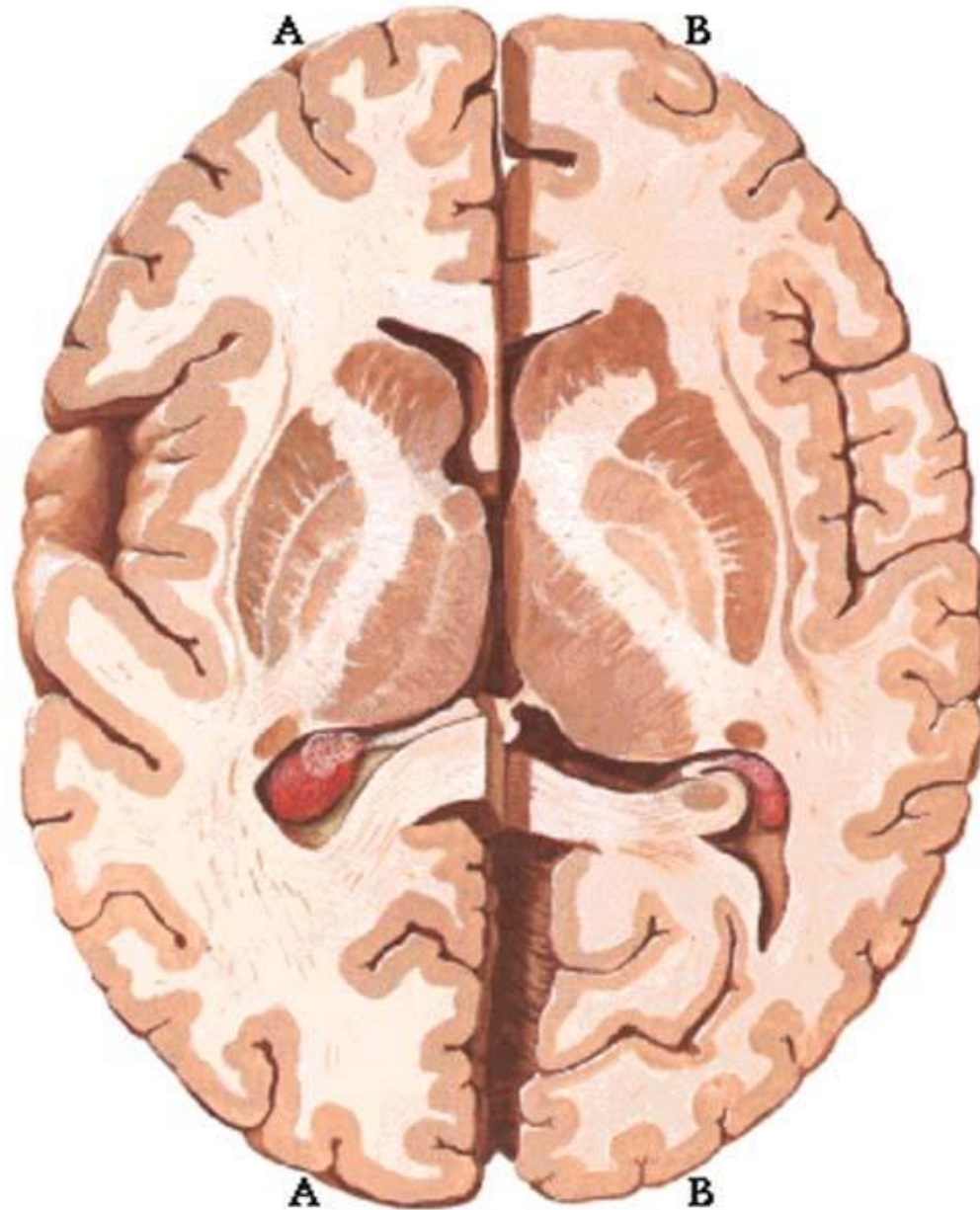
*Pallidum ventrale* = malá část globus pallidus zasahující ventrálně(bazálně) od commissura anterior

*Nucleus lentiformis* = putamen + globus pallidus

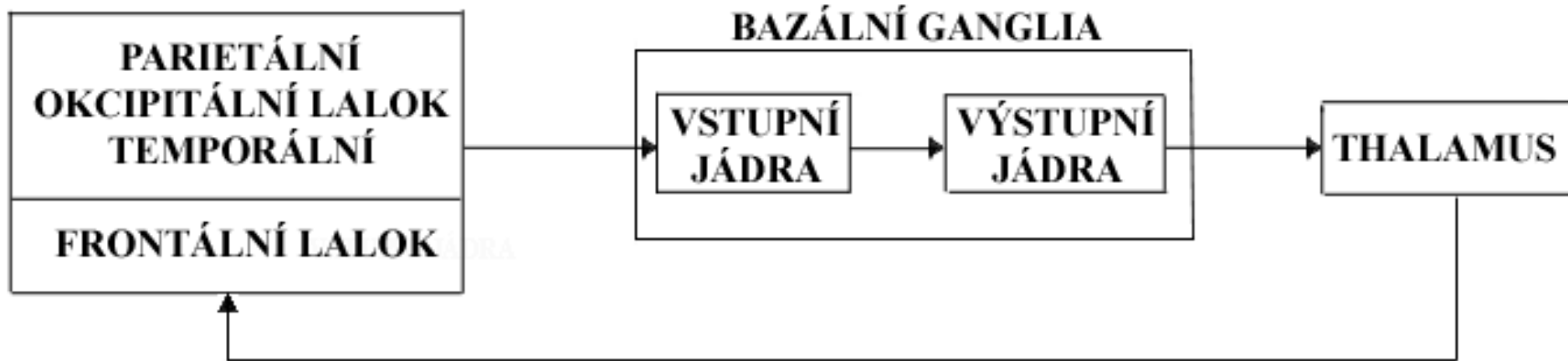
- *morfologický pojem!*
- odděluje je navzájem lamina medullaris lateralis

# Basal Nuclei [Ganglia]

## Horizontal Sections through Cerebrum



# Základní funkční zapojení telencefala



## Vstupní jádra

- nucleus caudatus
- putamen
- nucleus accumbens

## Výstupní jádra

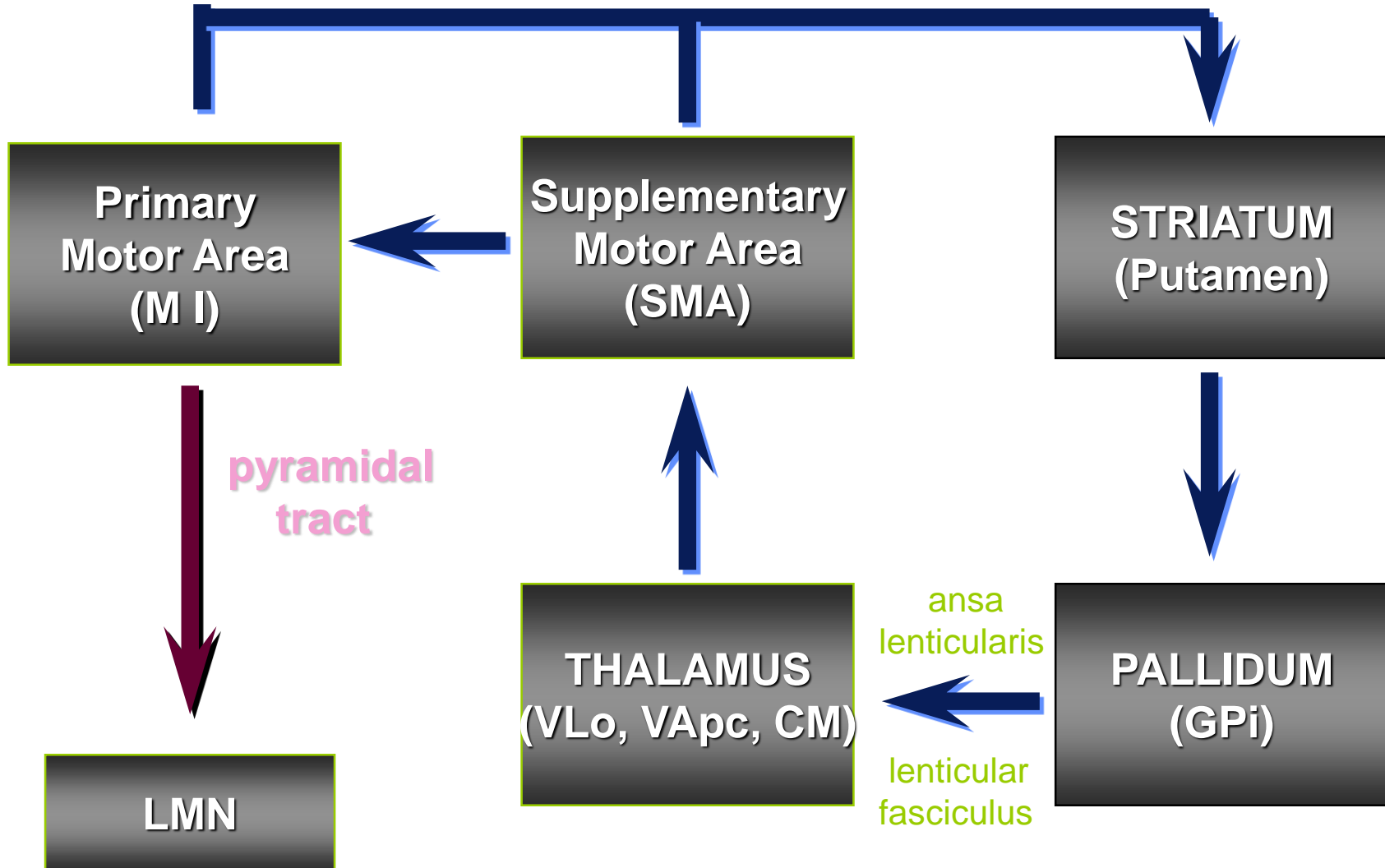
- pars reticularis substantiae nigrae
- globus pallidus medialis
- pallidum ventrale

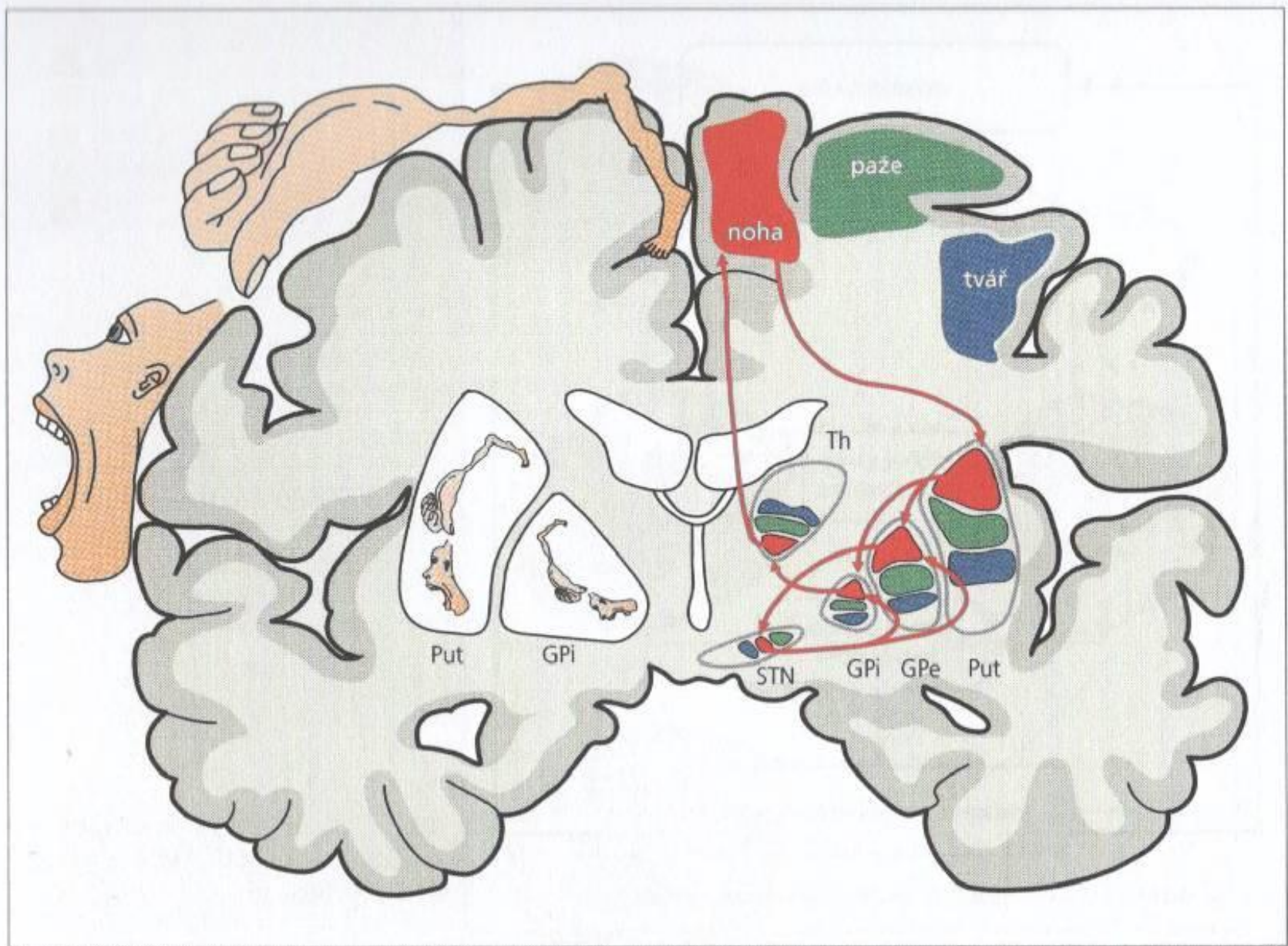
## Vnitřní (vmezeřená) jádra

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



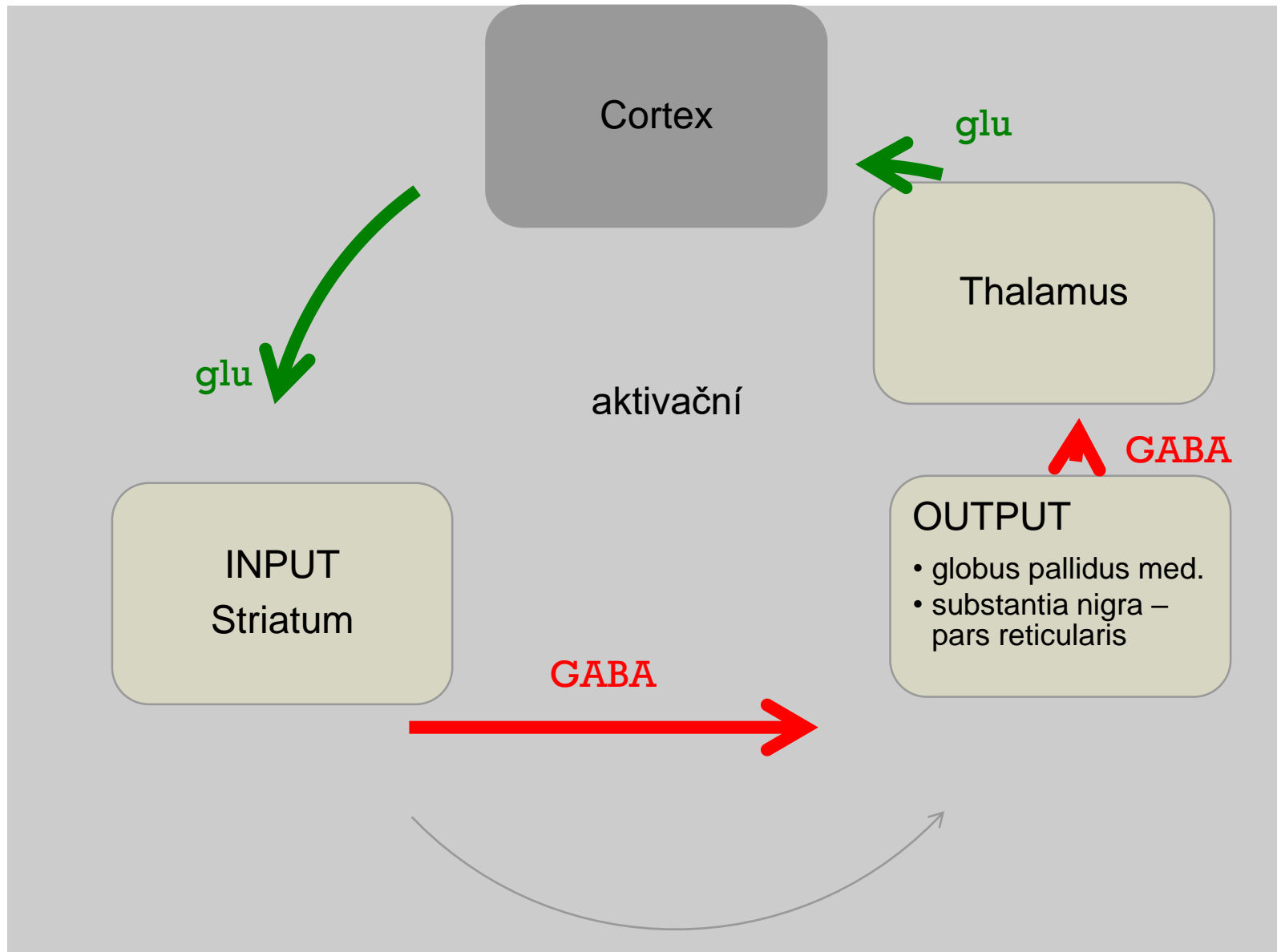
# Basal Ganglia (Main Motor Circuit) - Connections

