

TELENCEPHALON

Koncový mozek....

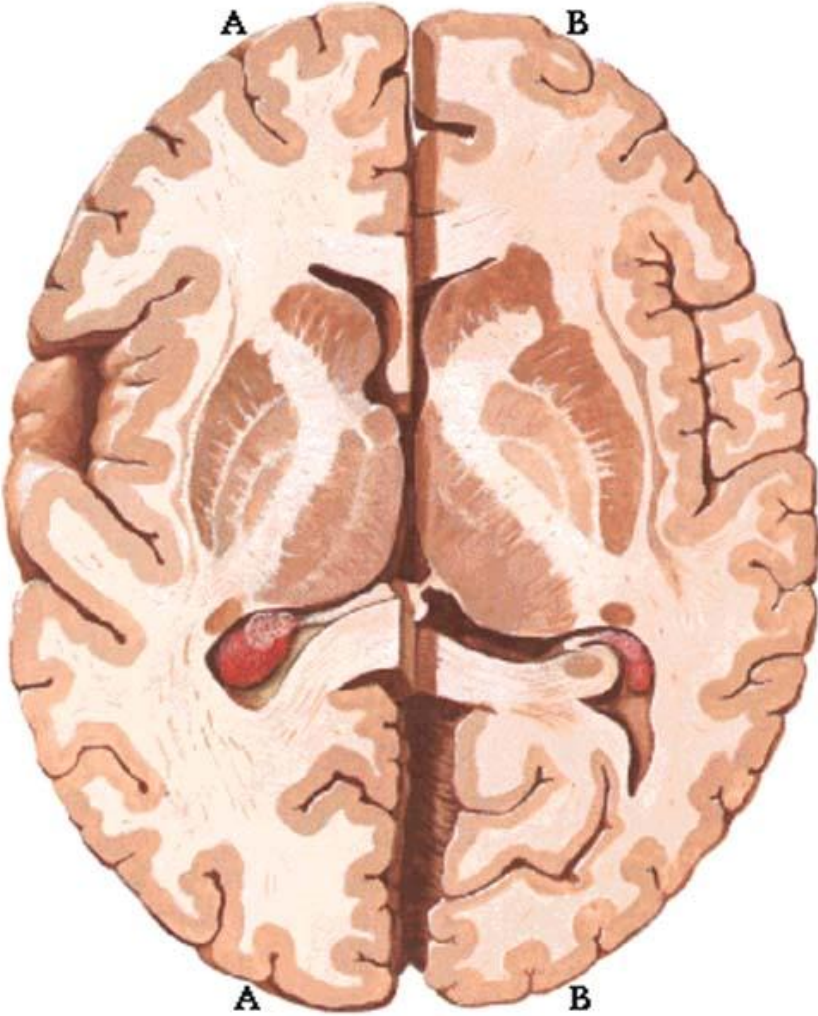
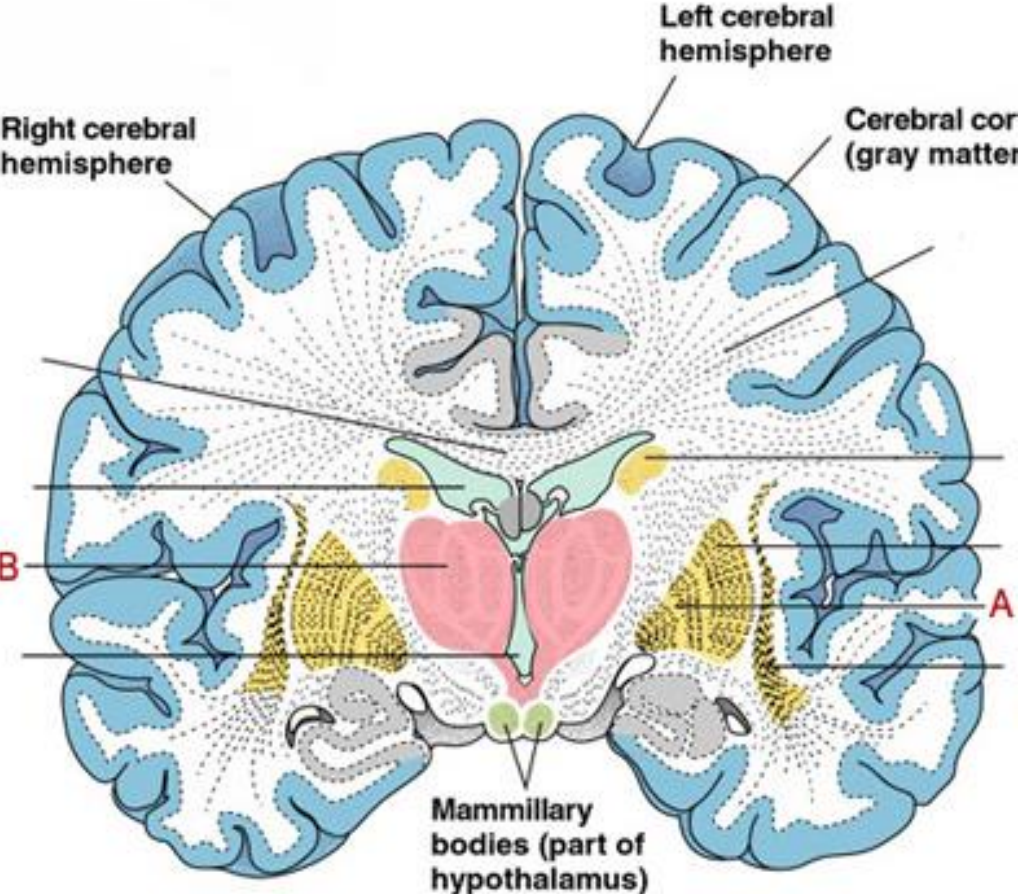
...konec dobrý...všechno dobré
(rozuměj celé CNS) 😊

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

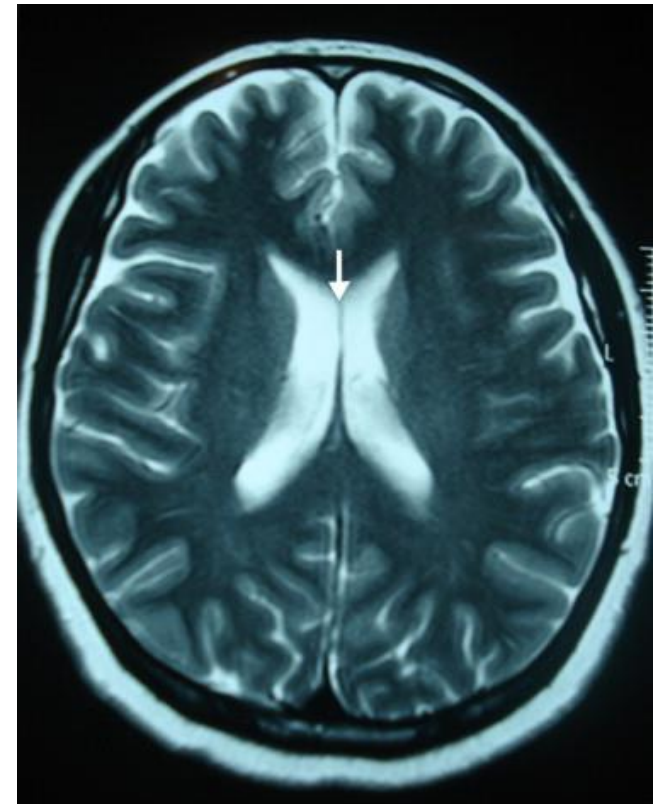
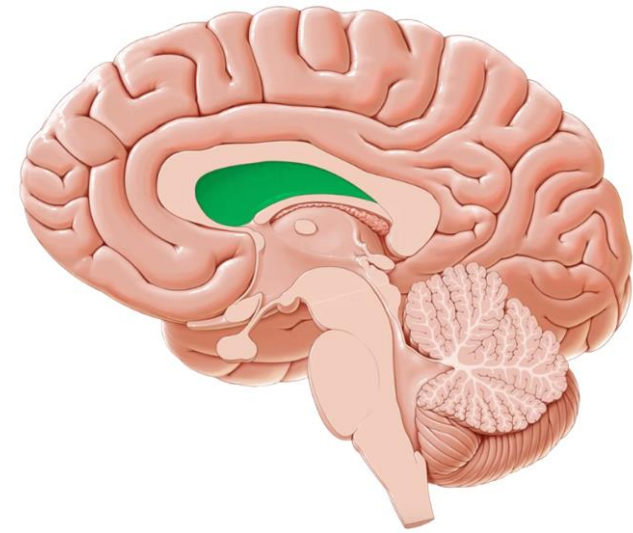
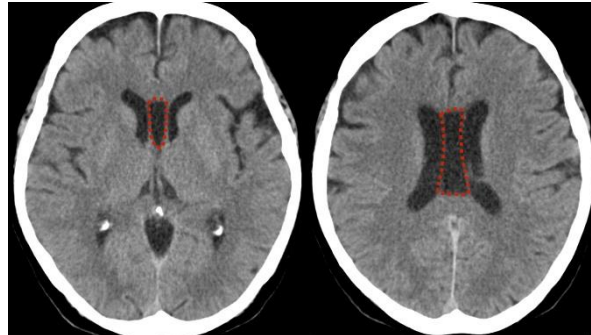
Basal Nuclei [Ganglia]