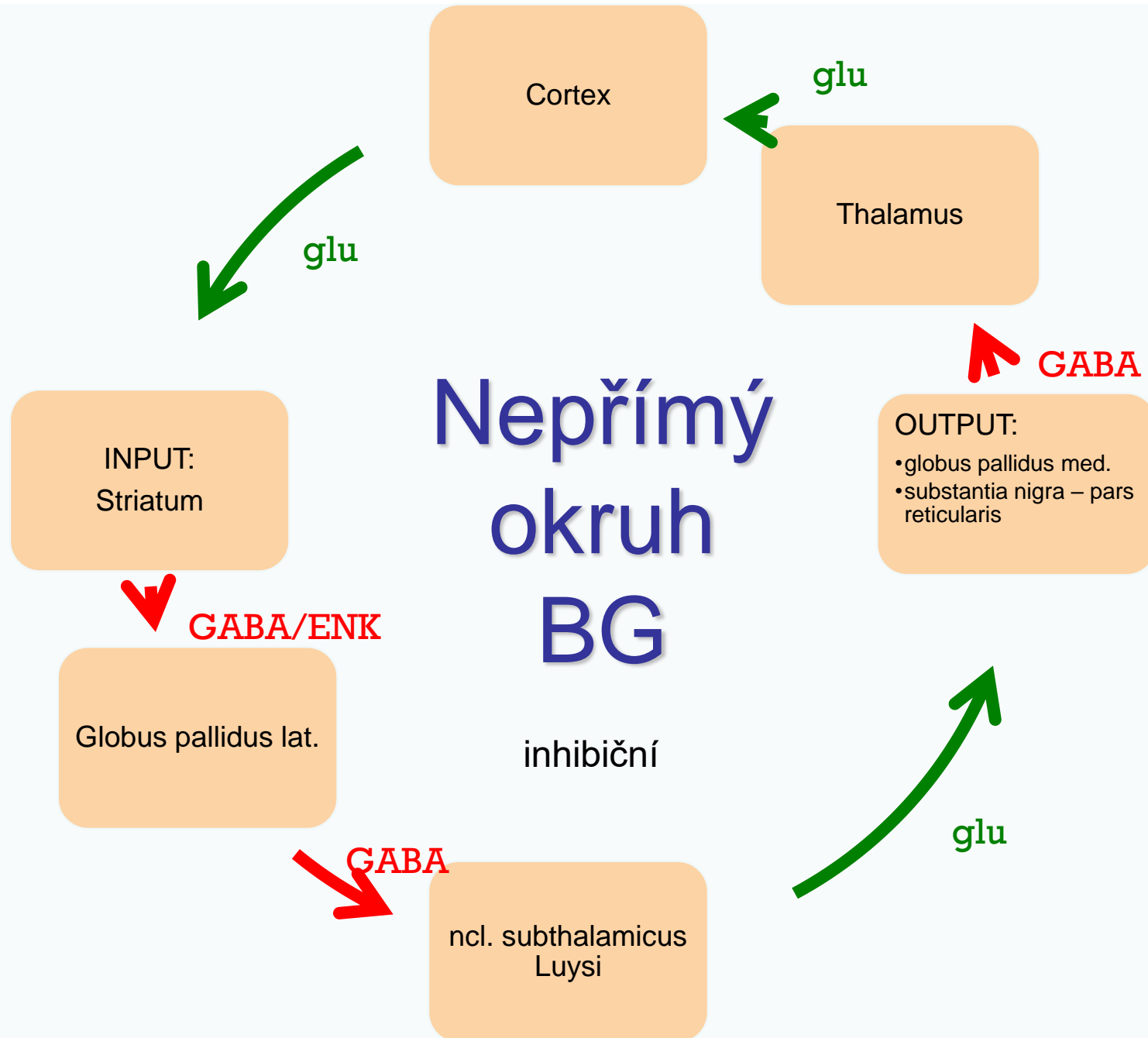


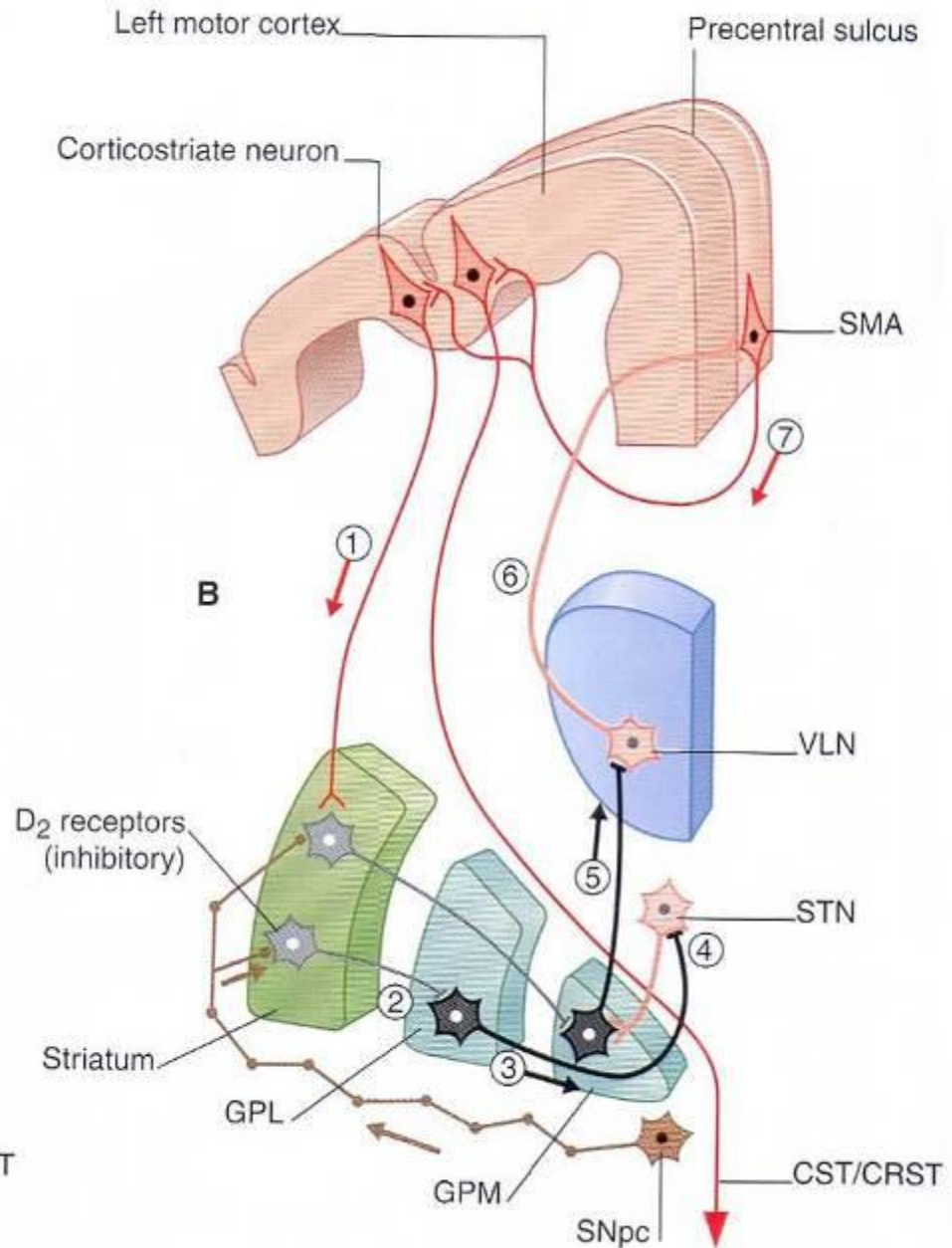
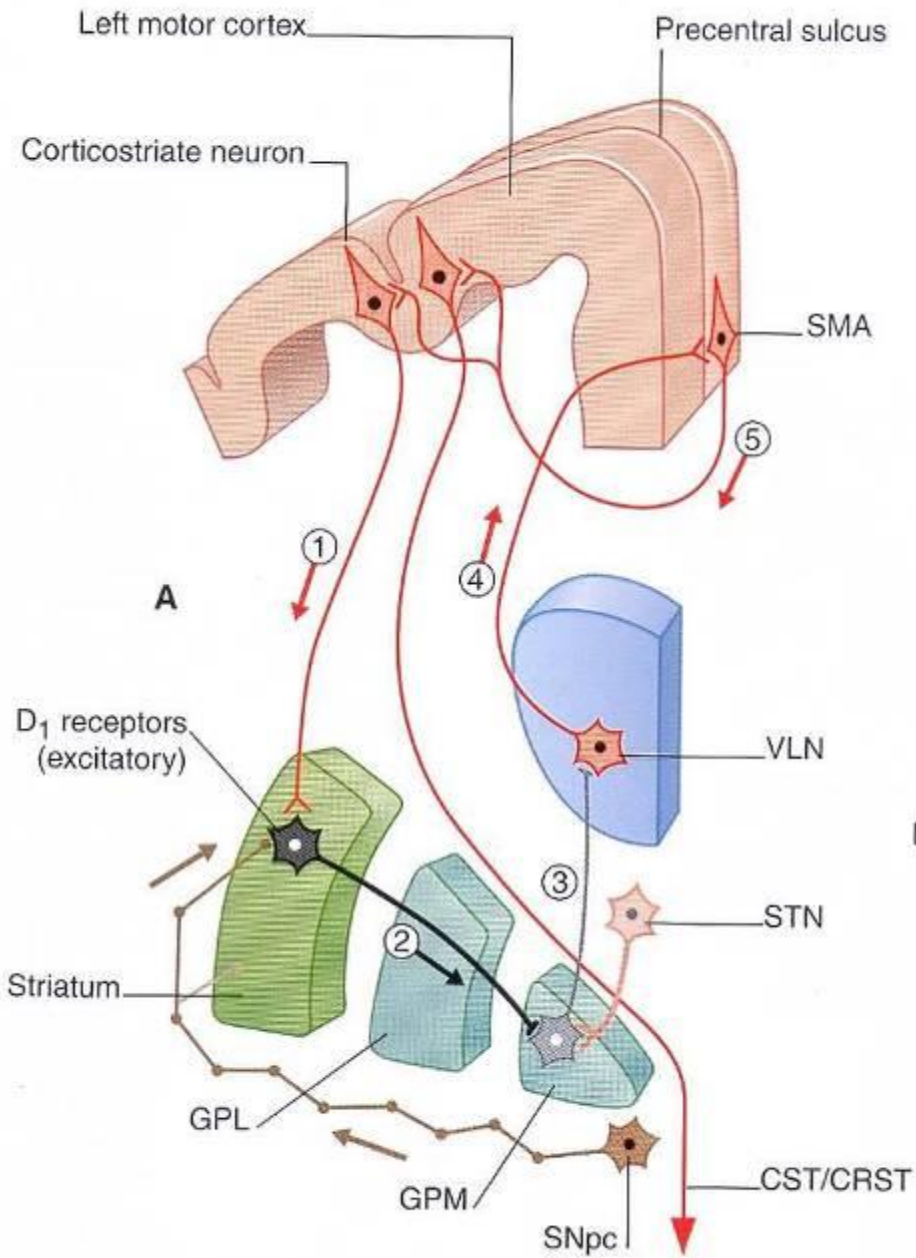


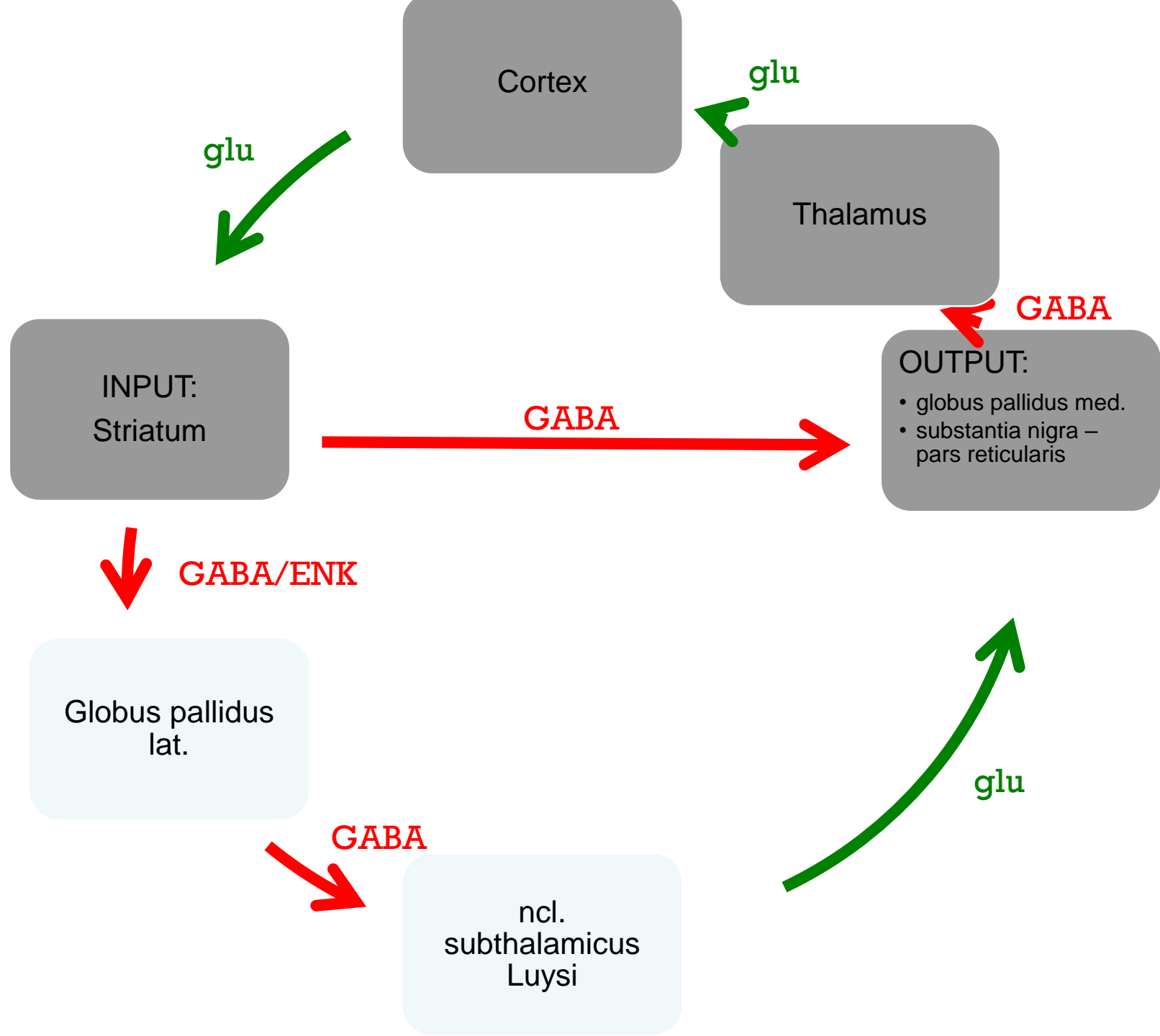
**Obr. 7.3.** Somatotopické uspořádání bazální ganglií se podobá motorické korové reprezentaci – »homunculovi«. GPe = globus pallidus pars externa, GPi = globus pallidus, Put = putamen, pars interna, STN = nc. subthalamicus, Th = thalamus (podle: Obeso et al., 2008)

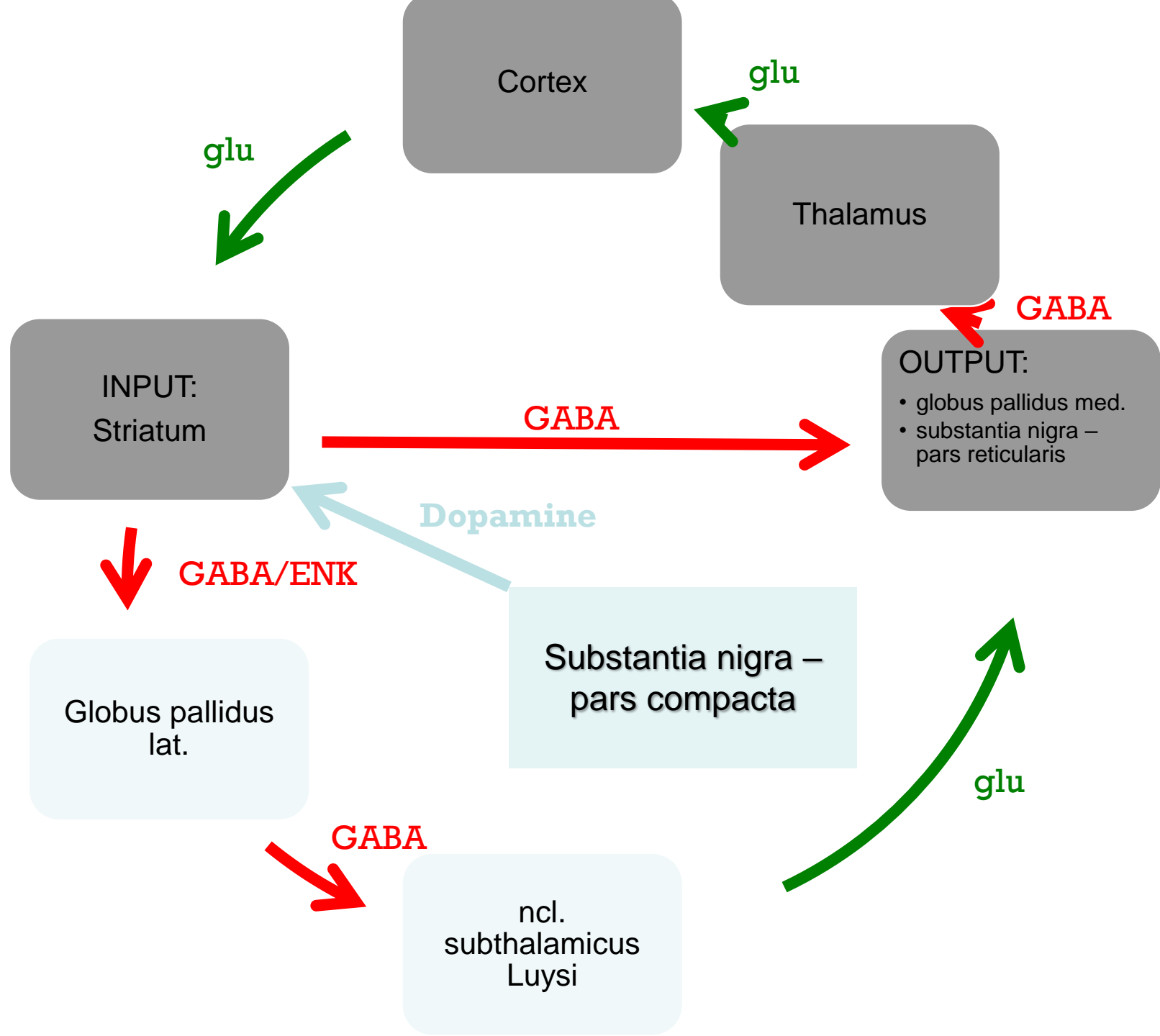
# Přímý okruh BG

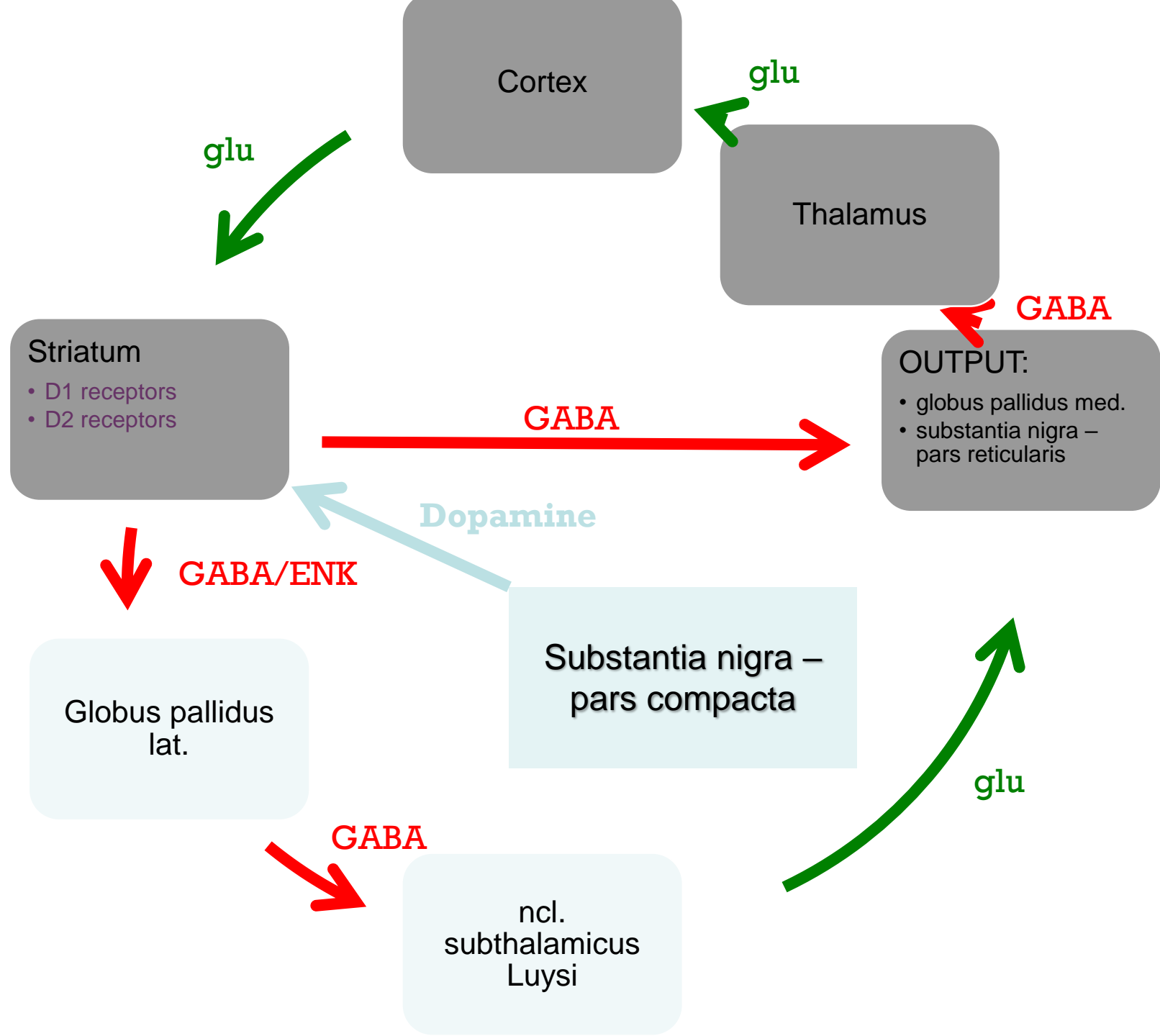




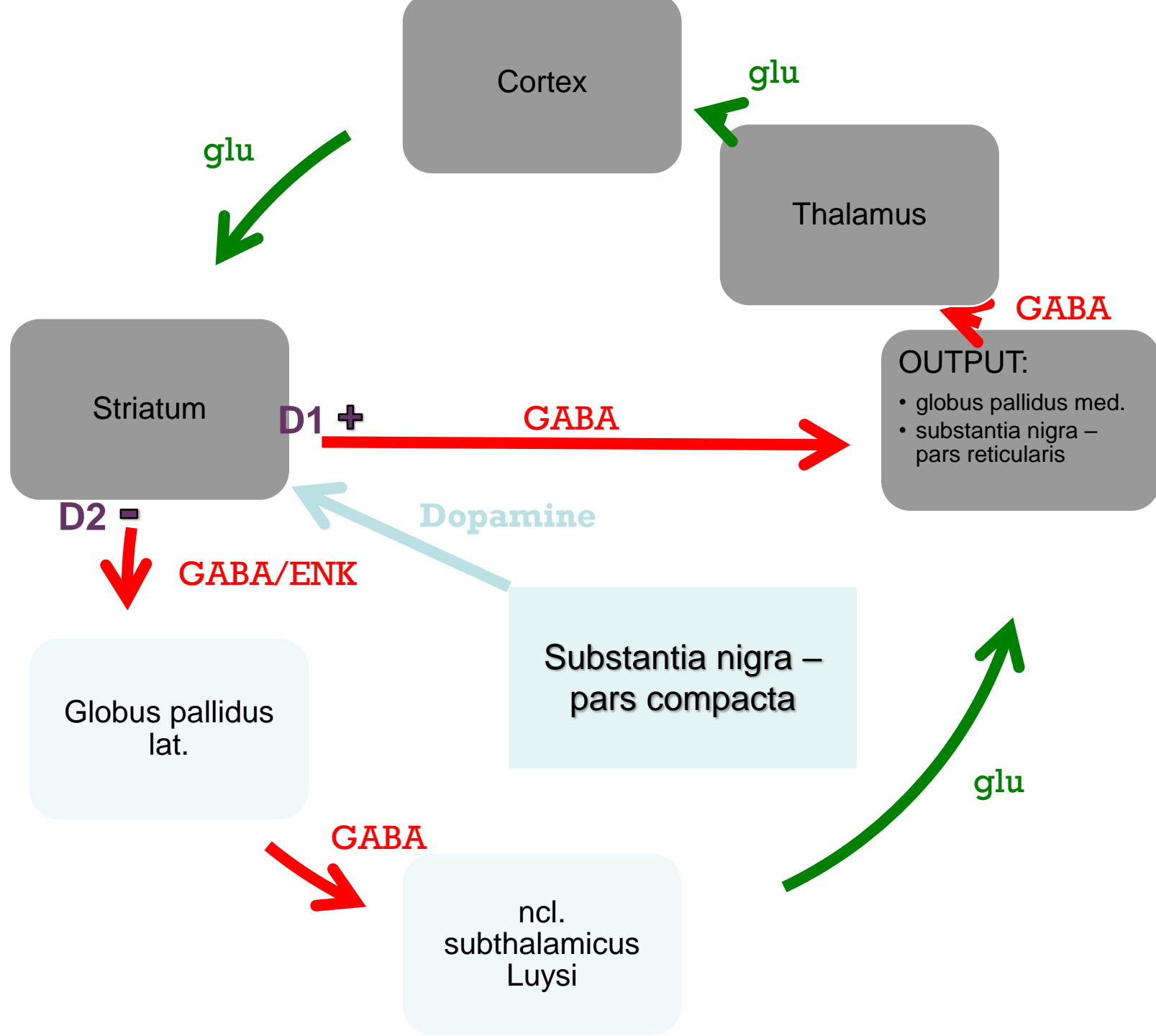


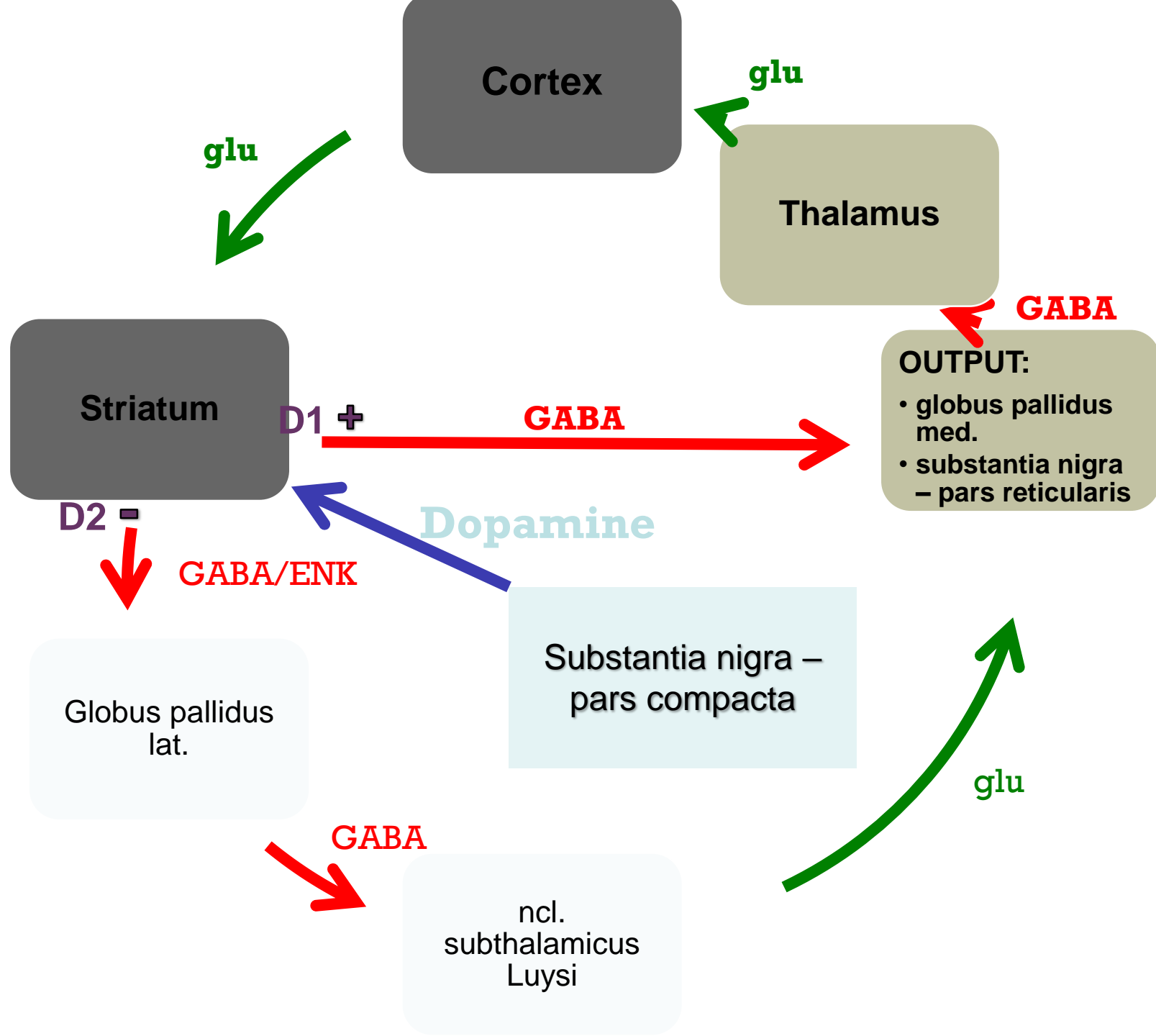












# Funkce motorického okruhu: liší se v klidu a v průběhu pohybu

## v klidu (inhibice motoriky)

- **nigrostriální dopaminergní dráha** je v klidu aktivní a dopaminergní aktivita je dostatečná pro útlum spontánní motorické aktivity BG
- inhibiční účinek mají také **GABAergní neurony globus pallidus**
  - inhibiční globus pallidus je spontánně aktivní, a tím je tlumena aktivita motorických jader talamu, a tím nepřímo aktivita motorické kůry
  - při poškození inhibičních drah se objevují mimovolní pohyby navíc → „tanec sv. Víta“ (Huntingtonova chorea)
- snížená aktivita motorického talamu