Horizontal Sections through Cerebrum

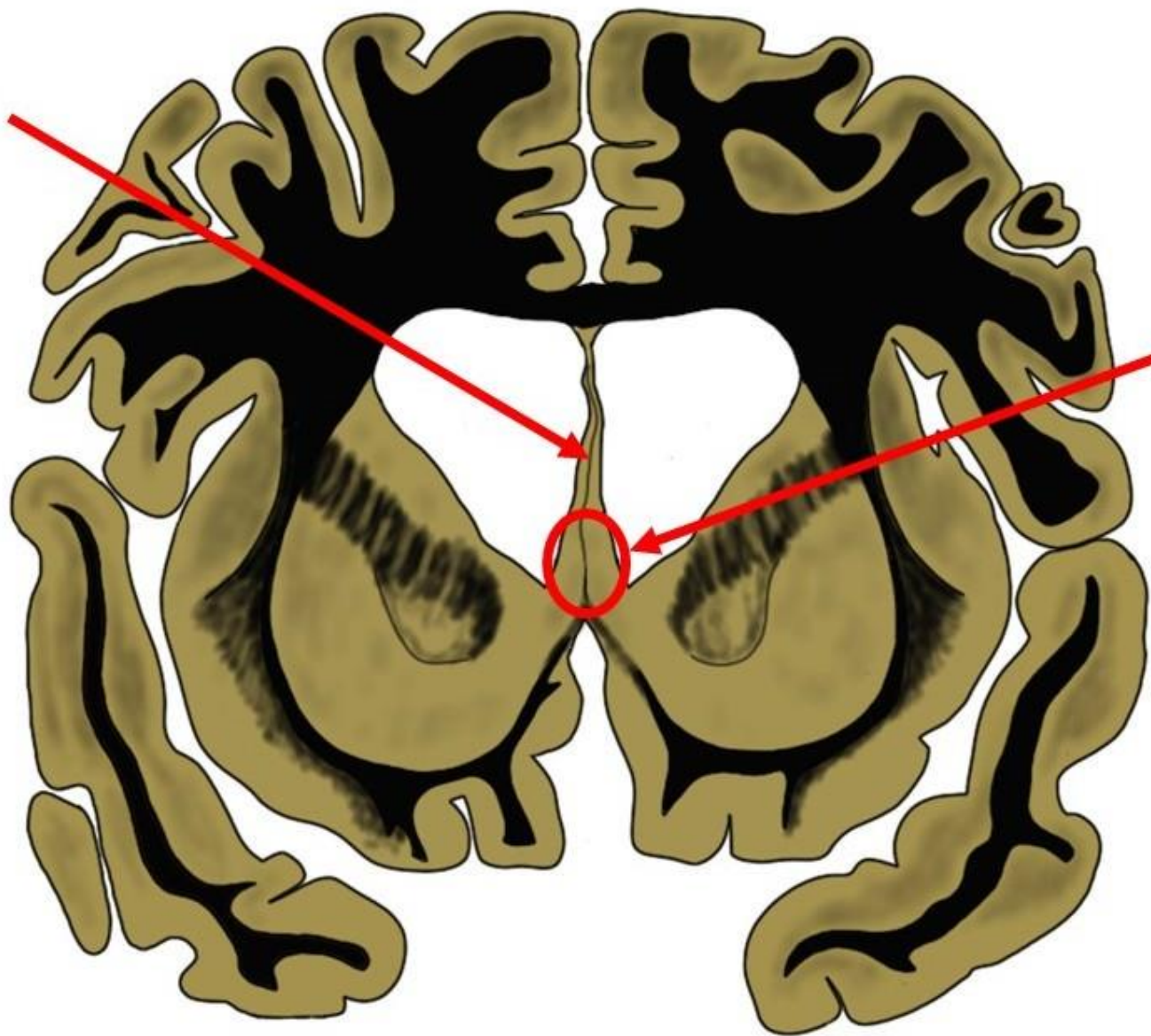


Septum pellucidum

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



SEPTUM
PELLUCIDUM

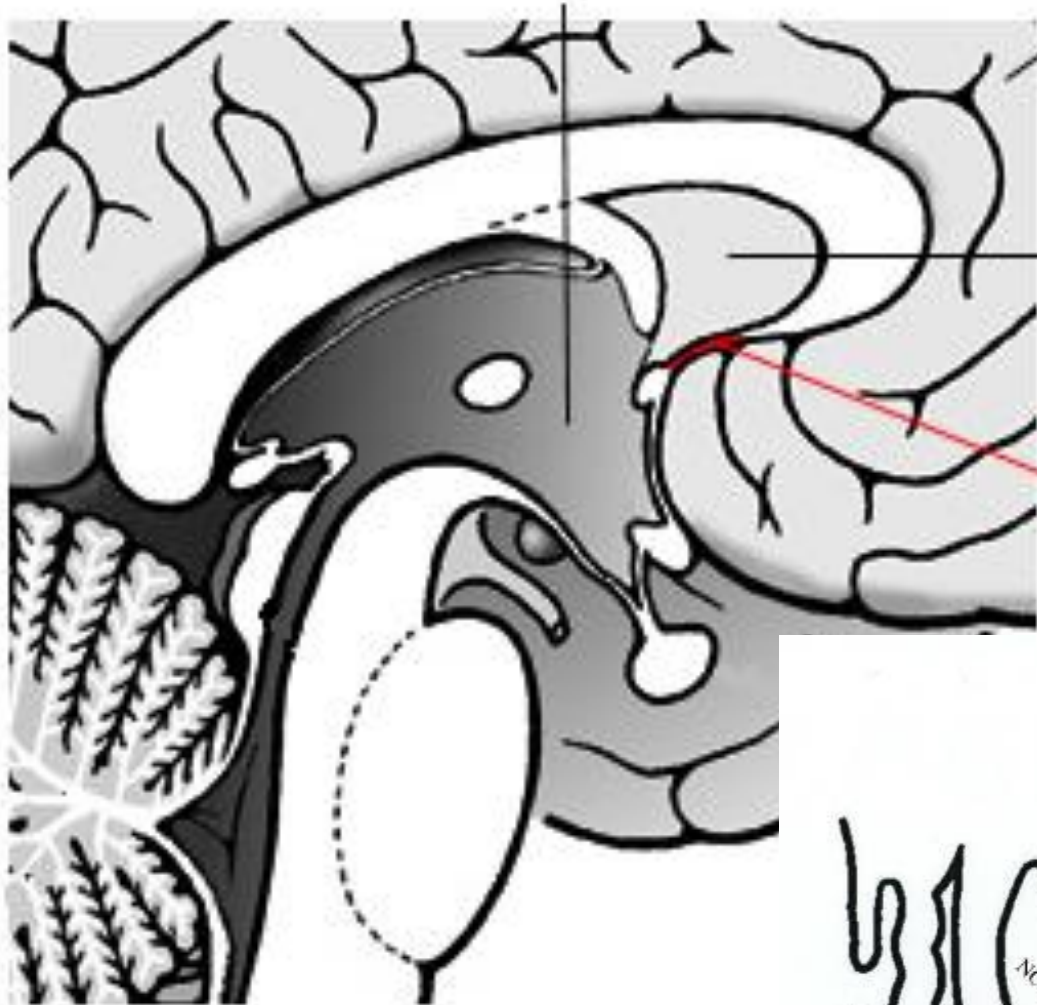


SEPTAL
NUCLEI

Ncl. septales

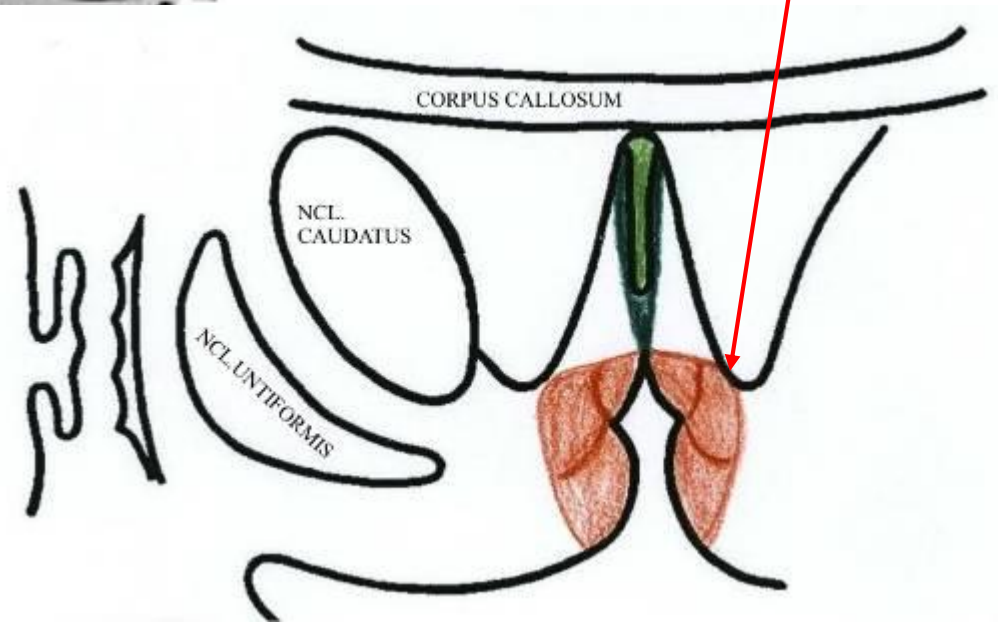
- dříve „septum verum“
- bazální část septa tvořená 6 jádry
- povrchová projekce = gyrus paraterminalis (není tudíž korovou oblastí!)
- laterálně tvoří mediální plochu předního rohu postranní komory
- kaudálně je ukončuje kolmo probíhající commissura anterior
- funkce: úzce spojena s limbickým systémem
 - 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:

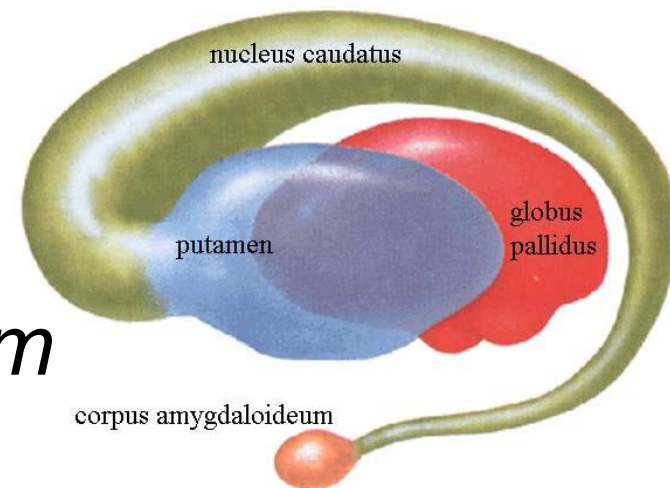
- tlumivý (inhibiční) vliv na motoriku → omezení nadbytečných pohybů
- zahájení volního pohybu
- regulace svalového tonu a zapojení posturálních svalů
- motorická (nedeklarativní, procedurální) paměť, pohybové automatizmy

Bazální ganglia = nuclei basales = pars basilaris telencephali

tradiční koncept bazálních ganglií

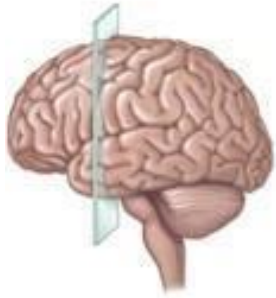
- corpus striatum = *neostriatum*
 - nucleus caudatus + putamen
- nucleus lentiformis
 - putamen + globus pallidus
- globus pallidus = *paleostriatum*
- corpus amygdaloideum = *archistriatum*

Basal Nuclei [Ganglia] - Schema
Left Lateral View

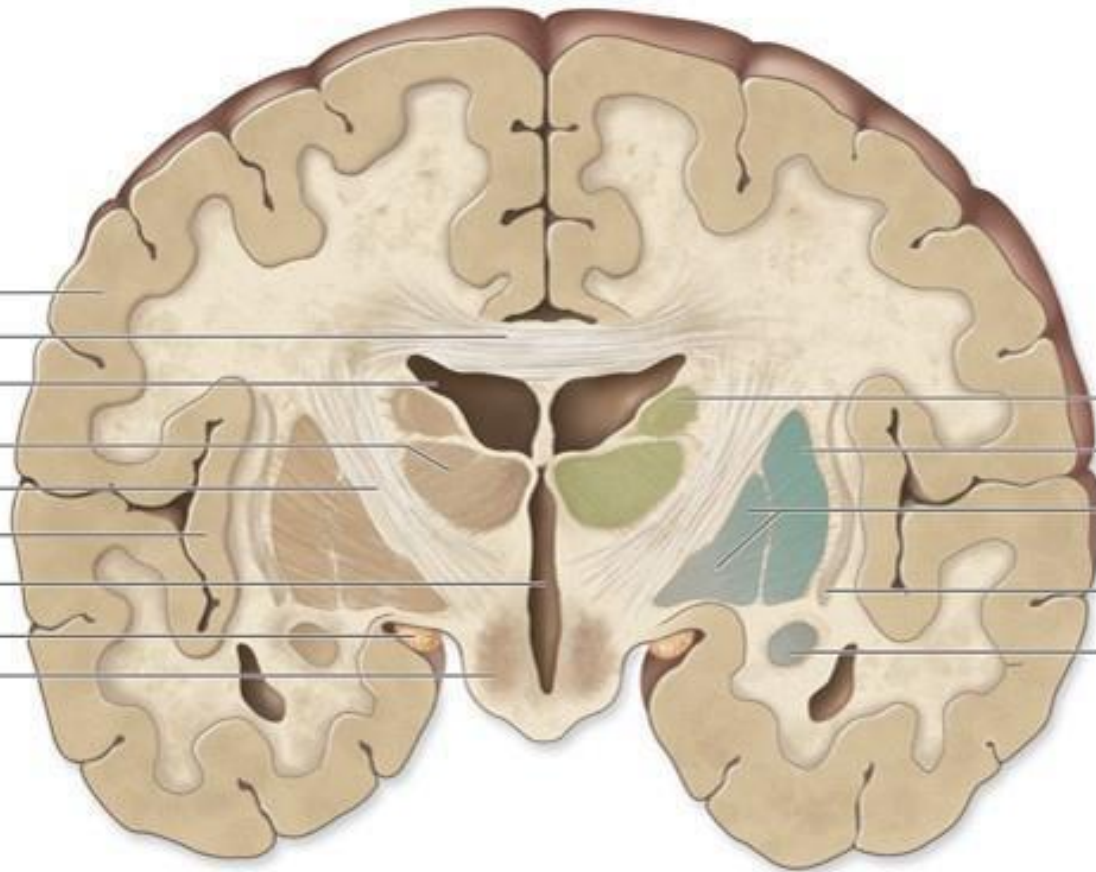


Bazální ganglia = nuclei basales

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



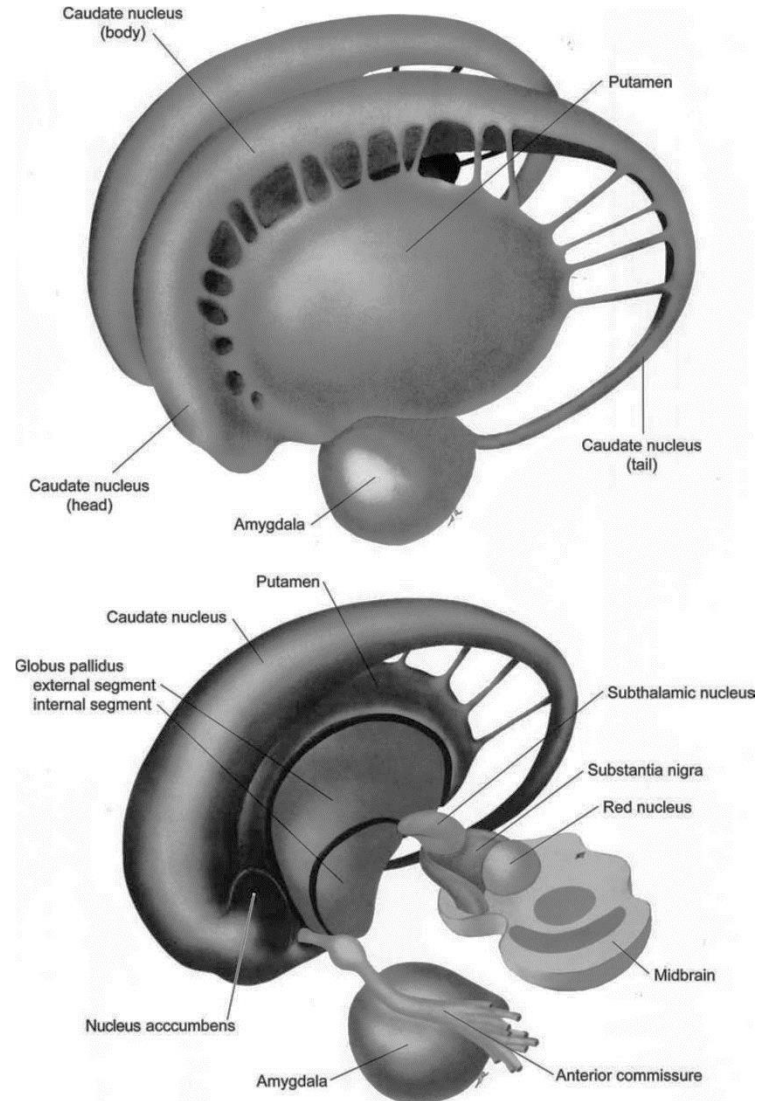
- Cortex
- Corpus callosum
- Lateral ventricle
- Thalamus
- Internal capsule
- Insula
- Third ventricle
- Optic tract
- Hypothalamus



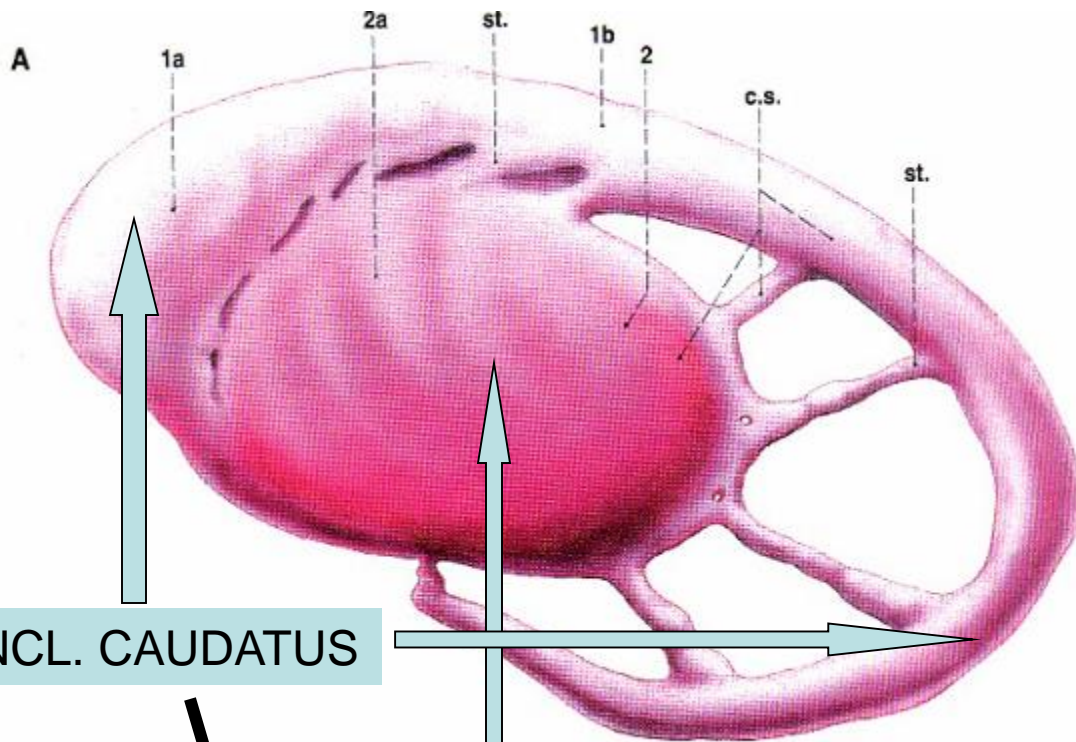
Cerebral nuclei	
Caudate nucleus	} Corpus striatum
Putamen	
Globus pallidus	} Lentiform nucleus
Clastrum	
Amygdaloid body	