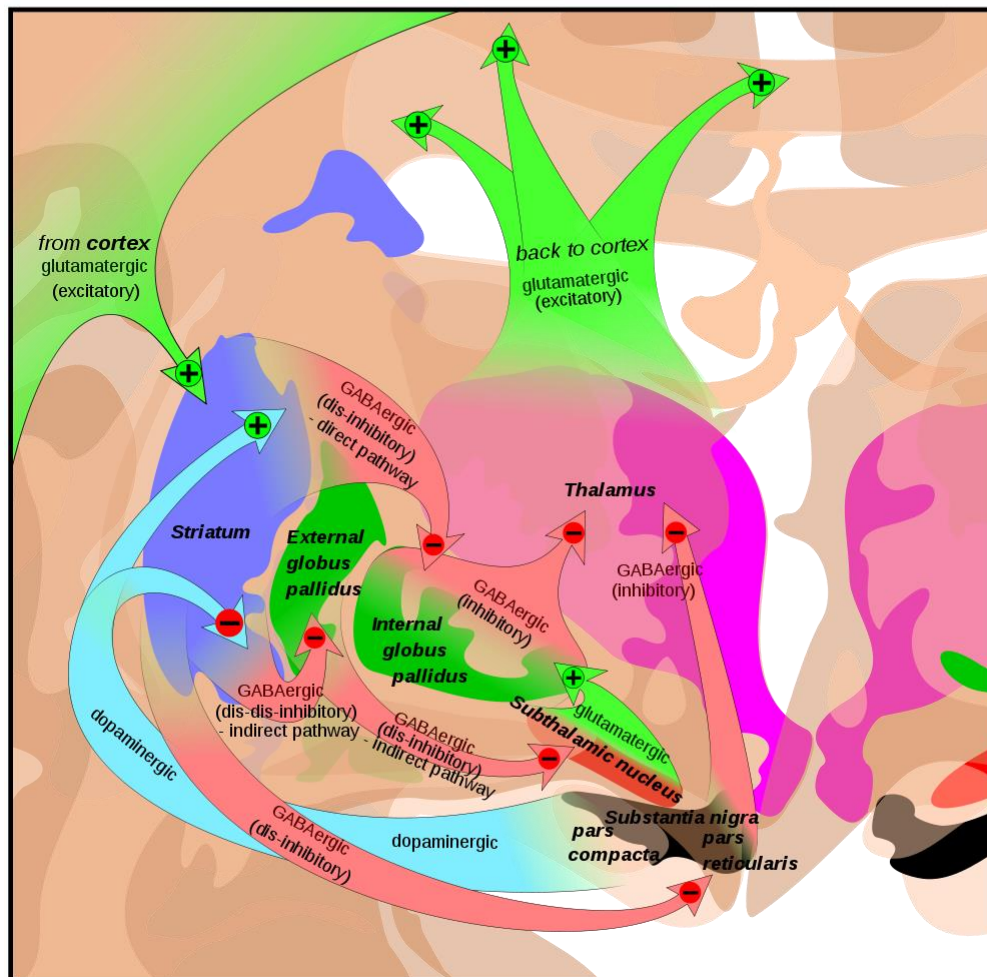
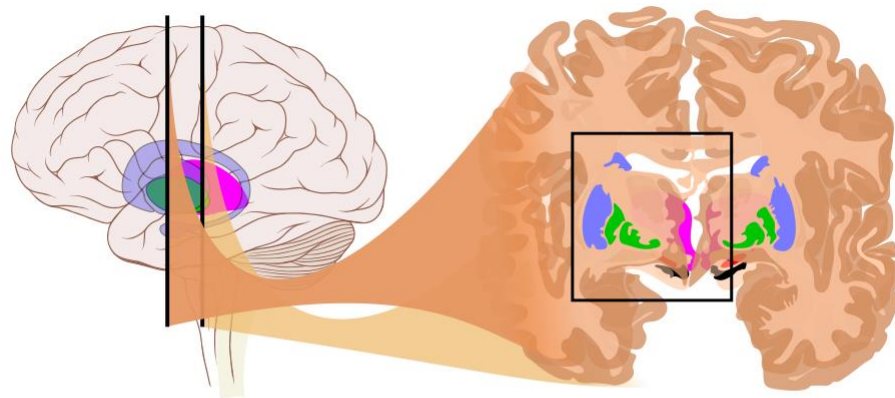
# Funkce motorického okruhu: liší se v klidu a v průběhu pohybu

## při pohybu (aktivace motoriky)

- během pohybu se zapojují **excitační spoje do BG a následně okruh do talamu**
- výstupní jádra BG fyziologicky tlumí motorickou aktivitu
- před provedením pohybu však dochází k **aktivaci motorické smyčky** nepřímo přes **ncl. subthalamicus Luysi**
- → jádro je zapojeno do **tzv. nepřímé dráhy BG** → **nepřímá motorická dráha BG je inhibiční**
- nepřímá dráha působí jako „brzda“ na přímou (vyrovnána desinhibicí talamu způsobenou přímou dráhou)

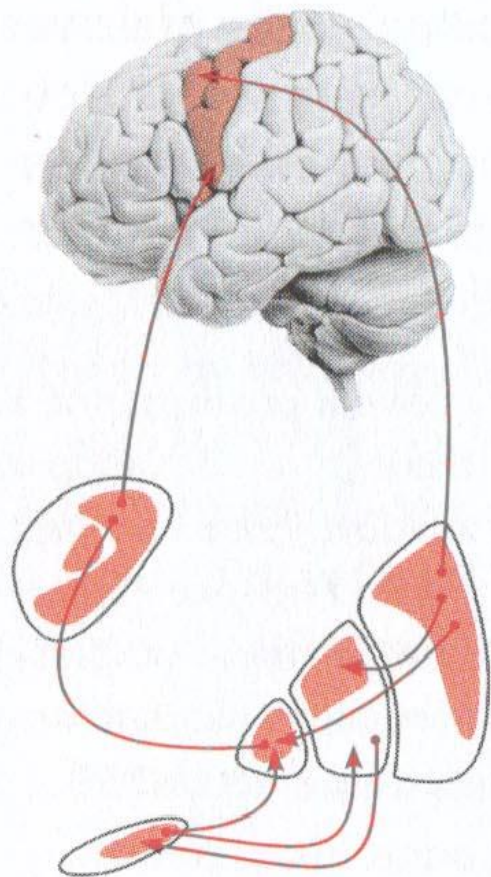
Bazálních ganglia se podílejí na přípravě, kontrole, míře svalové napětí a na zastavení pohybového vzorce.

Stimuly pro zahájení pohybu se objevují v kůře s předstihem než v motorických okruzích BG.

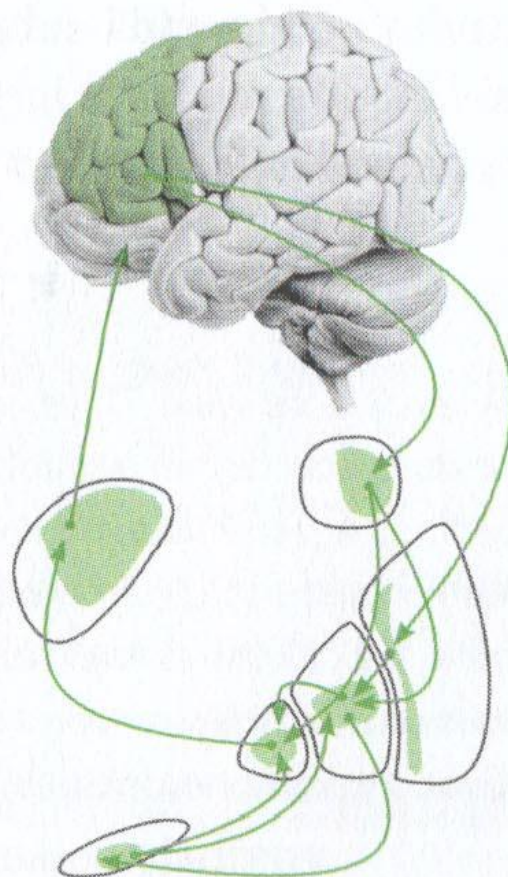


# Aferentace do BG

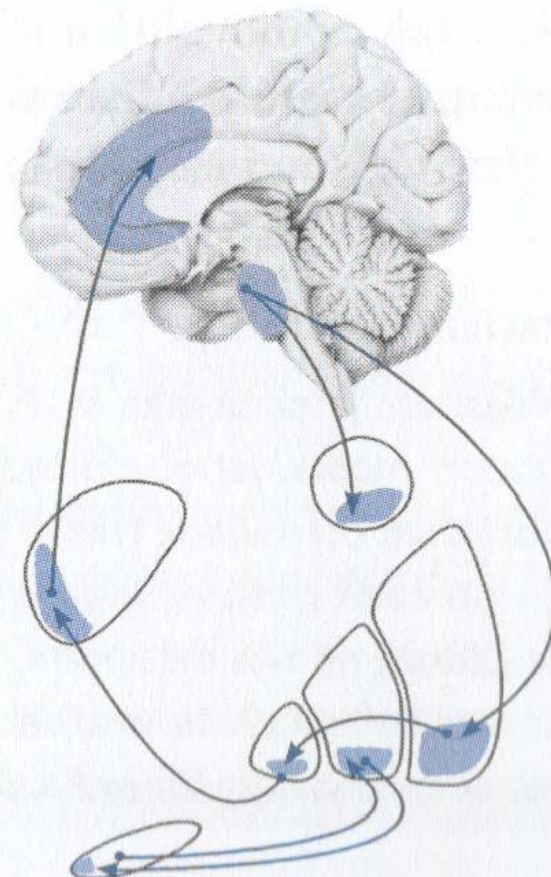
- **cortex** (většina)
- **pars compacta** substantiae nigrae  
(→striatum) (*dopamin*)
  - dopamin usnadňuje přenos na kortikostriatických synapsích
- **nuclei** tegmentales ventrales **Tsai** (*dopamin*)  
(→striatum ventrale)
- ncll. intralaminares thalami (→striatum) – *fce nejasná*



motorický obvod

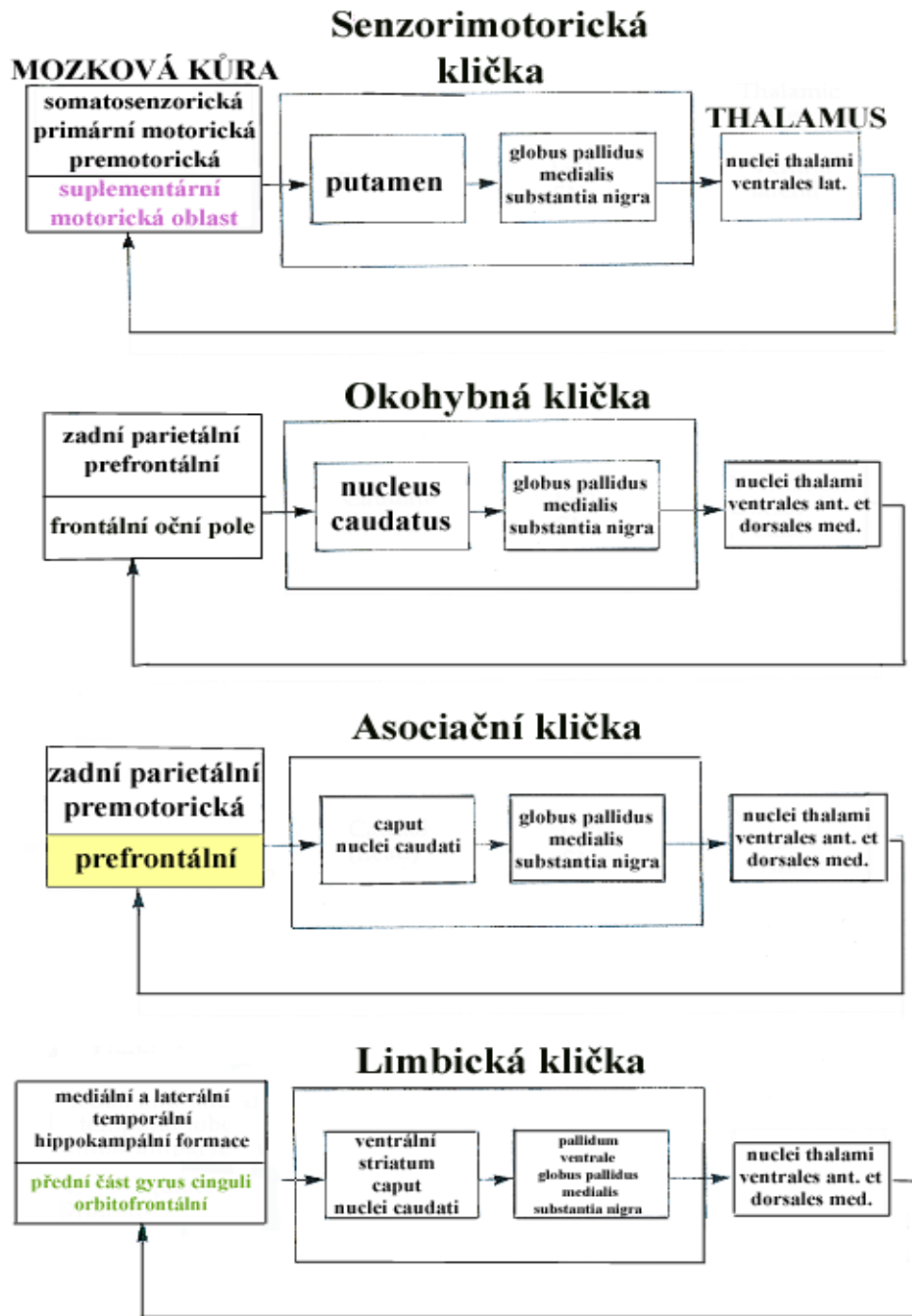


asociační obvod



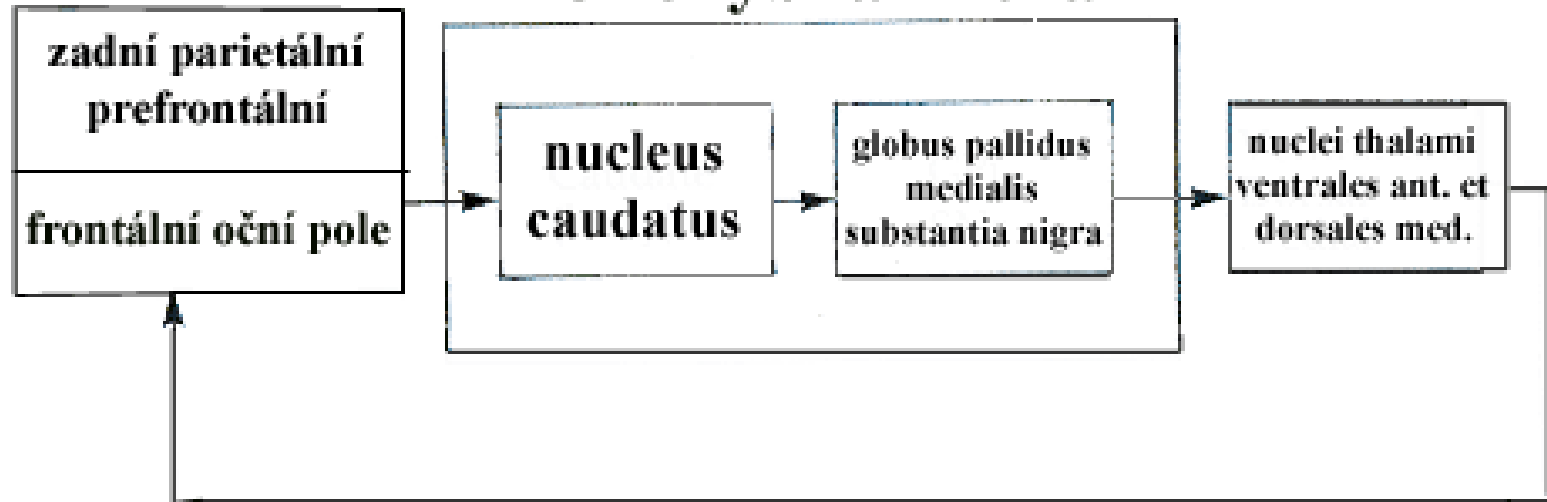
limbický obvod

**Obr. 7.2.** Hlavní zapojení mozkové kůry a bazálních ganglií. Motorický obvod: BA 6 včetně SMA–BA 4–posterolaterální putamen–posterolaterální globus pallidus pars externa a pars interna–dorzo-laterální část nc. subthalamicus–ventrolaterální thalamus (podle: Obeso et al., 2006).



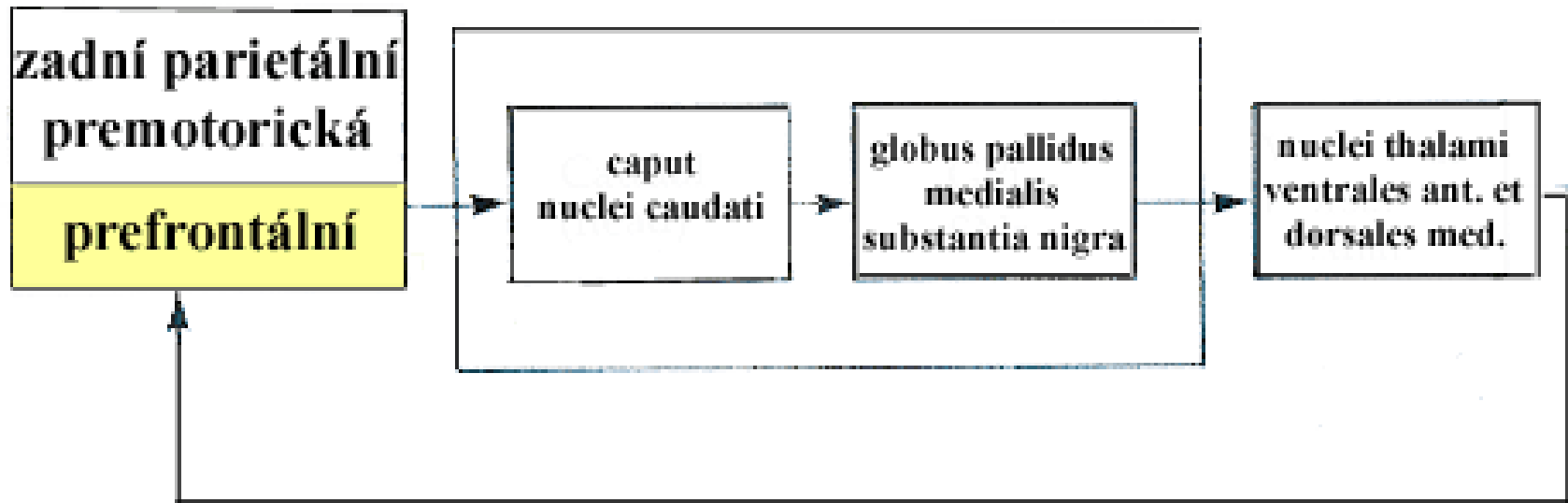


## Okohybná klička



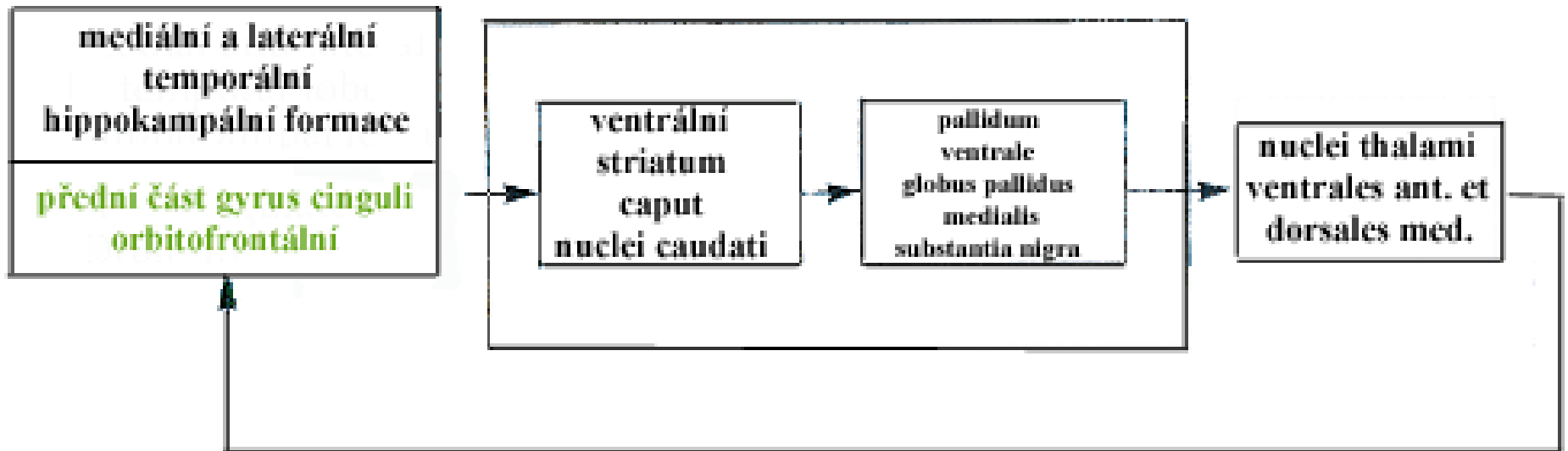
- zpracování pohybů očí v závislosti na zrakových podnětech
- inhibiční spoje z pars reticularis sb. nigrae také do tekta (colliculus superior) a do RF

## Asociační klička



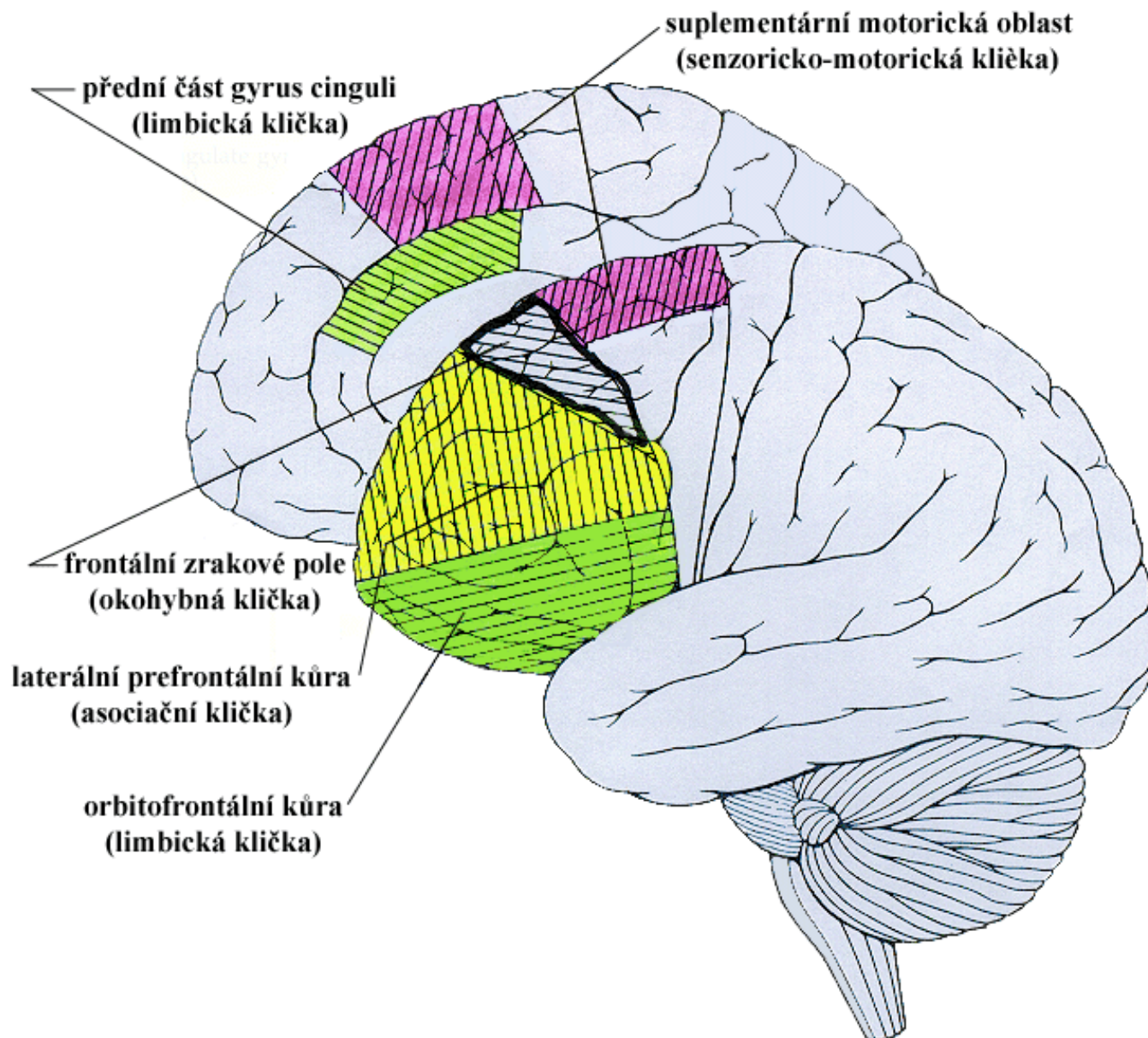
- prostorová paměť a vyhodnocování efektivity motorického chování
- spoje ze sb. nigra také do tekta a do RF

# Limbecká klička



- vyjádření emocí motorikou a viscerálními projevy

# LATERÁLNÍ A MEDIÁLNÍ POHLED NA CÍLOVÉ OBLASTI KŮRY ČELNÍHO LALOKU



# Nuclei basales

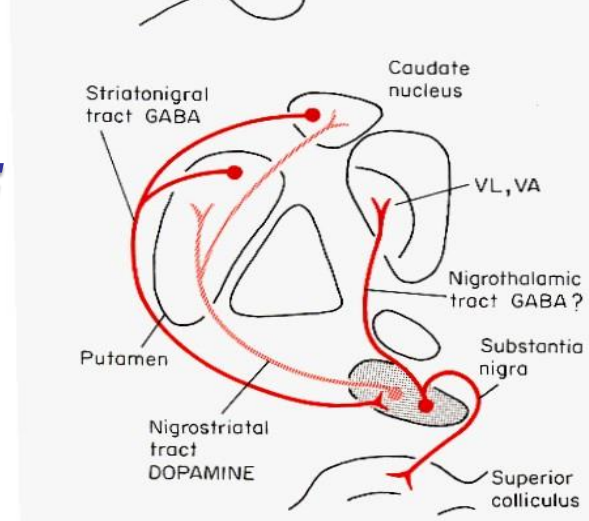
## Substantia nigra *Soemmeringi*

- **pars compacta**

- vmezeřené BG
- tvořĩ dopamin, umožňuje činnost striata
- D1 receptory facilitují přímý okruh BG
- D2 receptory inhibují nepřímý okruh BG

- **pars reticularis**

- vmezeřené BG
- převádĩ vliv striata na motoriku kmene (RF) k lokomočnímu centru ve středním mozku
- AF: striatum, ncl. subthalamicus
- EF: thalamus, RF, colliculus superior



# Nuclei basales

## Nucleus subthalamicus (corpus *Luysi*)

- tvoří subthalamus
- aktivační jádro nepřímé dráhy
- ruší inhibici talamických jader
- motorický okruh BG stimuluje kůru
- NSt stimuluje GPM, jenž inhibuje talamus
- nepřímý okruh přes NSt (inhibicí NSt) stimuluje kůru
- *léze: hemibalismus (hrubé nekoordinované pohyby pletencových svalů)*
- *elektrická stimulace při Parkinsonově chorobě*

# Nuclei basales

## Corpus amygdaloideum (amygadala)

- „amygdala = nucleus amygdalae = archistriatum“
- morfologicky a vývojově náleží k BG
- funkčně a spojením je součástí **limbického systému**
- je uloženo v temporálním laloku před cornu inferius postranní komory a před cauda ncl. caudati
- komplex jader
- podmiňování strachu, zlost
- při oboustranném zničení → mizí agresivita