Hlavní bazální ganglia

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



Nuclei basales

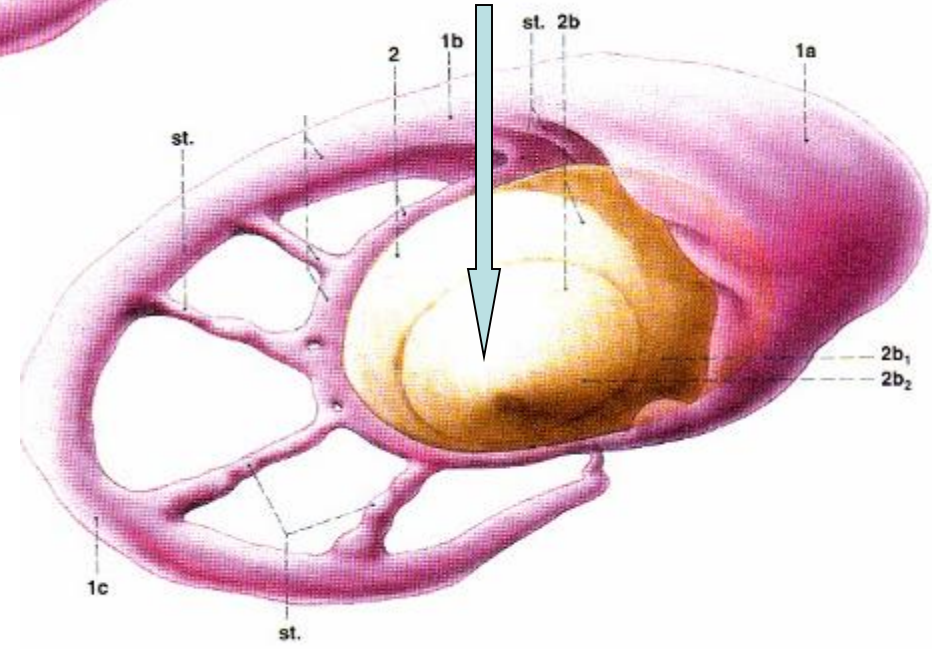


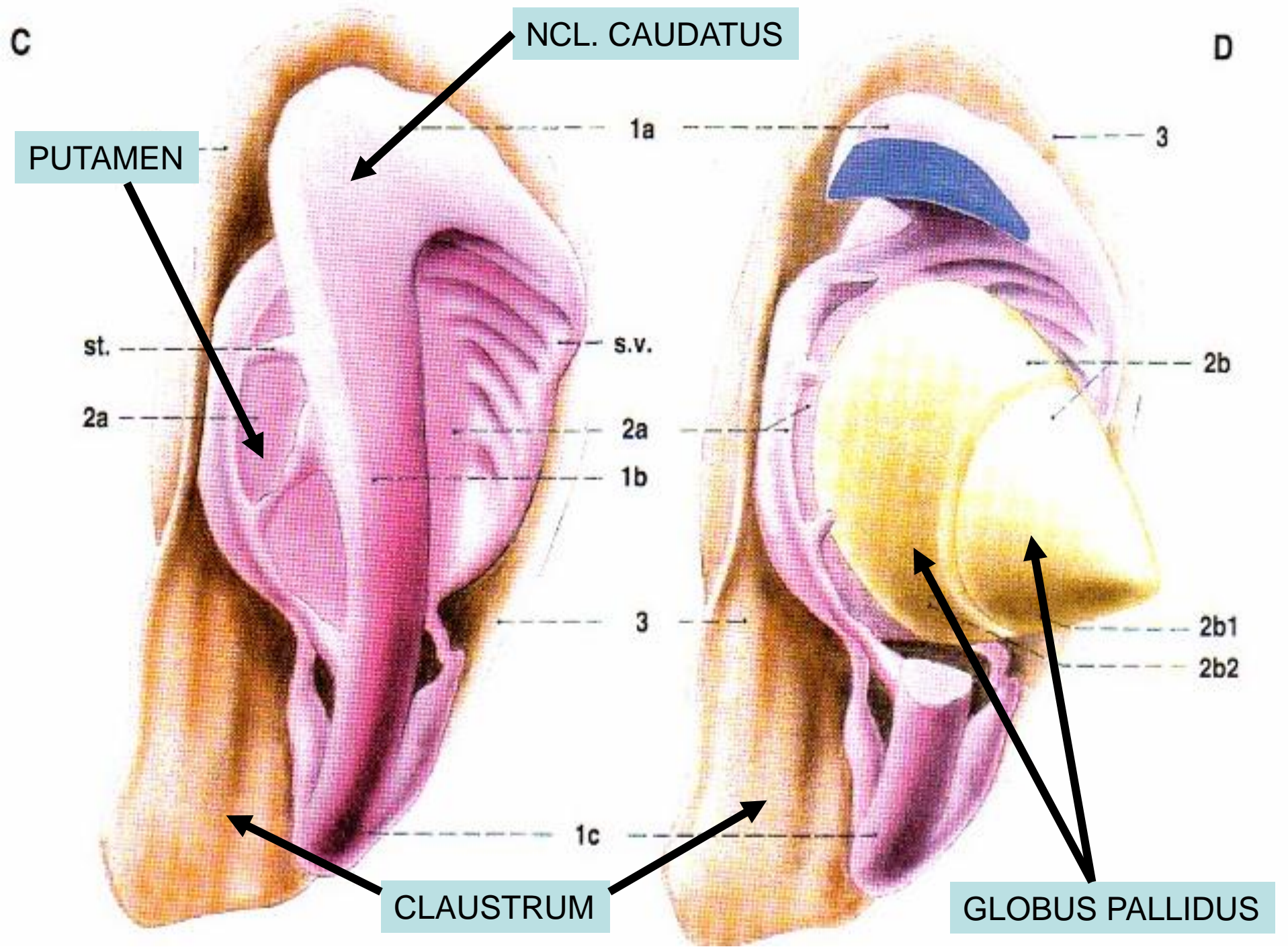
NCL. CAUDATUS

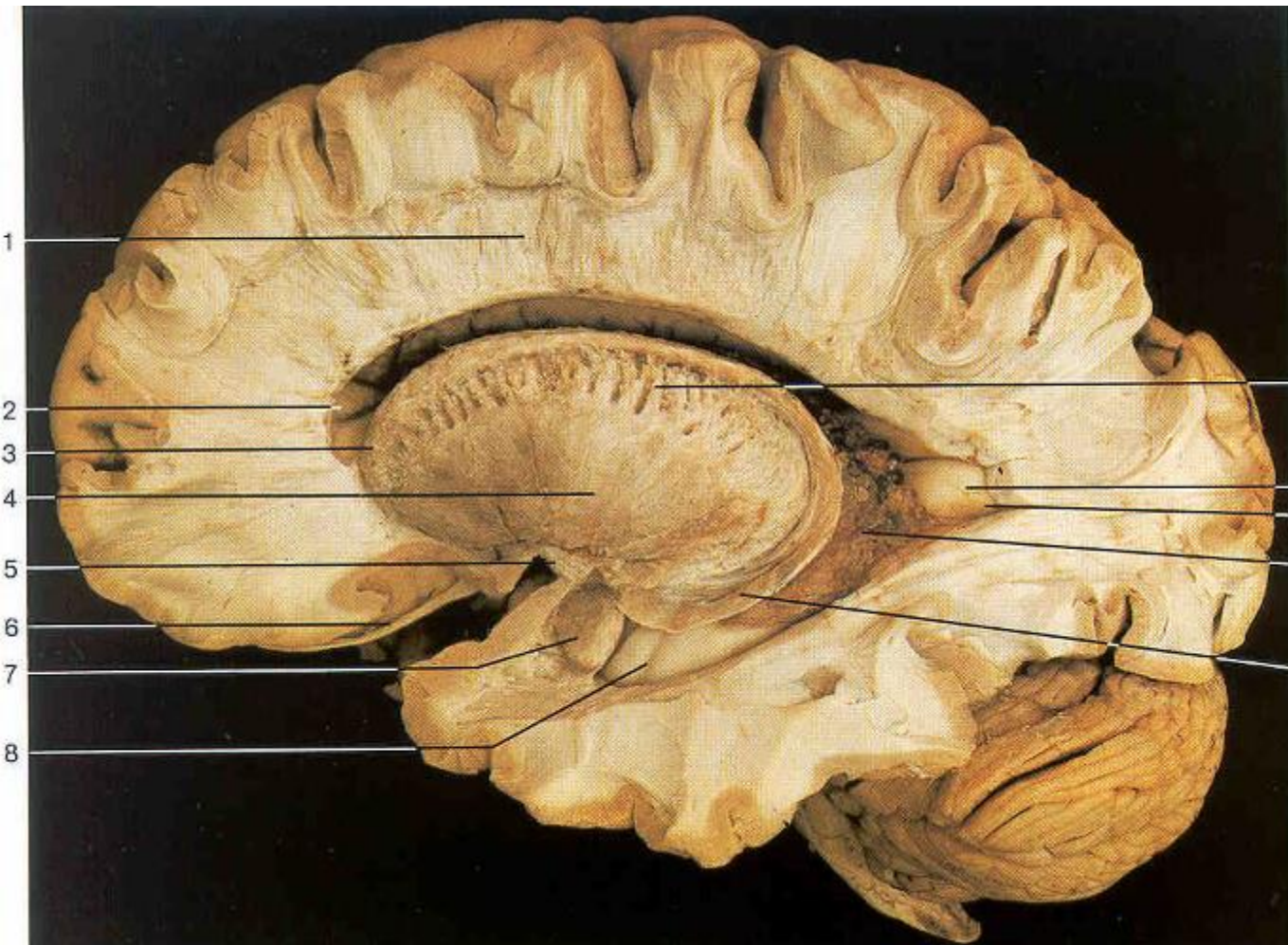
GLOBUS PALLIDUS

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

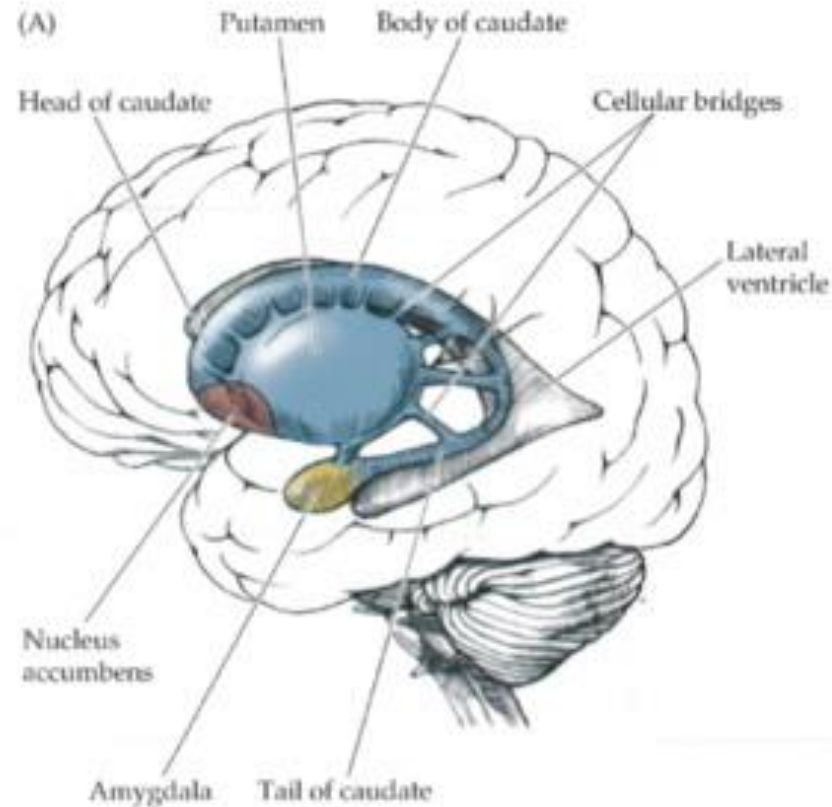
- striatum
 - nucleus caudatus
 - putamen
- striatum ventrale = ncl. accumbens
- globus pallidus
- ncl. subthalamicus
- substantia nigra
 - pars compacta (A9)
 - pars reticularis

další

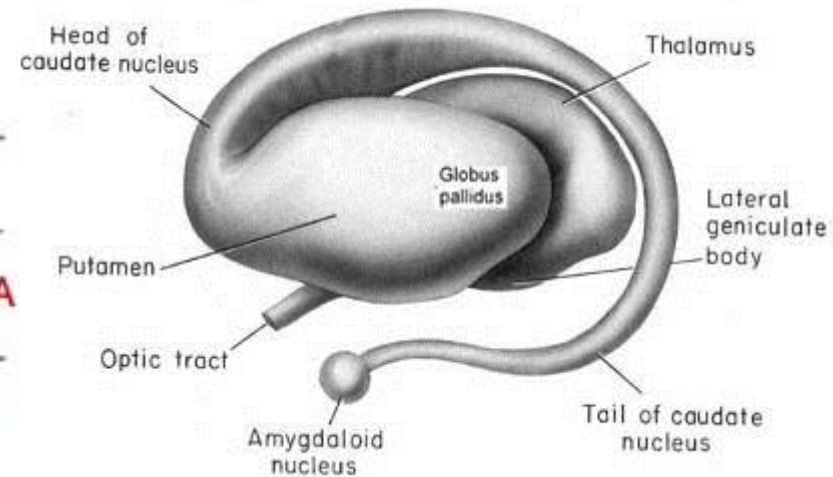
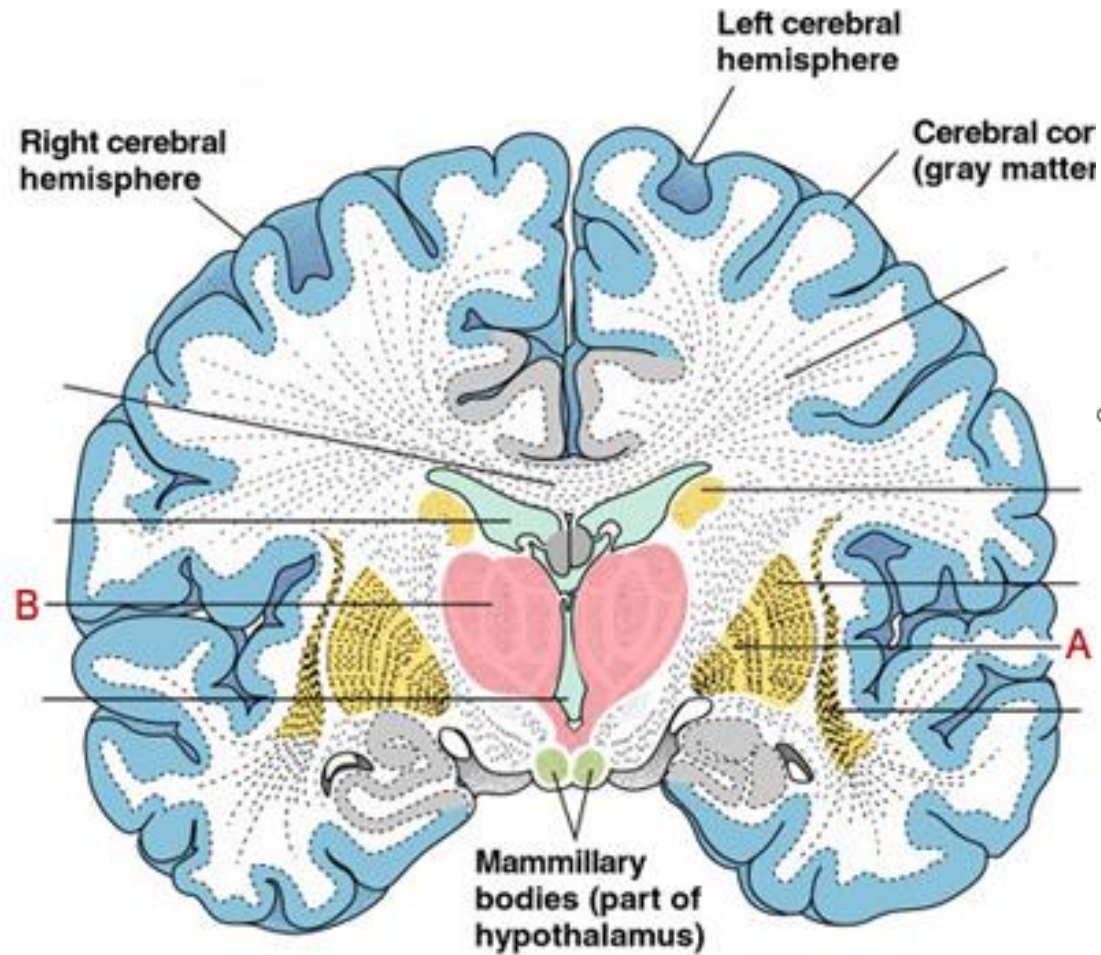
- claustrum
- corpus amygdaloideum
- ncl. tegmentales ventrales Tsai (A10)
- ncl. basalis Meynerti (Ch4)
- ncl. pedunculo-pontinus