# „Substantia innominata *Reichert*„

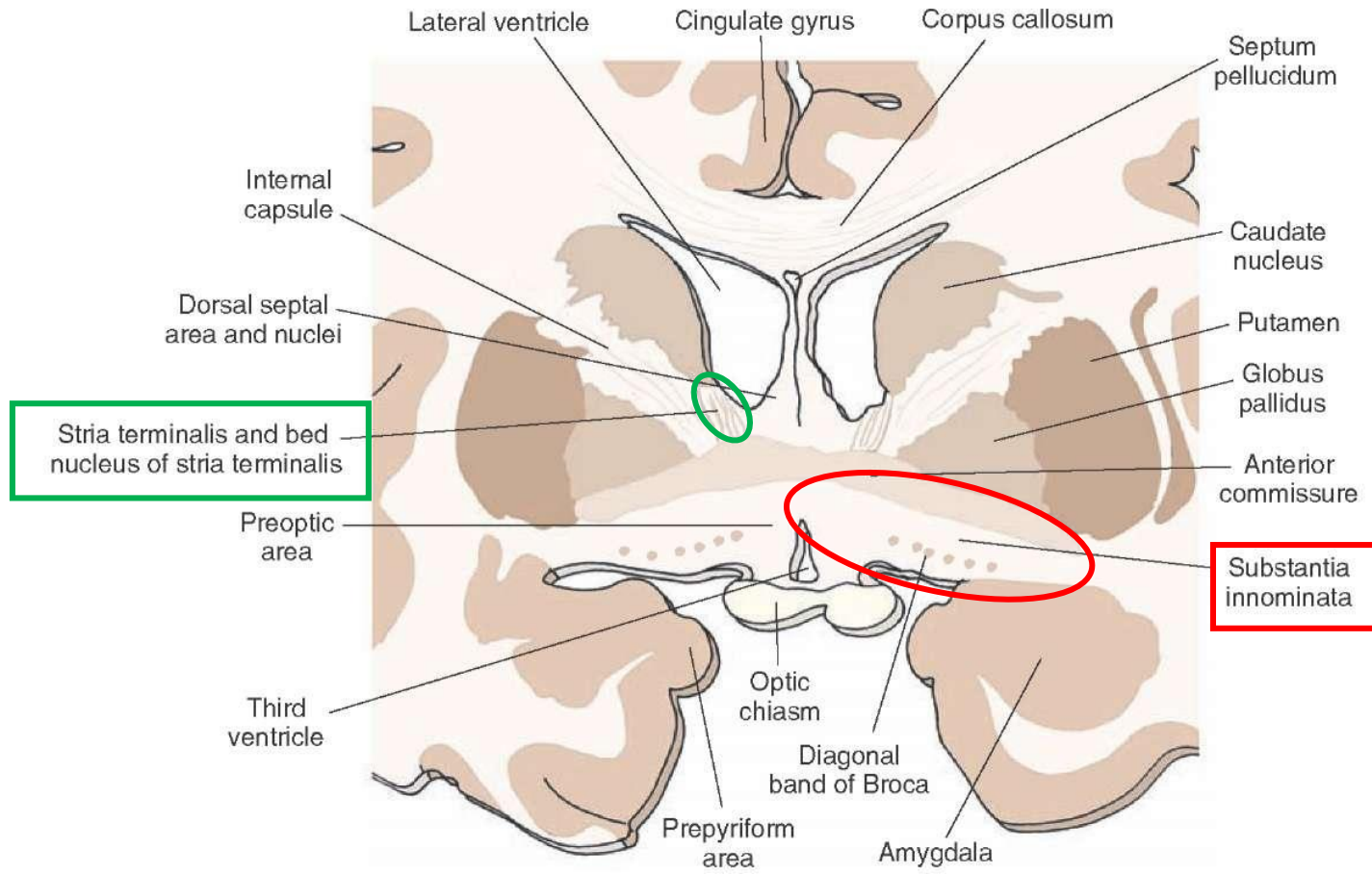
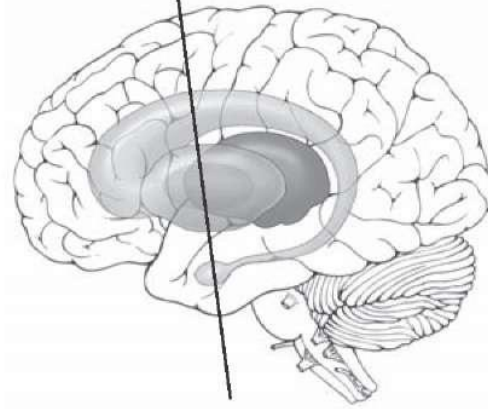
nově považován za obsoletní pojem

= oblast neuronů ventrobazálně od commissura anterior k povrchu polokoule

- striatum ventrale
- pallidum ventrale
- rostrální část jader z corpus amygdaloideum (mediální a centrální)
- nucleus basalis *Meynerti*
  - Ch4 – zdroj Ach pro mozkovou kůru
- stria diagonalis + ncll. striae diagonalis (*Broca*)
  - Ch2+Ch3 – zdroj Ach pro hipokampus



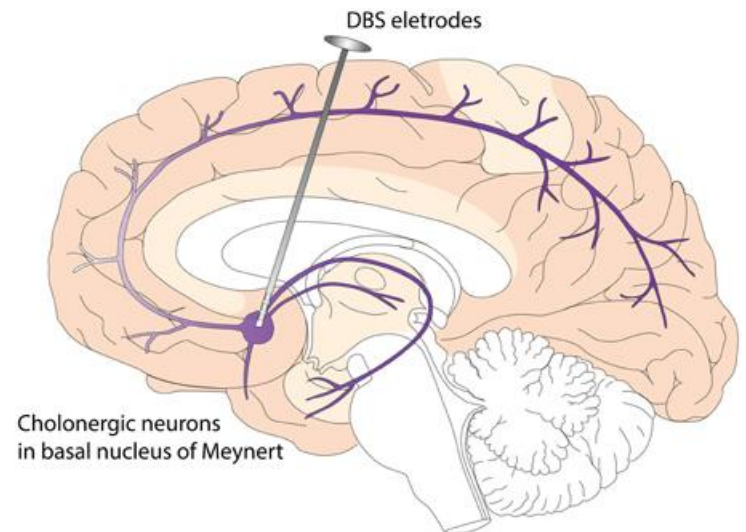
Level of section



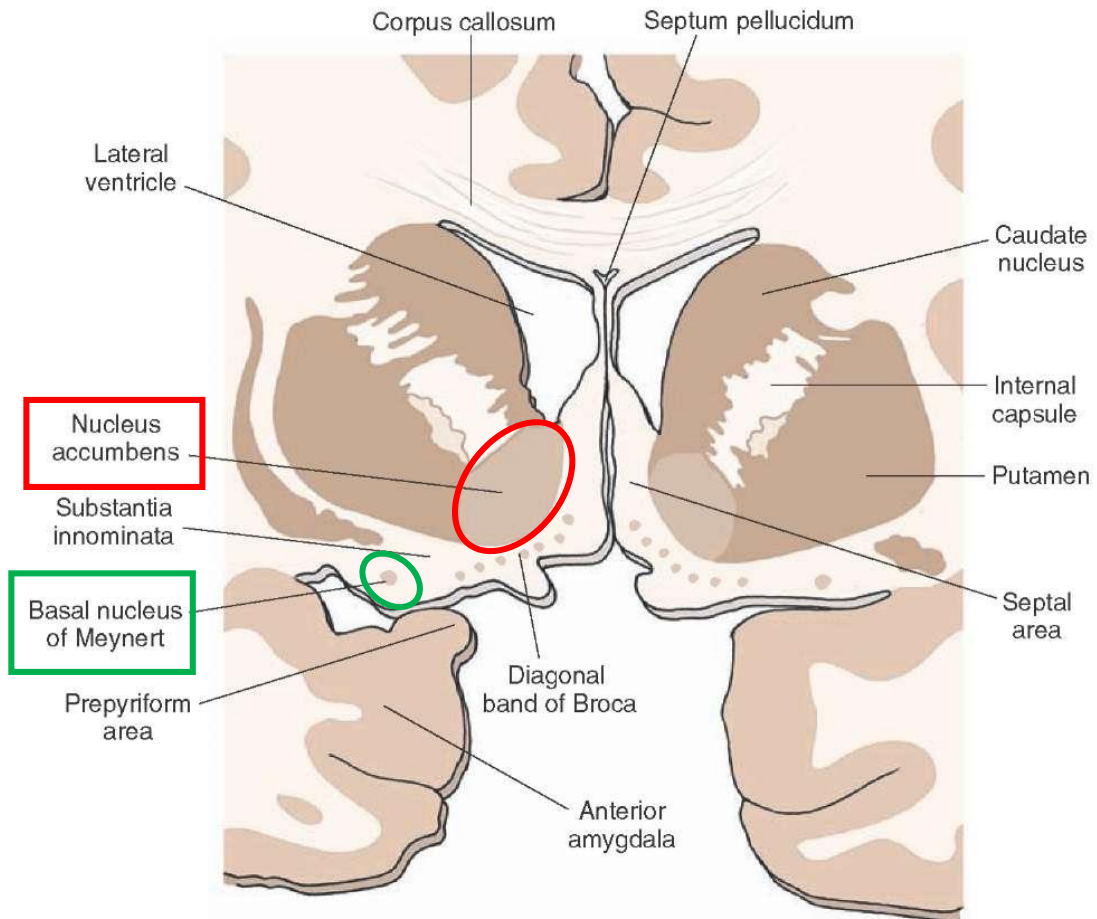
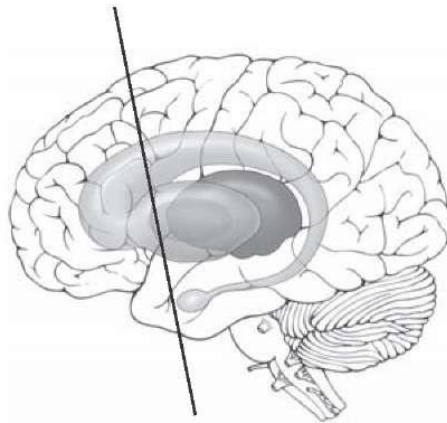
# Nuclei basales

## Nucleus basalis *Meynerti*

- rozptýlené skupinky cholinergních neuronů
- pod úrovní commissura anterior
- zdroj *acetylcholinu* pro kůru (Ch4)
  
- *morbus Alzheimer* → ztráta Ach aktivity a degenerace neuronů v kůře



Level of section



# Nuclei basales

## Nucleus accumbens

- striatum ventrale
- části: jádro a skořápka („core and shell“)
- naléhá na oblast ncll. septales (septum verum) a je zapojen do okruhů limbického systému
- dostává dopamin mezolimbickou dráhou z ncll. tegmentales ventrales (Tsai)
- **centrum odměny („reward“)**
- hraje důležitou roli v mechanismech závislosti, odměny a potěšení, strachu nebo placebo efektu
- **jádro závislosti a touhy („craving“)**
- souvisí s kompulzivním a impulzivním chováním

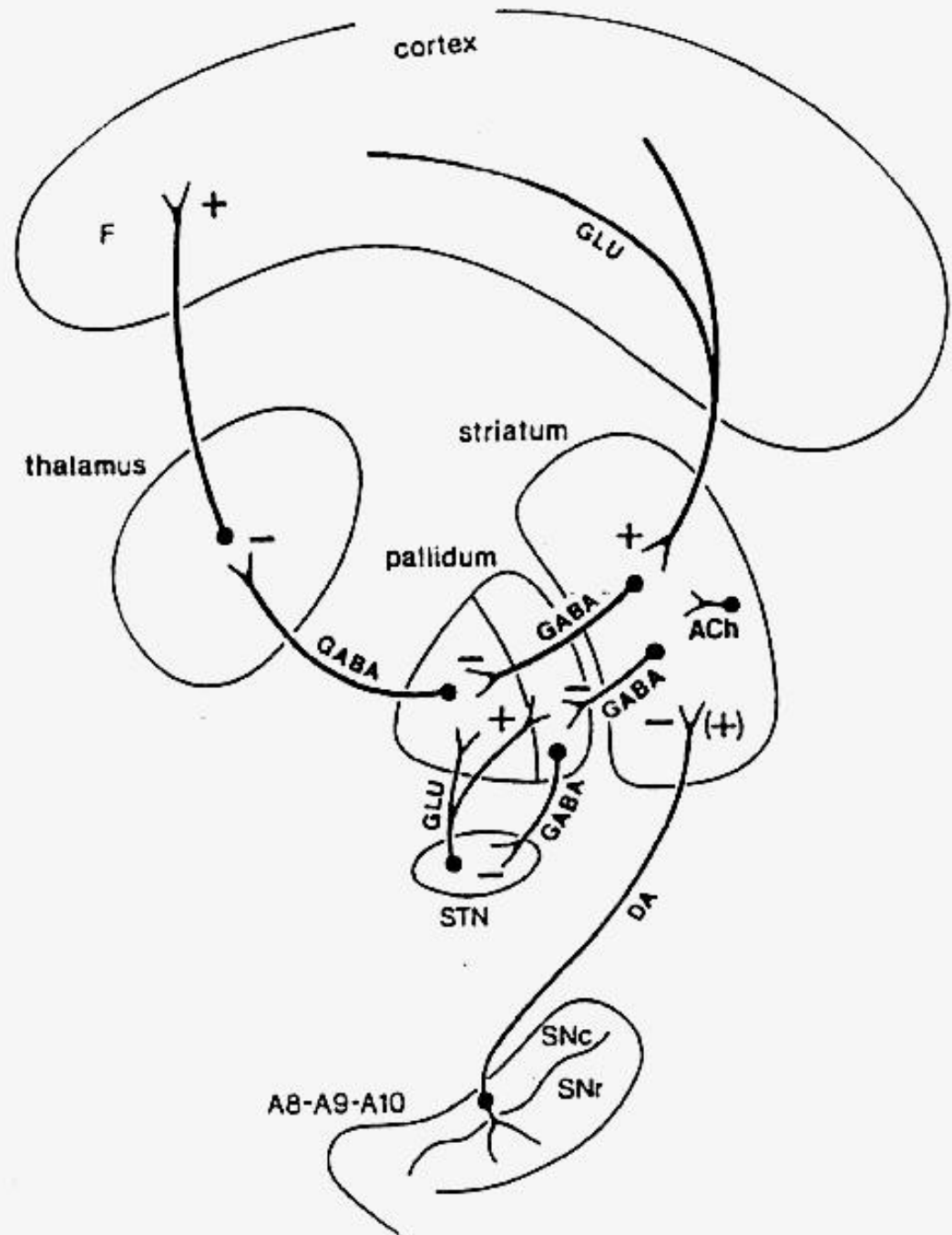
# Nuclei basales

## Clastrum (= Závora)

- sagitální ploténka laterálně od ncl. lentiformis, mediálně od inzuly, bazálně od čichové kůry
- není ve spojení s ostatními BG, ale výhradně s mozkovou kůrou!
- funkce – **nejasná**
- claustrum dorsale – propojeno s inzulou
- claustrum ventrale – propojeno s allokortexem
  