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

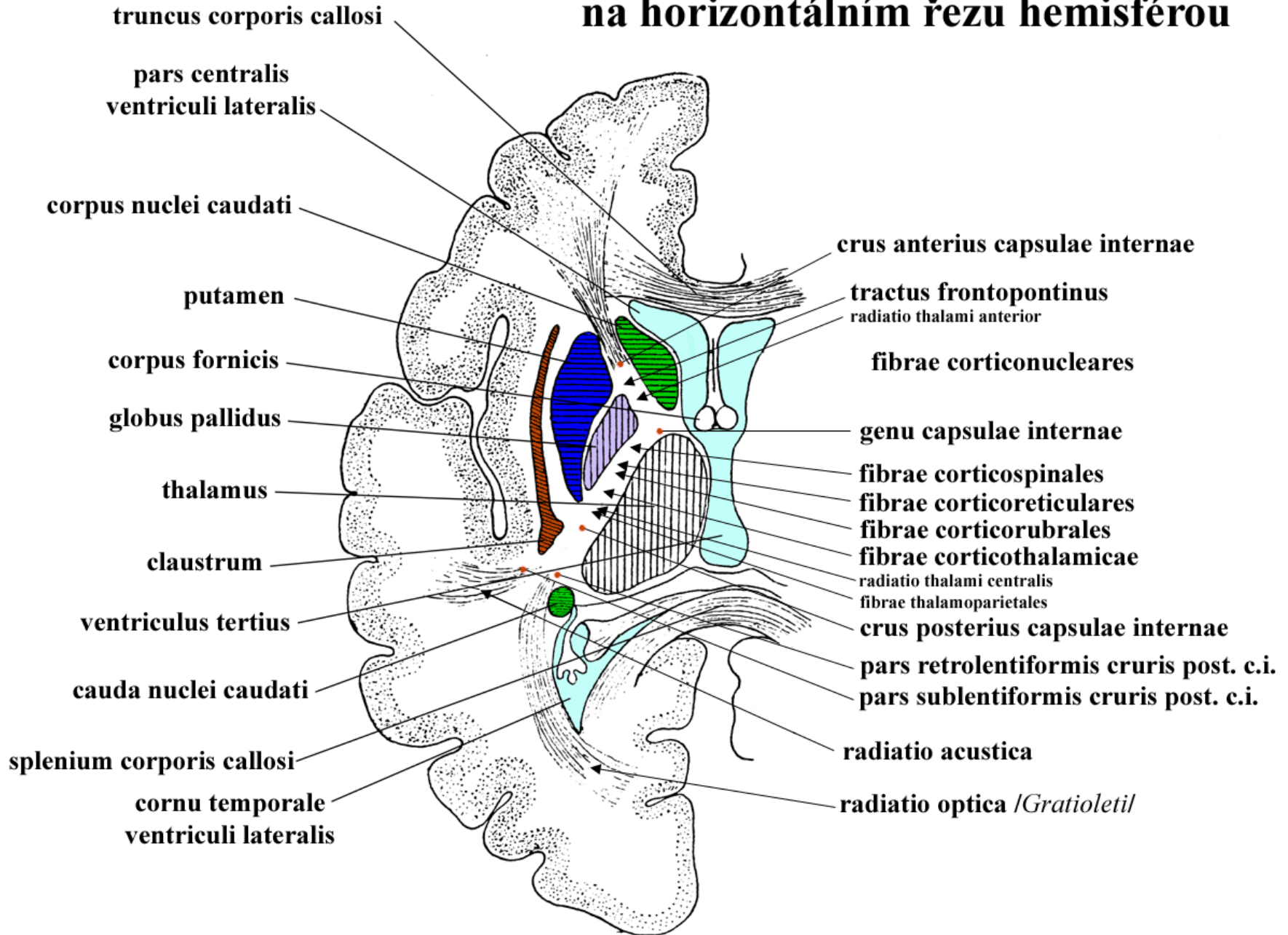


Bílá hmota v pars basilaris

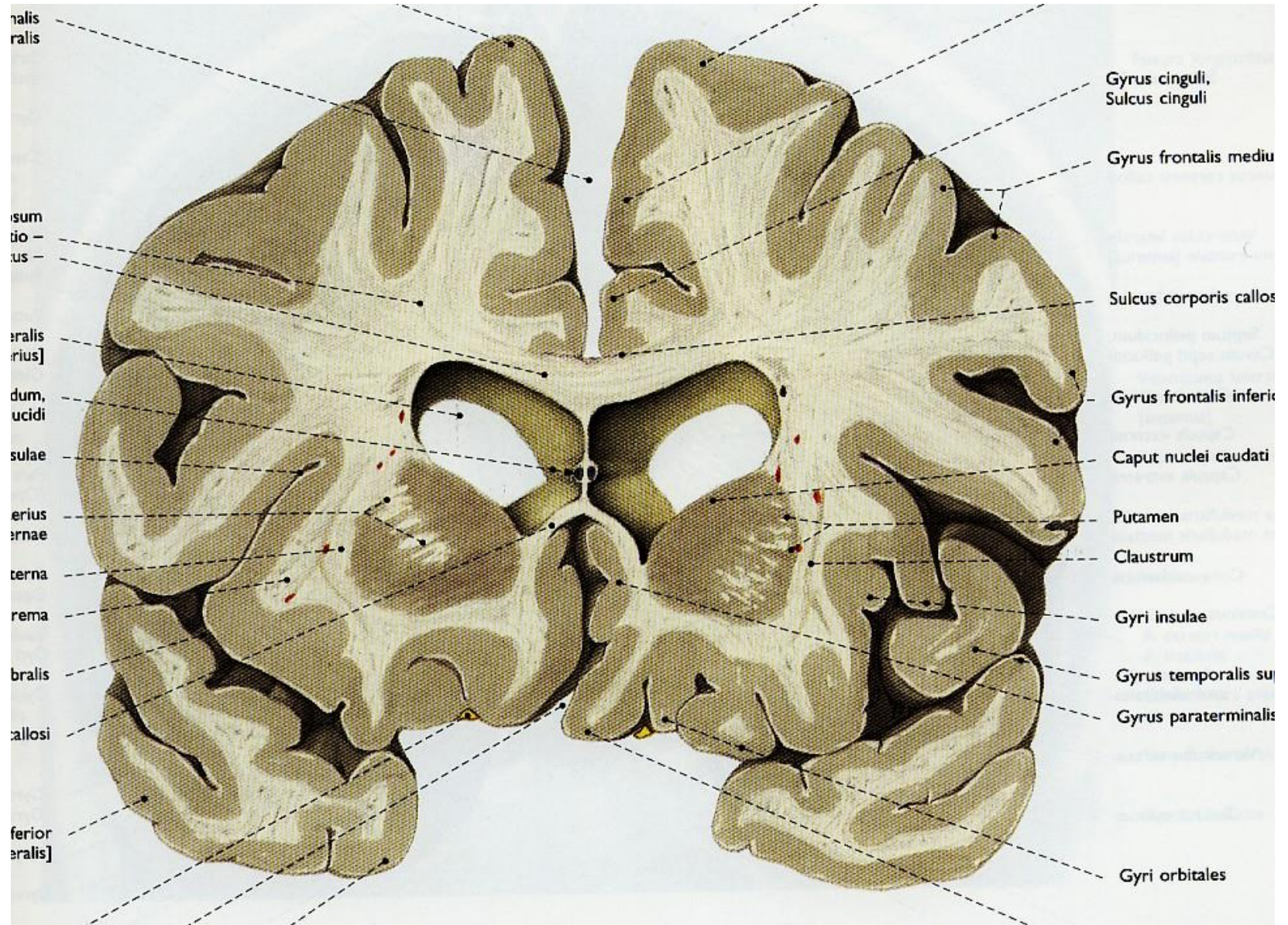
- **capsula interna**
 - mezi thalamem + nucleus caudatus (mediálně) a nucleus lentiformis (laterálně)
 - crus anterius, genu, crus posterius
- **capsula externa**
 - mezi nucleus lentiformis (mediálně) a claustrum (laterálně)
- **lamina medullaris medialis**
 - mezi globus pallidus medialis (mediálně)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

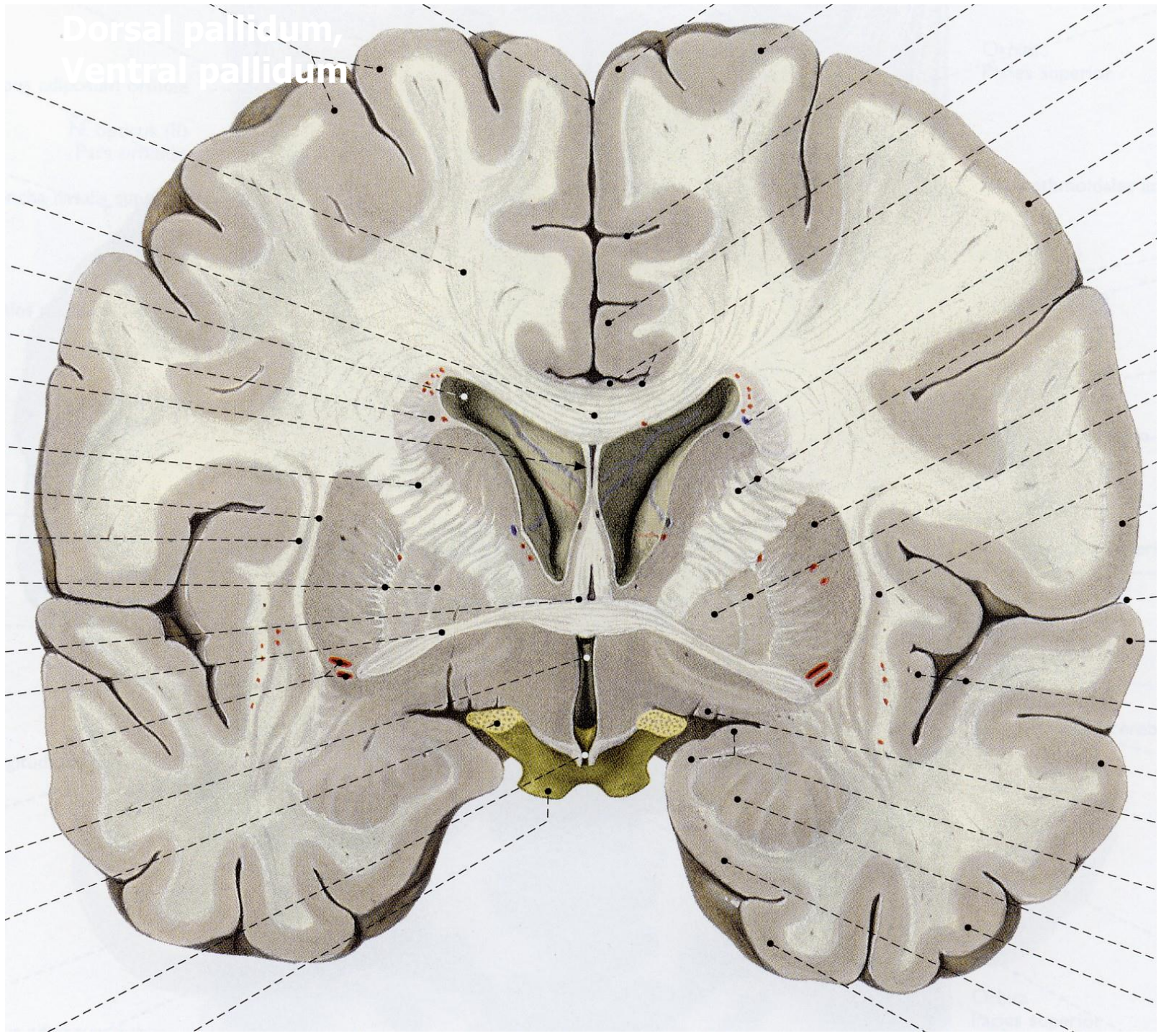
na horizontálním řezu hemisférou



Striatum dorsale et ventrale (ncl. accumbens)



Dorsal pallidum,
Ventral pallidum



s lateralis
centralis

li lateralis

Corpus fo

orubrales

ansversae

ialis (VII),
armedius,
aris (VIII)

culi quarti

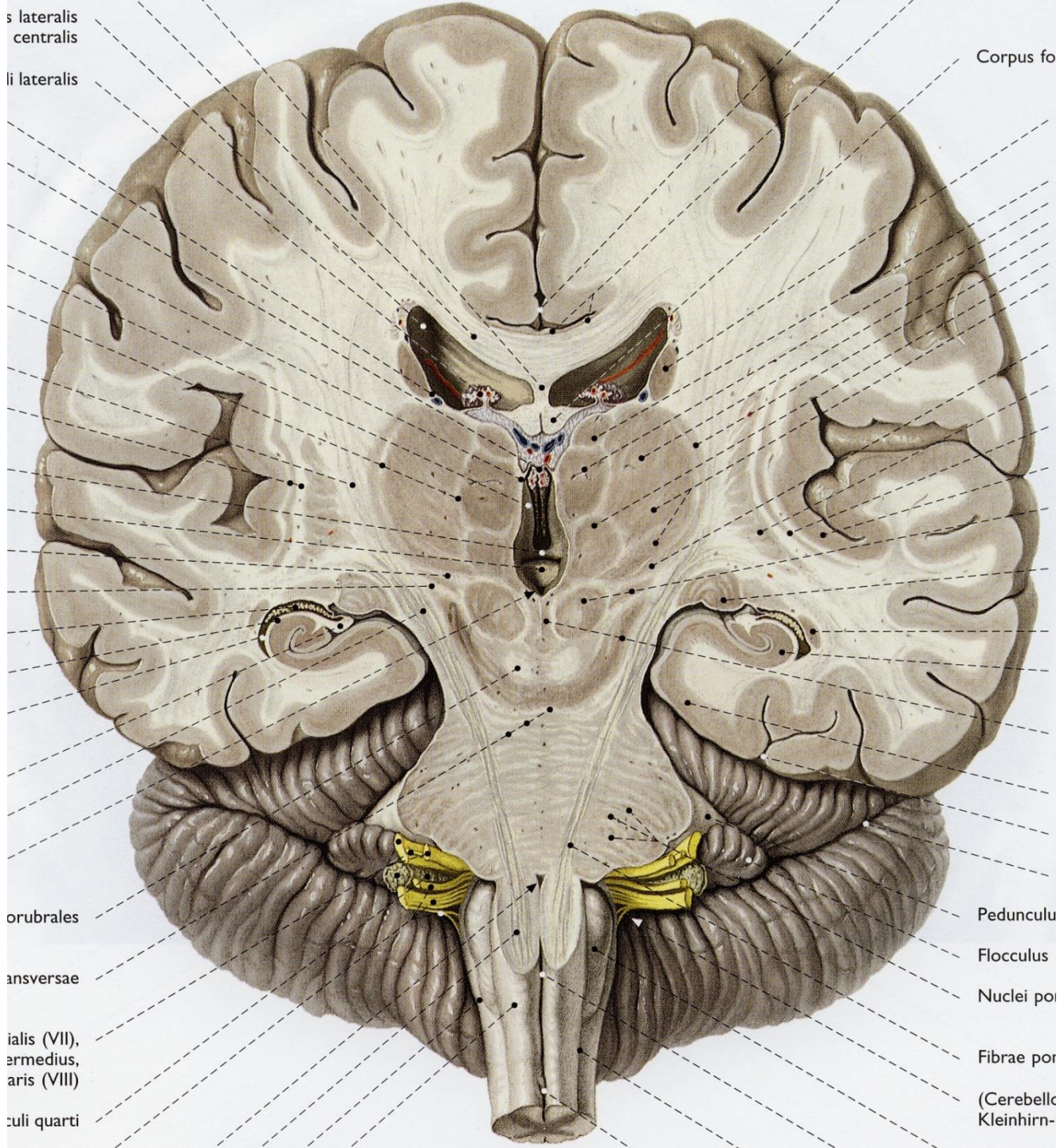
Pedunculo

Flocculus

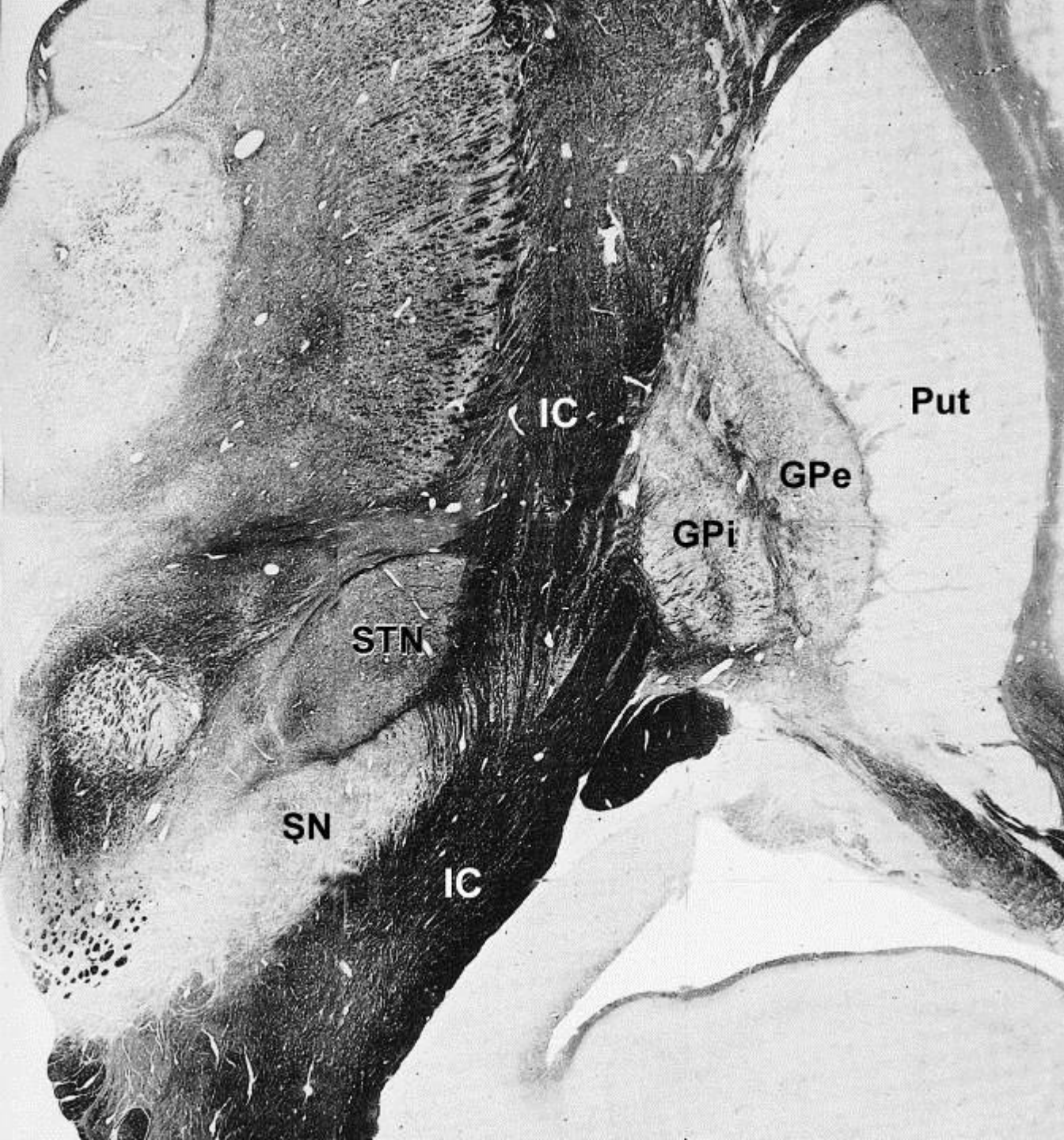
Nuclei po

Fibrae por

(Cerebell
Kleinhirn-



Bazální ganglia



Nucleus caudatus

Putamen

Globus pallidus

lateralis

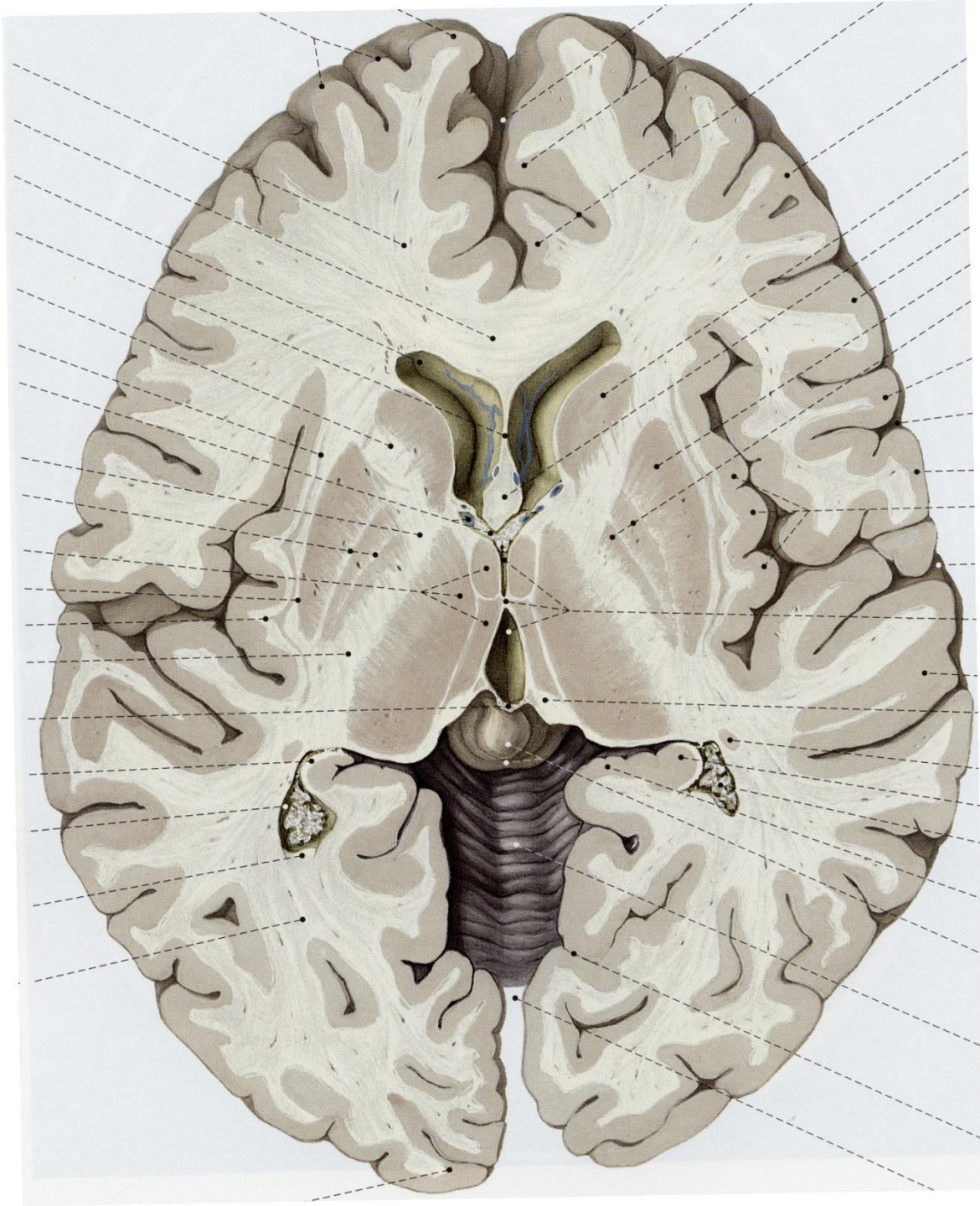
medialis

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
 - 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 přes capsula interna)
 - ncl. accumbens (septi) (ventrobazálně)

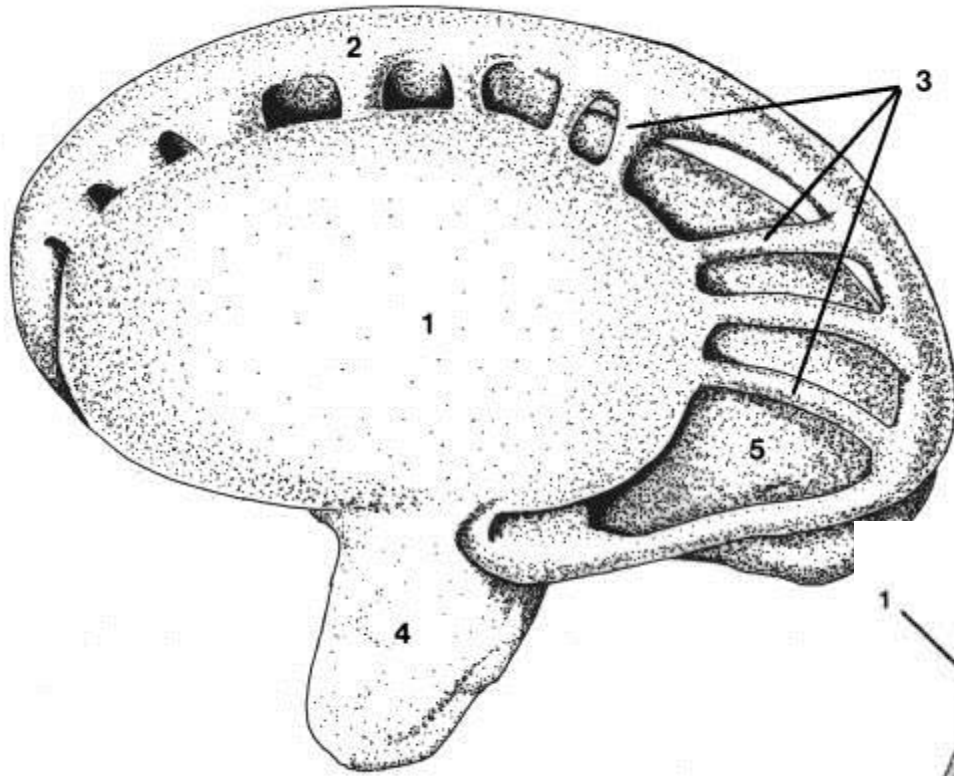
Bazální ganglia (nuclei basales) – striatum

základní funkce: vyváření motorických vzorců

poškození:

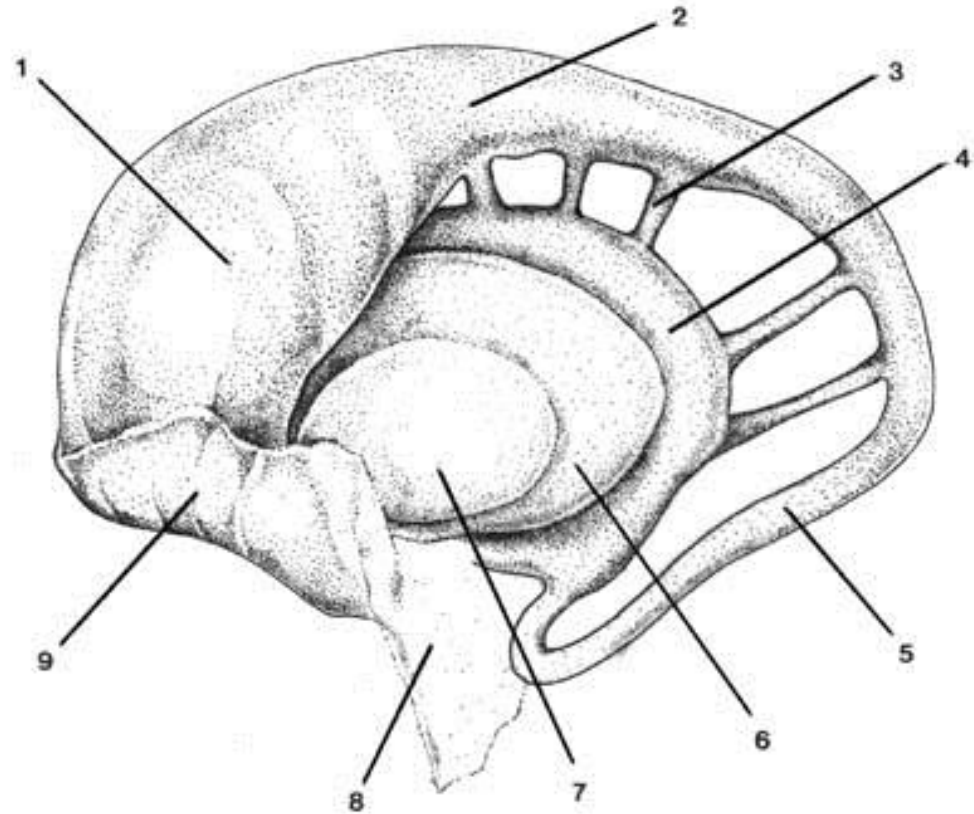
- mimovolní pohyby **athetoidní** (= pomalé, kroutivé, plazivé, šplhavé), svalová hypotonie
- mimovolní pohyby **choreatické** (= rychlé, neúčelné a nepravidelné pohyby jazyka, mimických svalů a HK), svalová hypotonie