- *více ví prof. Druga*

# Funkční okruhy bazálních ganglií

Nauta  
a Mehler  
1966



# Funkční souvislosti BG

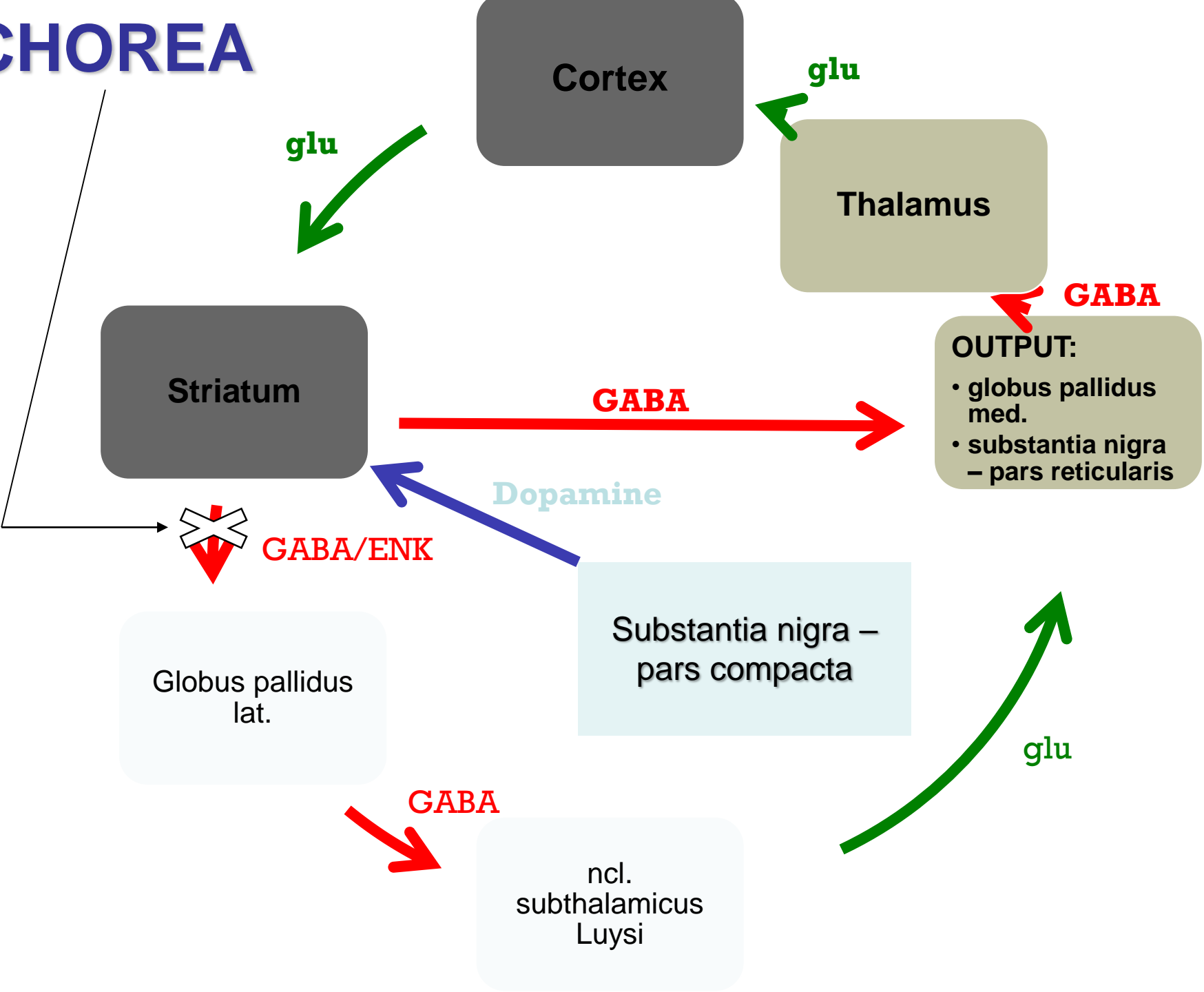
## výběr z “předprogramovaných (naučených) motorických plánů/vzorců”

- okruh BG = *mechanismus výběru vhodného vzorce*
- neschopnost výběru → *akinesia, hypokinesia*
- špatný výběr → *hyperkinesia*

## Generování (učení se) motorickým vzorcům

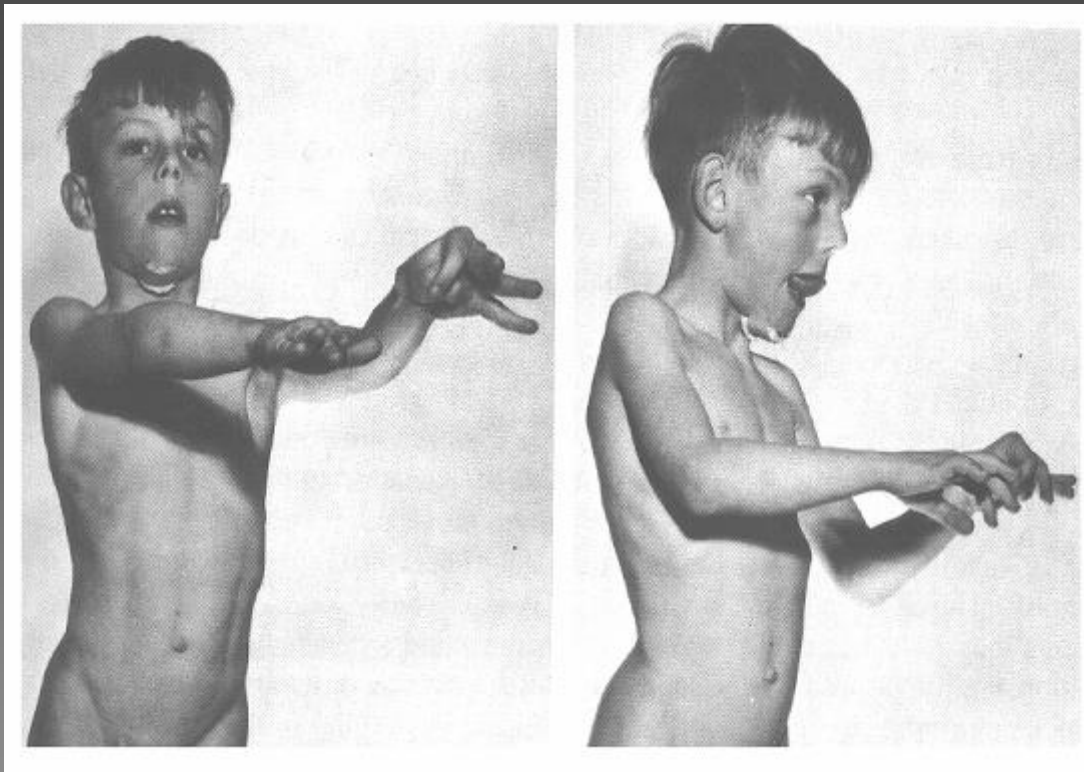
- programování z několika motorických fragmentů do celků rutinním pohybových stereotypů
- *mozková obrna* - porucha motorického programu

# CHOREA





# SYDENHAM'S CHOREA



*Principal Pathologic Lesion: Corpus Striatum*

## *Clinical Feature*

- **Complication of Rheumatic Fever**
- **Fine, disorganized, and random movements of extremities, face and tongue**
- **Accompanied by Muscular Hypotonia**
- **Typical exaggeration of associated movements during voluntary activity**
- **Usually recovers spontaneously in 1 to 4 months**

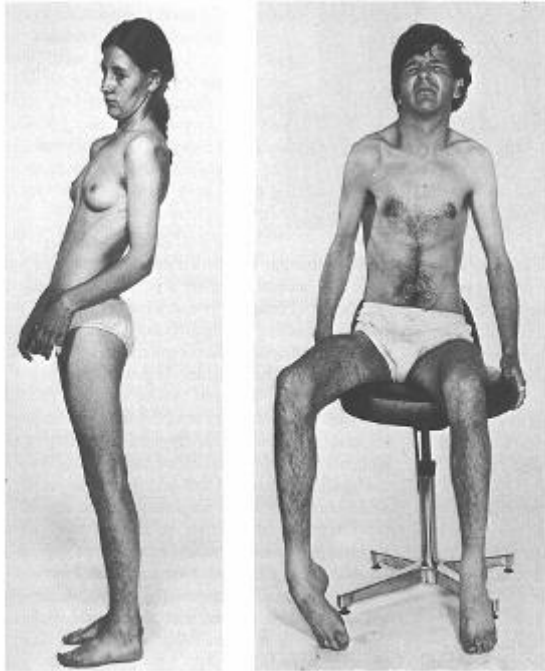
# HUNTINGTON'S CHOREA

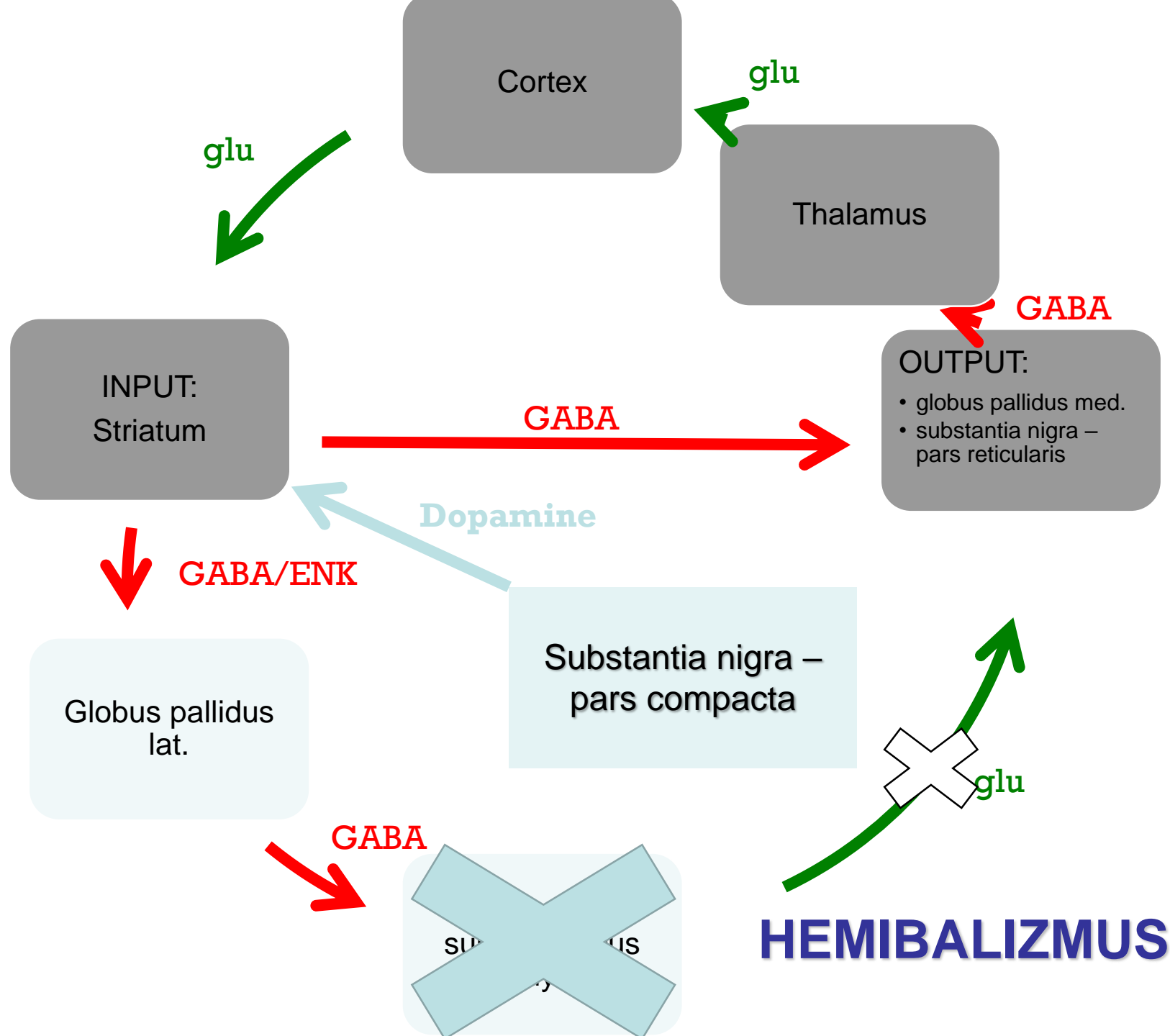
## Clinical Feature

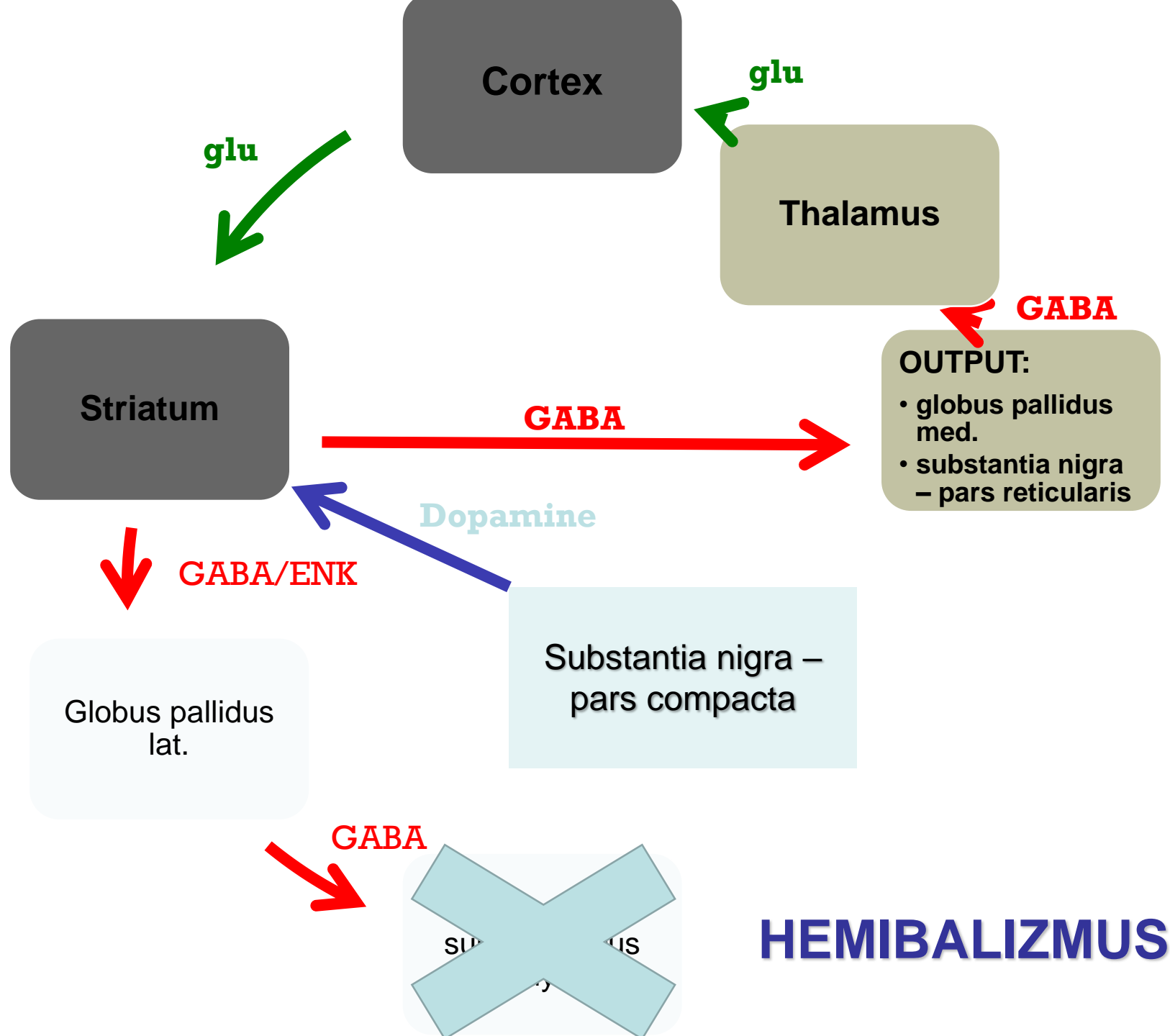
- Predominantly **autosomal dominantly** inherited chronic fatal disease (Gene: chromosome 4)
- **Insidious onset: Usually 40-50**
- **Choreic movements in onset**
- **Frequently associated with emotional disturbances**
- **Ultimately, grotesque gait and sever dysarthria, progressive dementia ensues.**