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
- 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 interna
 - 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*

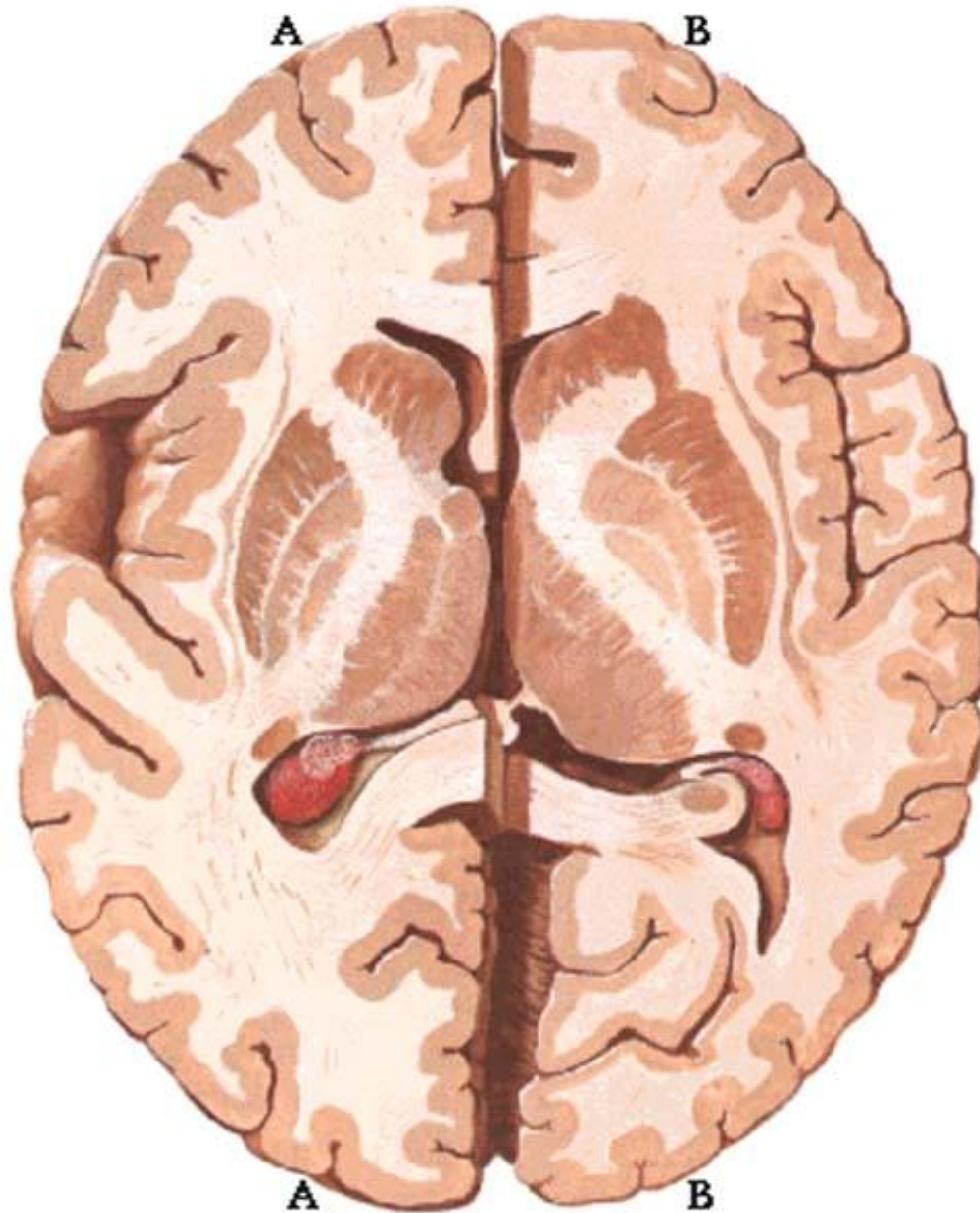
Pallidum ventrale = malá část globus pallidus zasahující ventrálně(bazálně) od commissura anterior

Nucleus lentiformis = putamen + globus pallidus

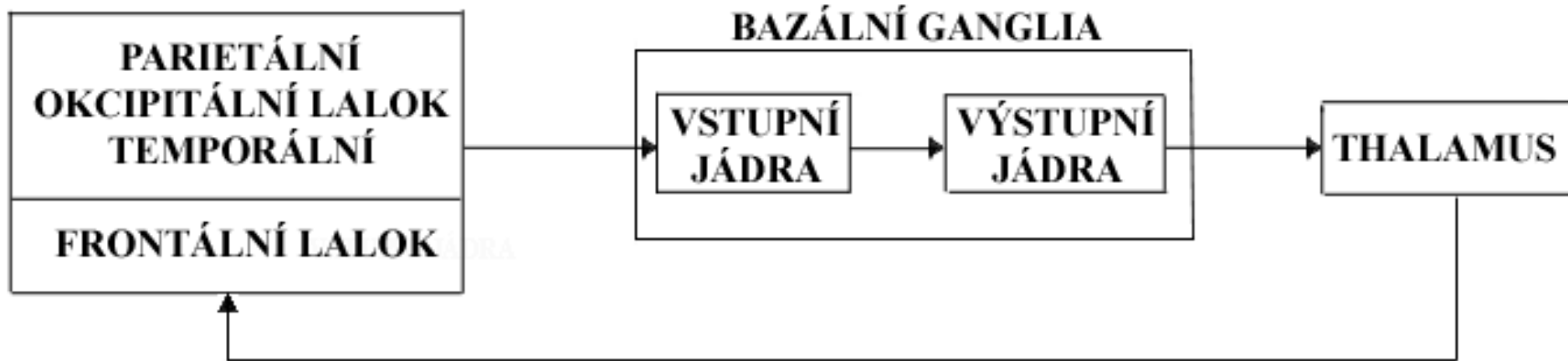
- *morfologický pojem!*
- odděluje je navzájem lamina medullaris externa

Basal Nuclei [Ganglia]

Horizontal Sections through Cerebrum



Základní funkční zapojení telencefala



Vstupní jádra

- nucleus caudatus
- putamen
- nucleus accumbens

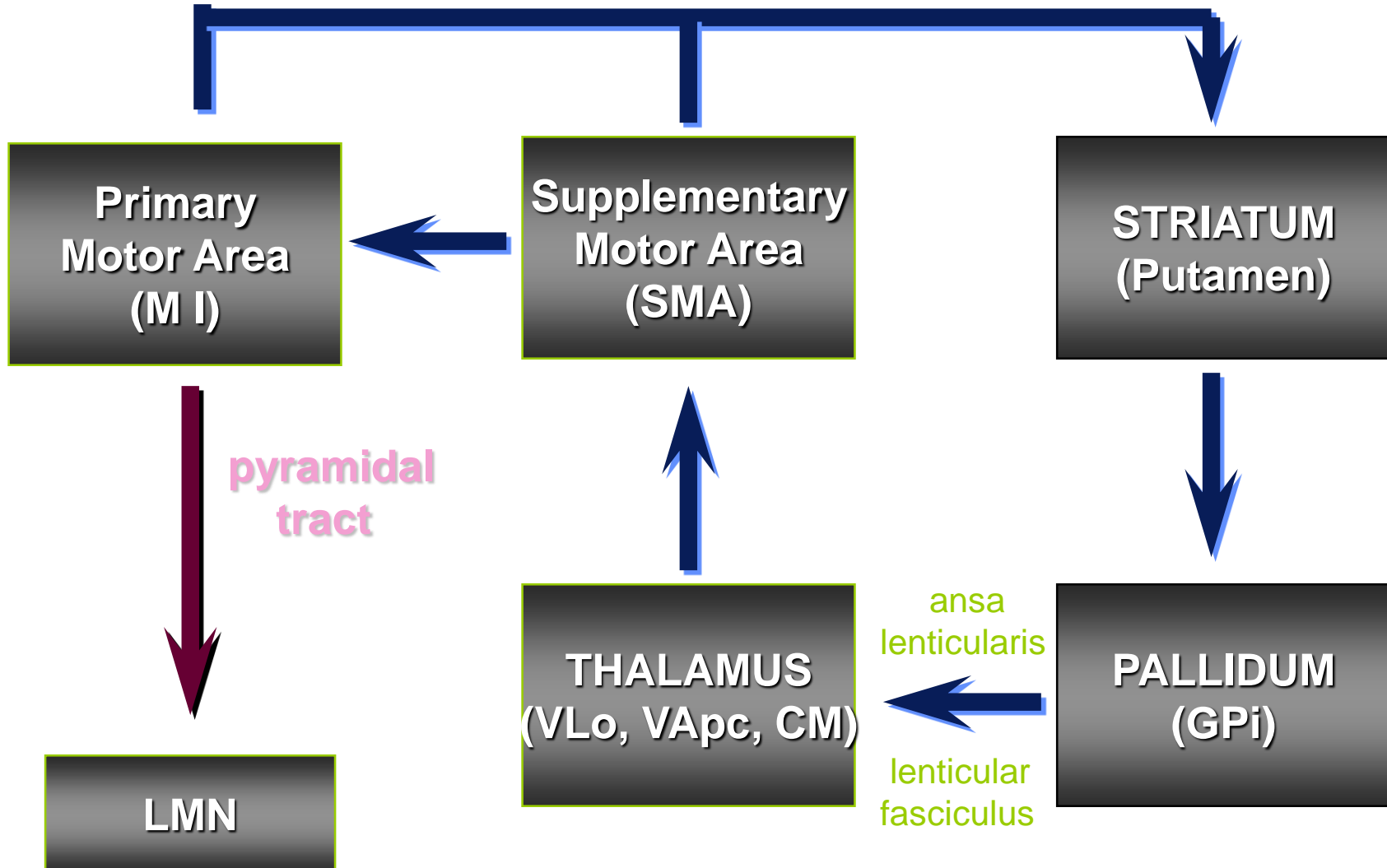
Výstupní jádra

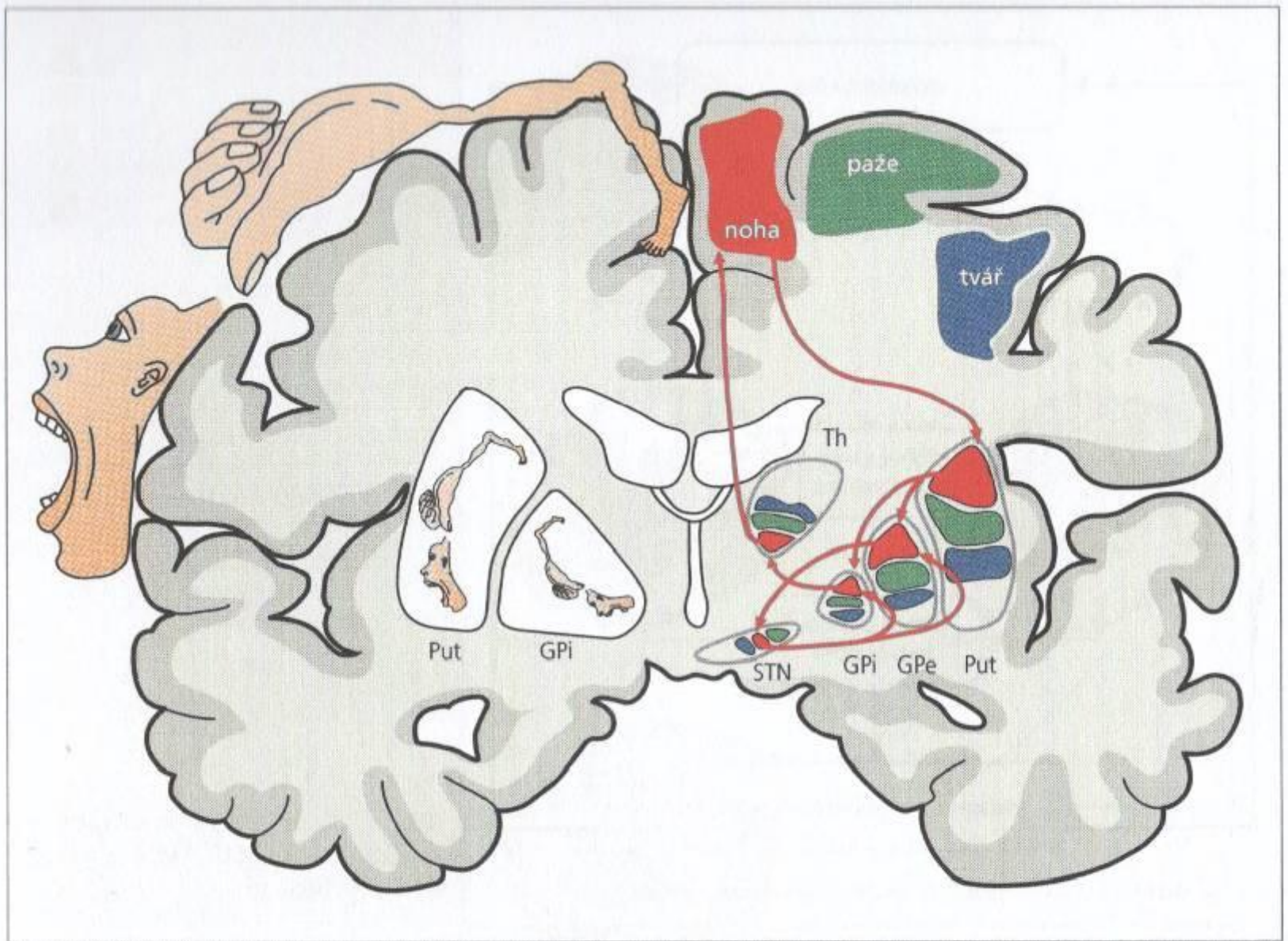
- pars reticularis substantiae nigrae
- globus pallidus medialis
- pallidum ventrale

Vnitřní (vmezeřená) jádra

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

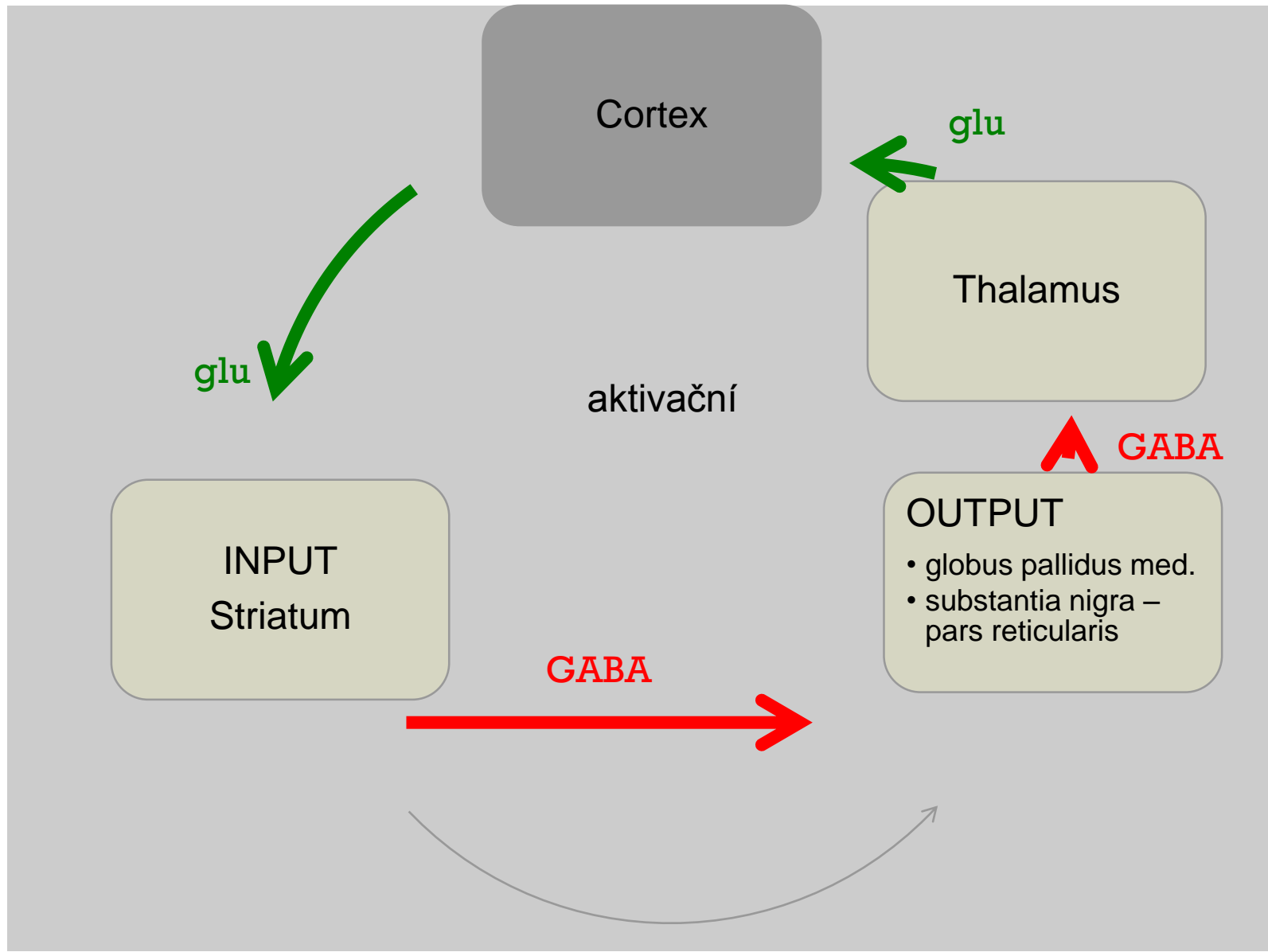
Basal Ganglia (Main Motor Circuit) - Connections

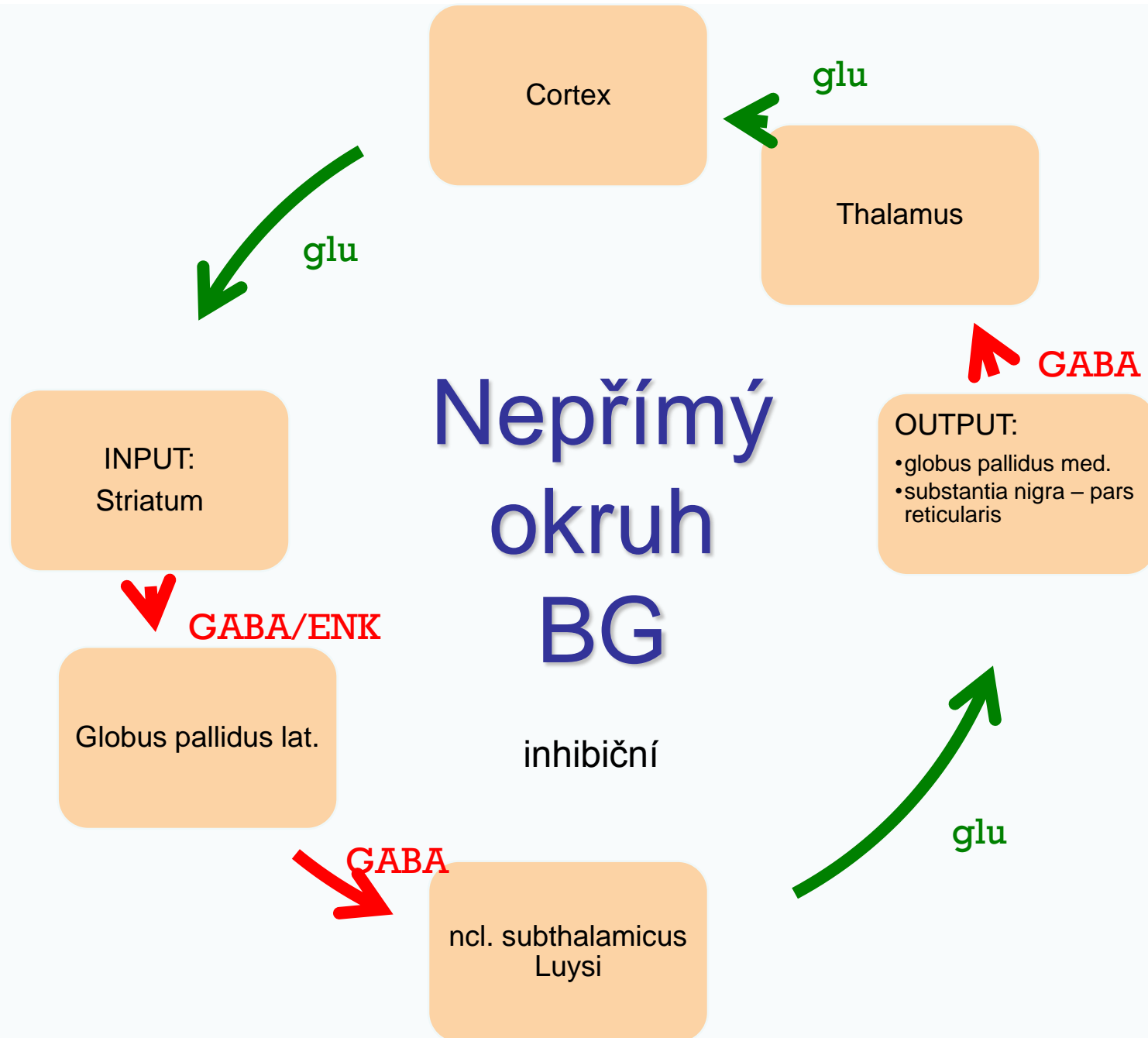


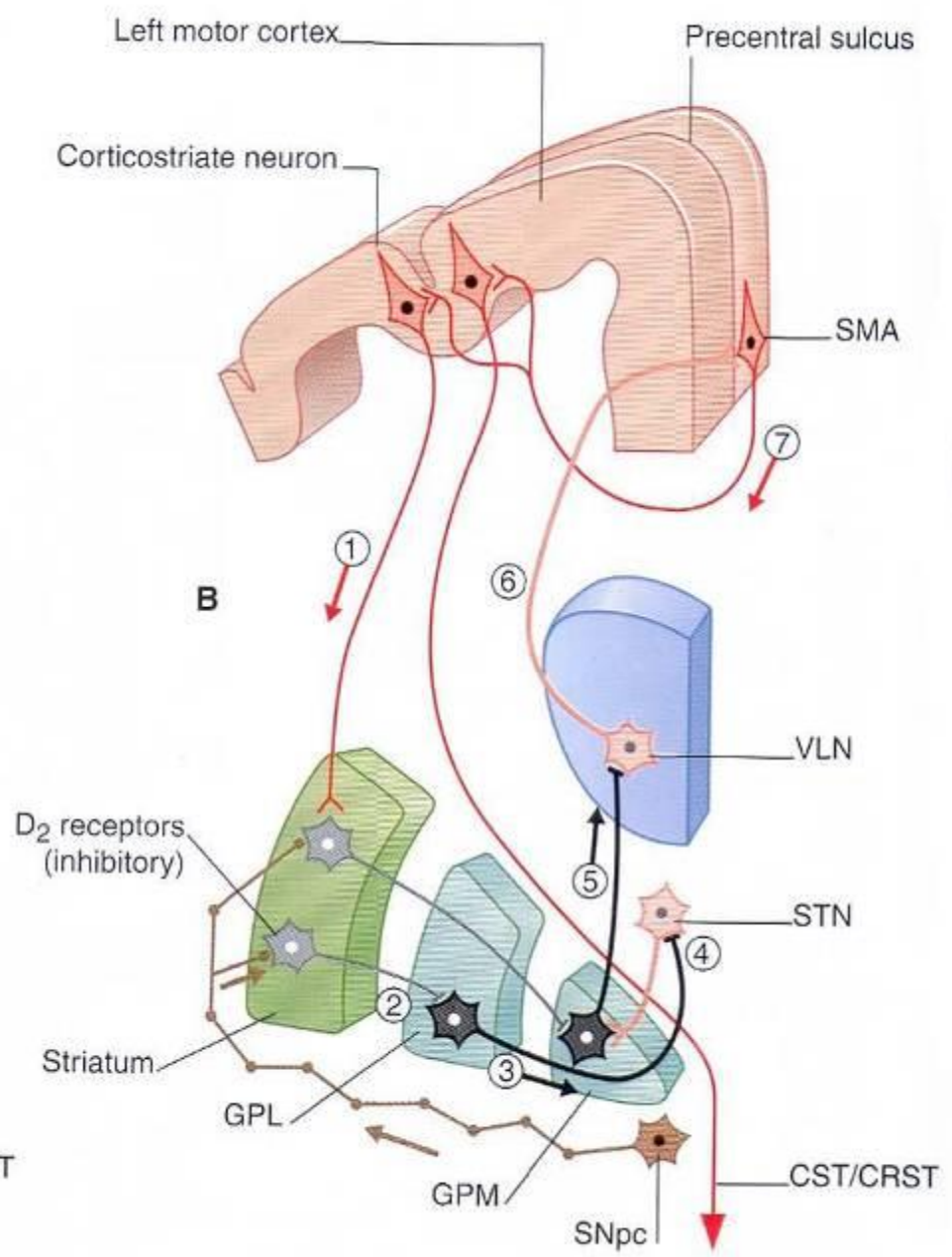
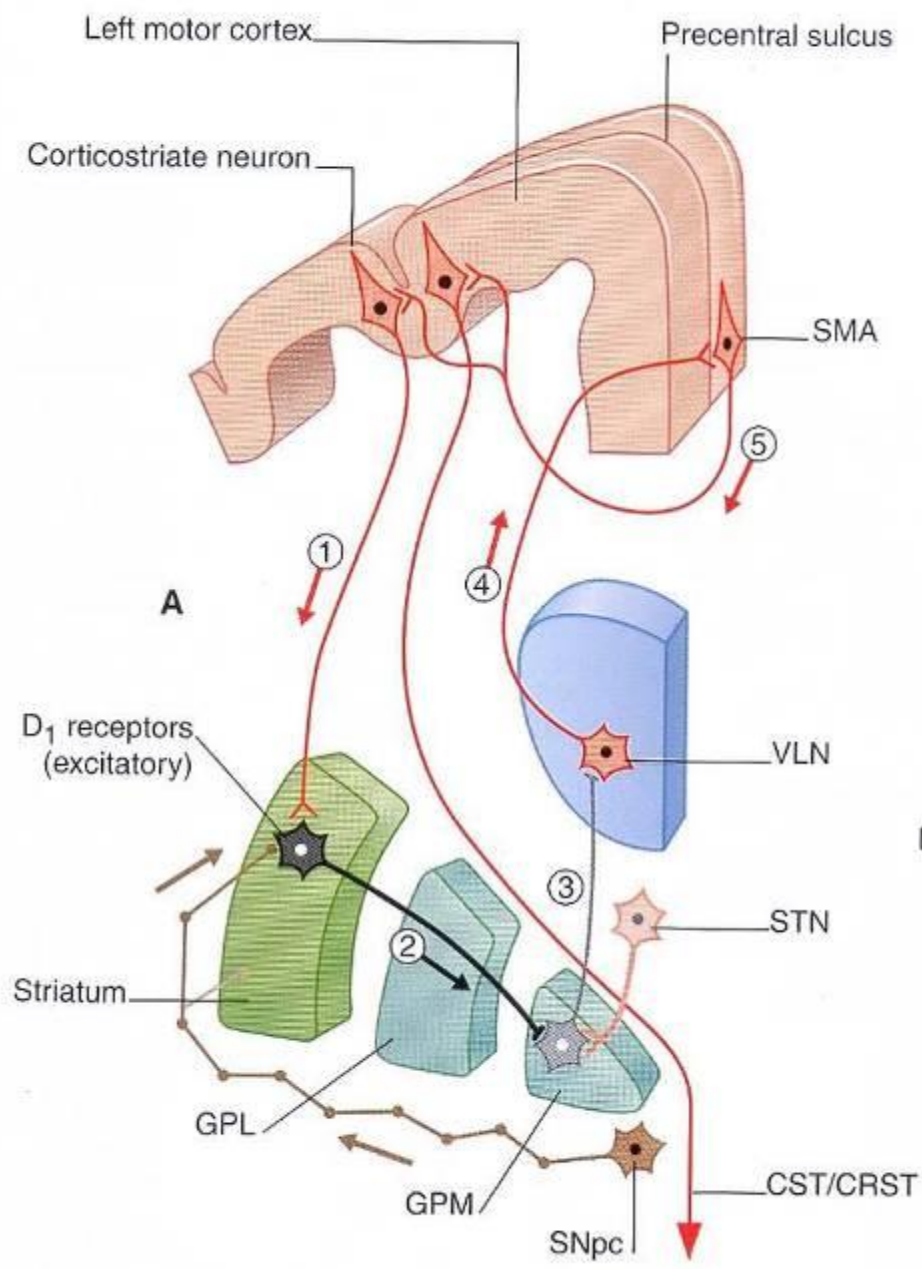