## *Principal Pathologic Lesion:*

*Corpus Striatum (esp. caudate nucleus)  
and Cerebral Cortex*







# HEMIBALLISM



## Clinical Feature

- Usually results from CVA (Cerebrovascular Accident) involving subthalamic nucleus
- sudden onset
- Violent, writhing, involuntary movements of wide excursion confined to *one half of the body*
- The movements are continuous and often exhausting but cease during sleep
- Sometimes fatal due to exhaustion
- Could be controlled by phenothiazines and stereotaxic surgery

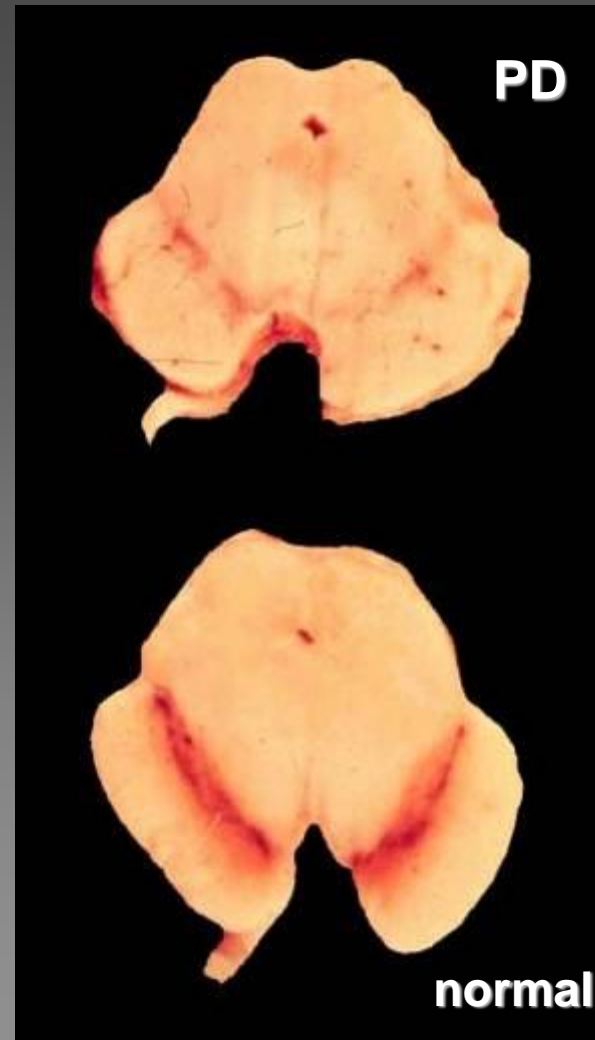
**Lesion: Subthalamic Nucleus**

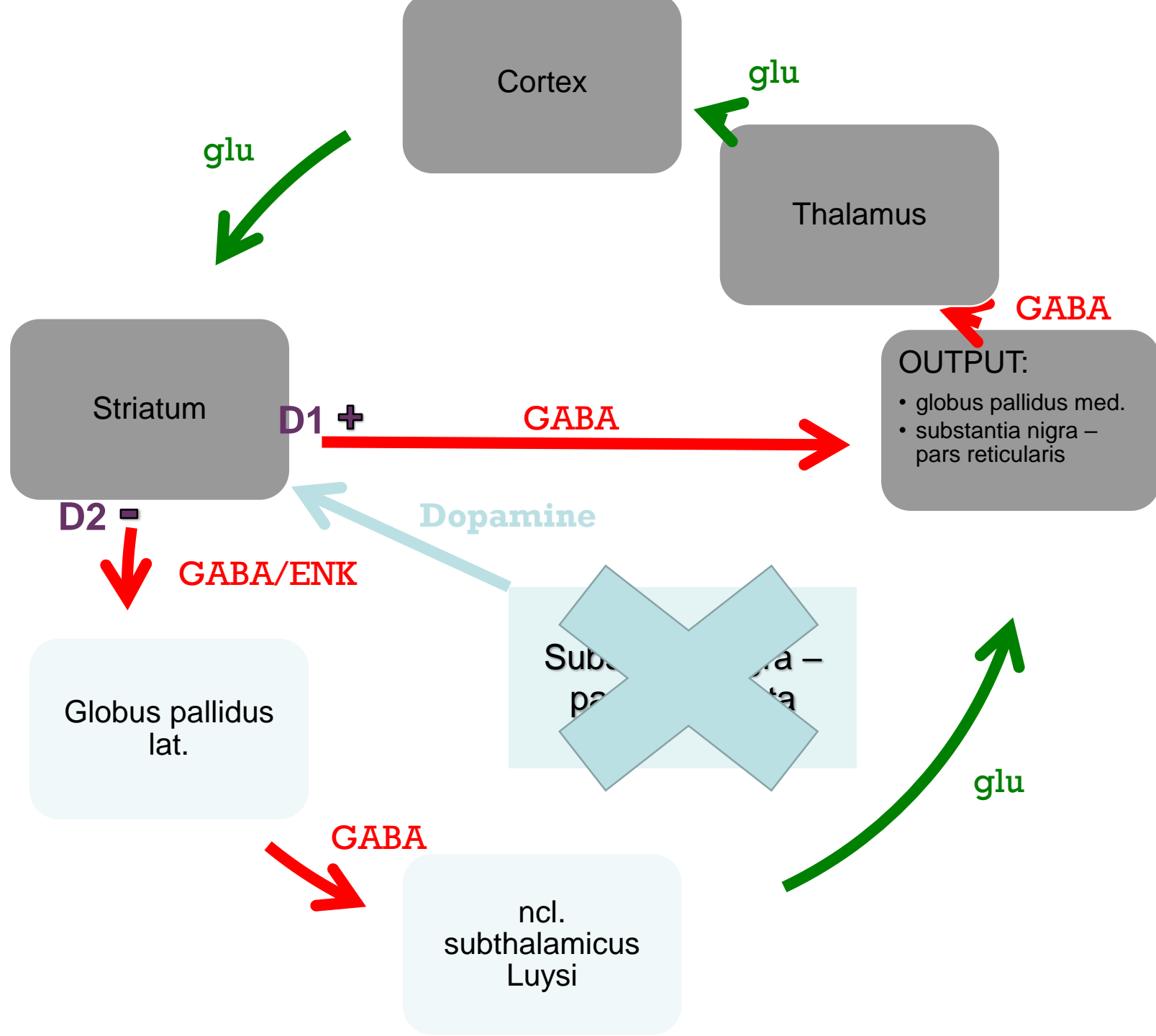
# *Parkinson's Disease*

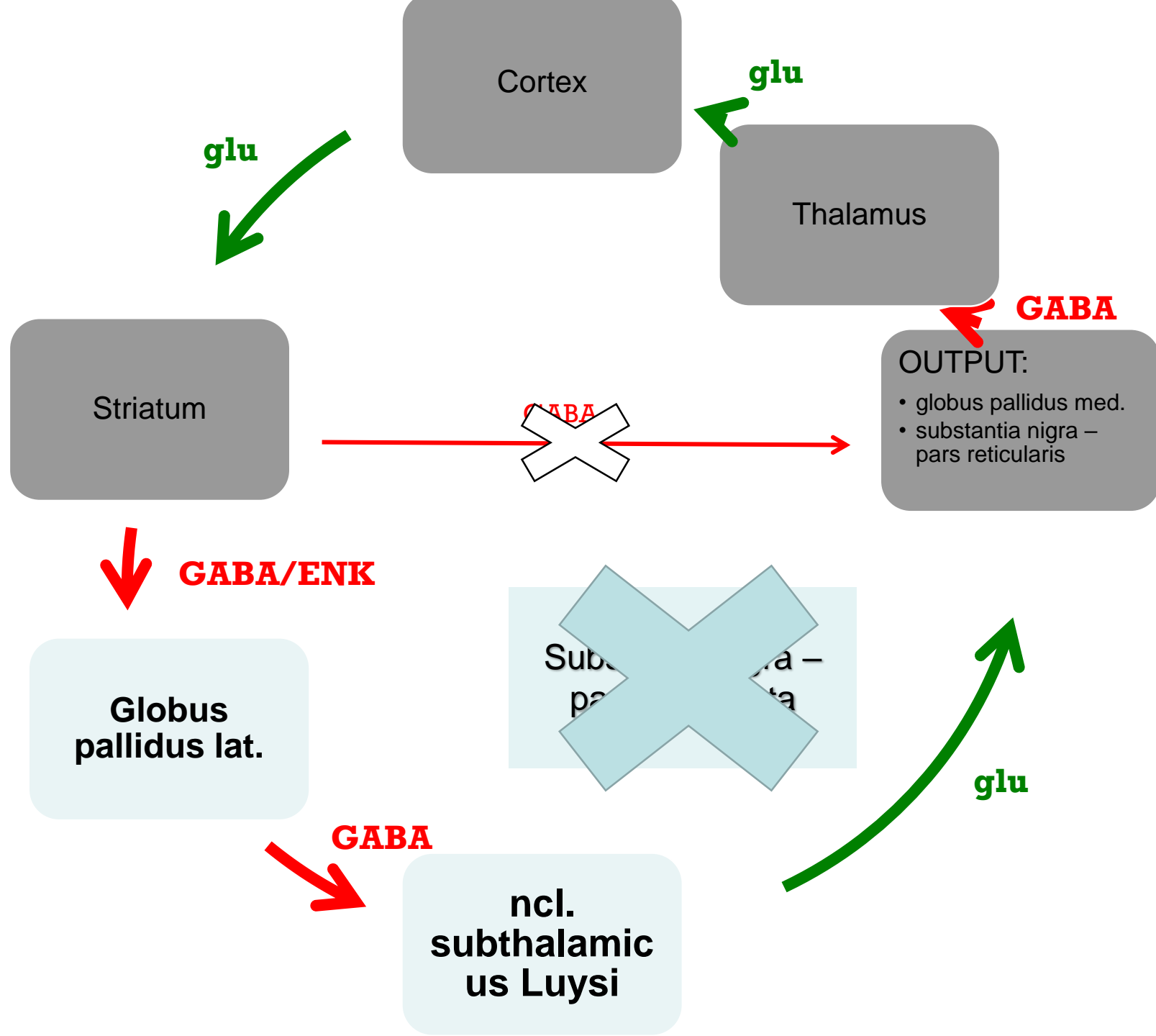
*Disease of mesostriatal  
dopaminergic system*



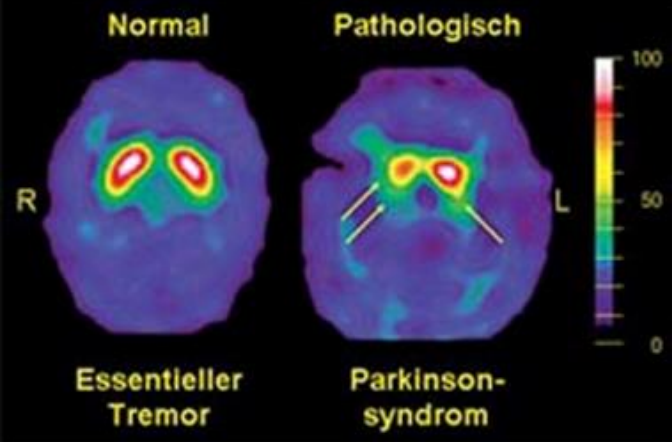
Muhammad Ali in Atlanta Olympic



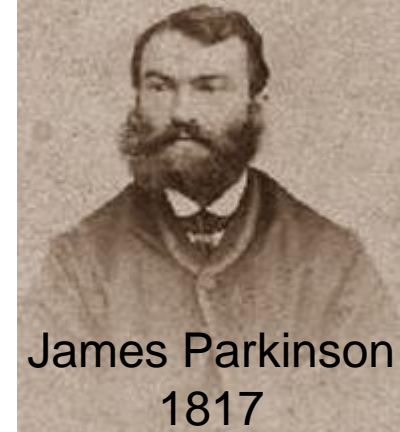




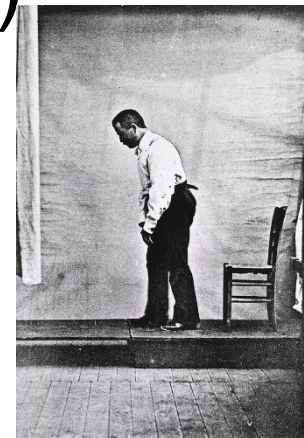




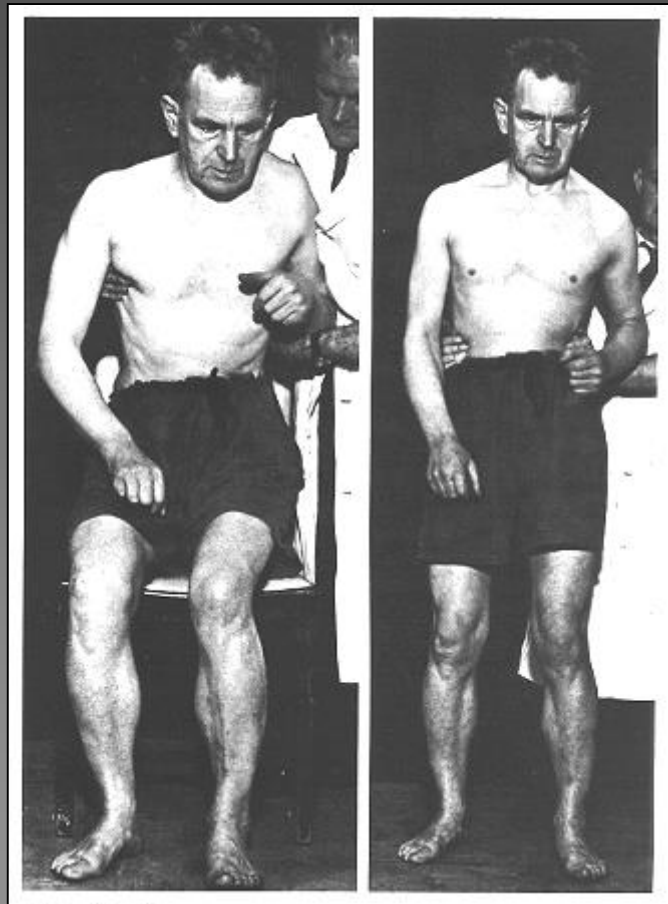
# Parkinsonova nemoc



- klidový třes (tremor) – pravidelný, rytmický, pomalý
- svalová ztuhlost (rigidita) – „ozubené kolo“ („cog-wheel“)
- zpomalenost (bradykineze, hypokineze)
  - šouravá chůze, malé krůčky, zamrznutí, váhání na počátku chůze
- porucha rovnováhy
- demence



# Parkinson's Disease - Paralysis Agitans



Substantia Nigra,  
Pars Compacta (SNc)  
DOPAMinergetic Neuron

## Clinical Feature (1)

Slowness of Movement

**BRADYKINESIS**

- *Difficulty in Initiation and Cessation  
of Movement*



## ***Parkinson's Disease Paralysis Agitans***



### ***Clinical Feature (2)***

---

**Resting Tremor  
Parkinsonian Posture  
Rigidity-Cogwheel Rigidity**

# Wilsonova choroba (hepatolentikulární degenerace)

- autozomálně recesivně dědičná choroba
- postižení plazmatického proteinu pro přenos mědi – ceruloplazmin