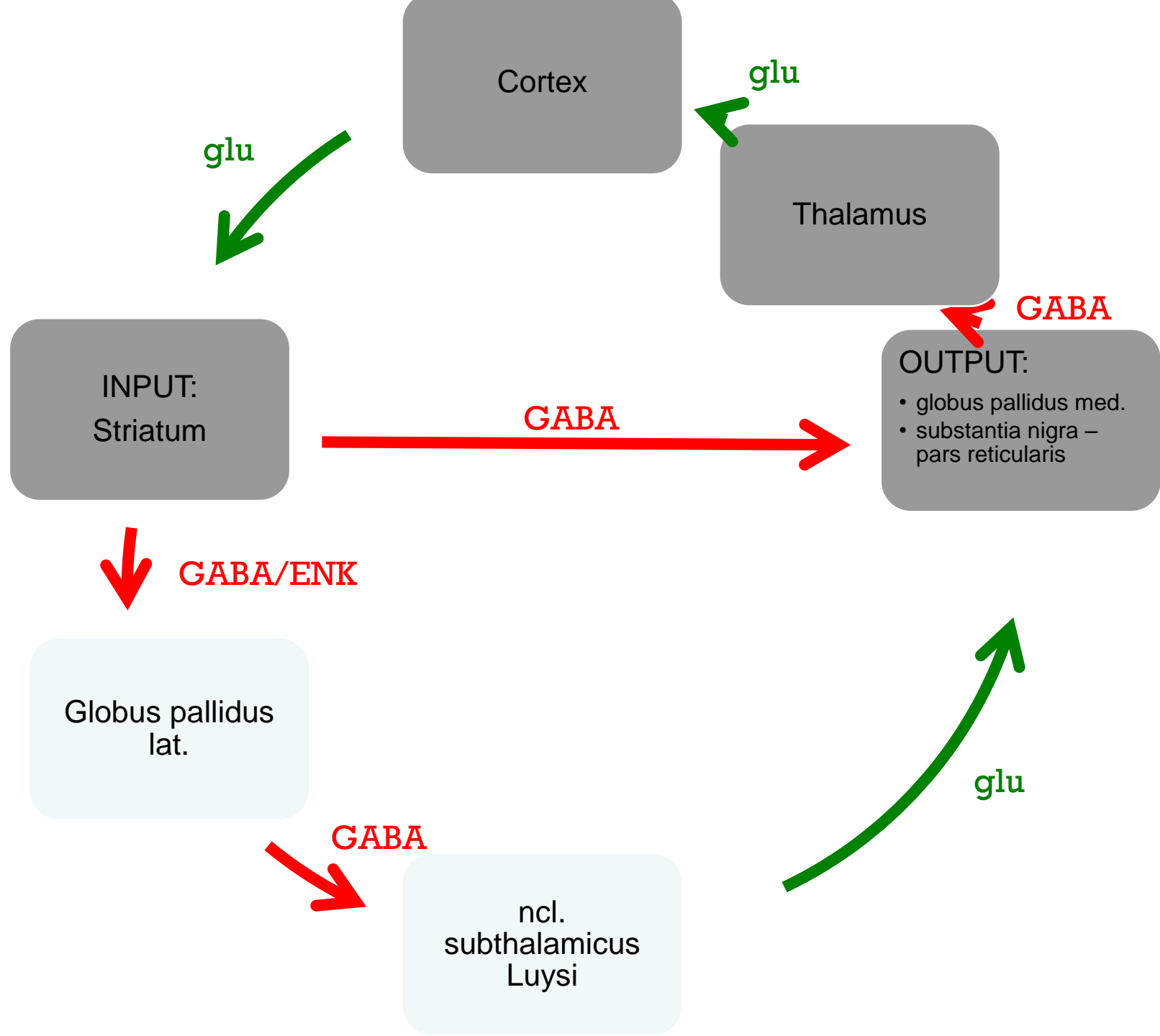
Obr. 7.3. Somatotopické uspořádání bazální ganglií se podobá motorické korové reprezentaci – »homunculo«*vi*. GPe = globus pallidus pars externa, GPi = globus pallidus, Put = putamen, pars interna, STN = nc. subthalamicus, Th = thalamus (podle: Obeso et al., 2008)

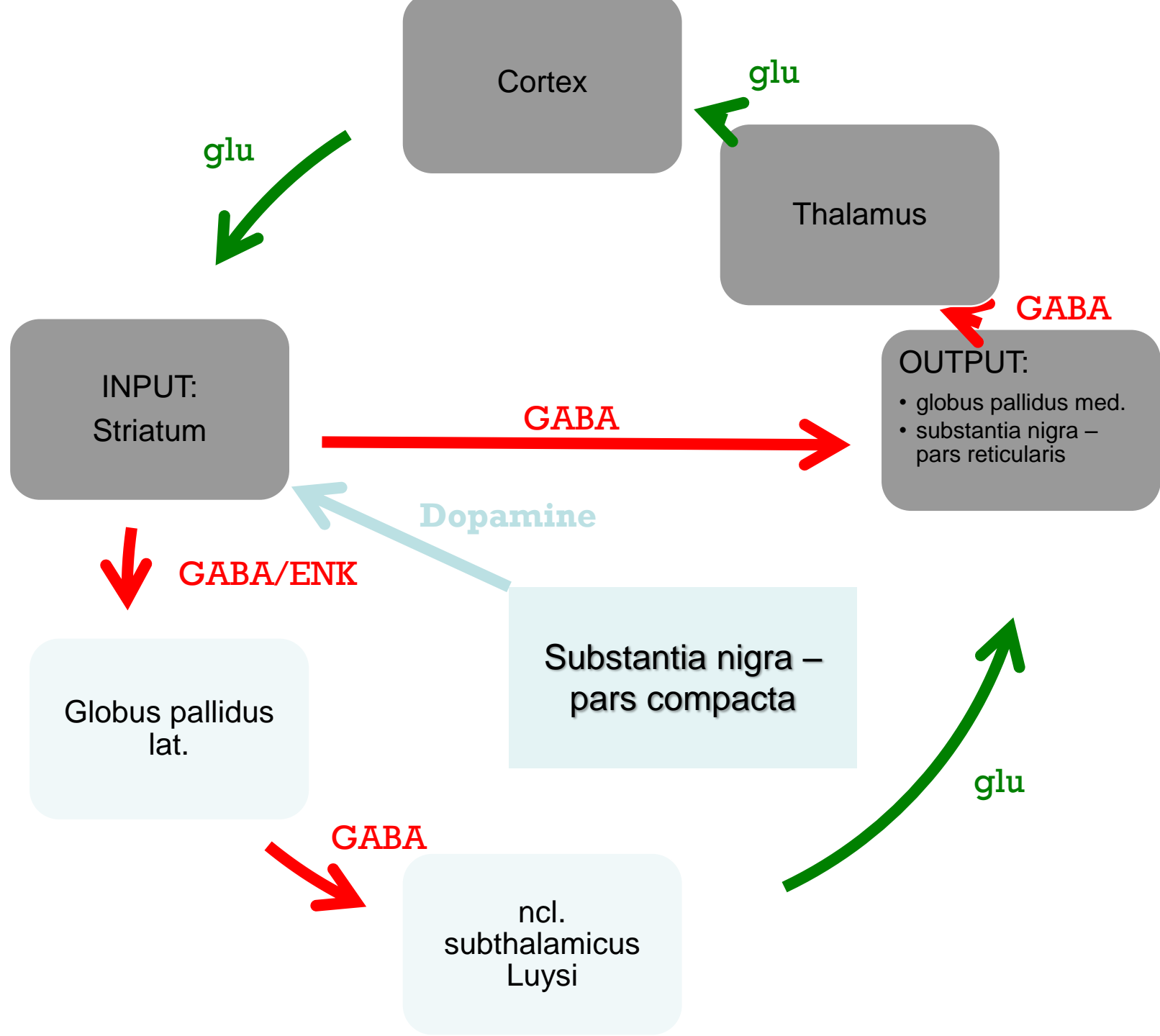
Přímý okruh BG

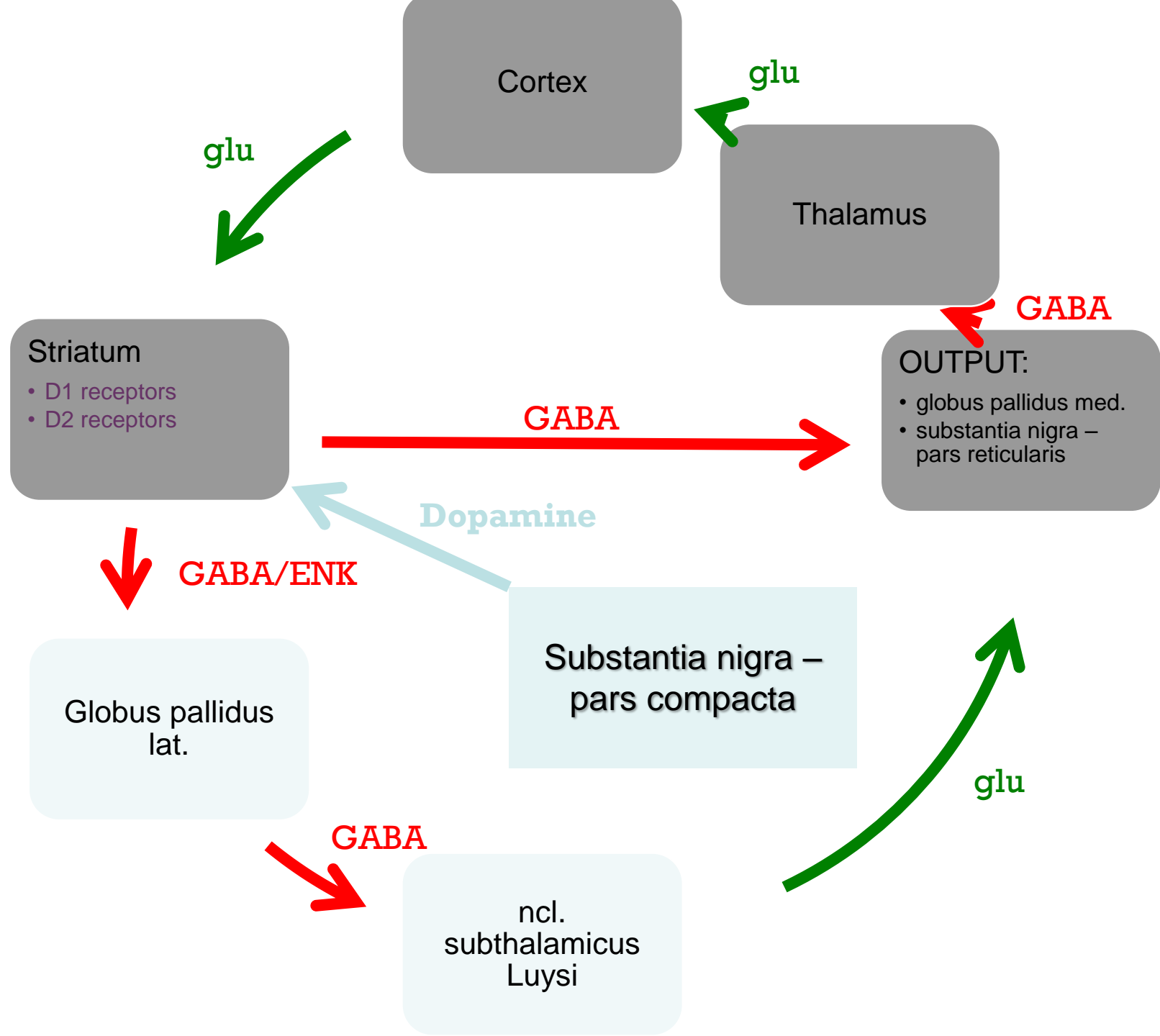


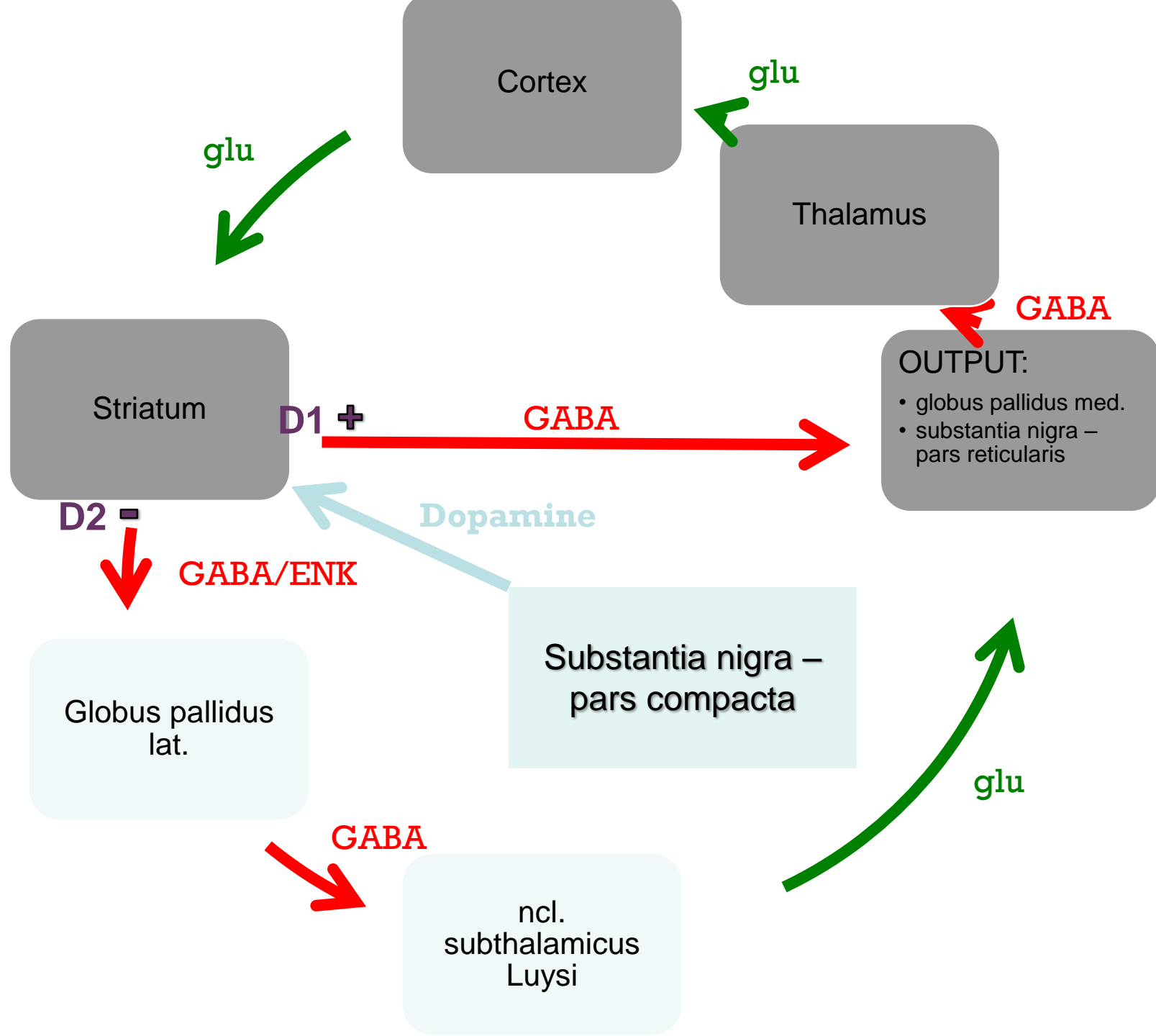


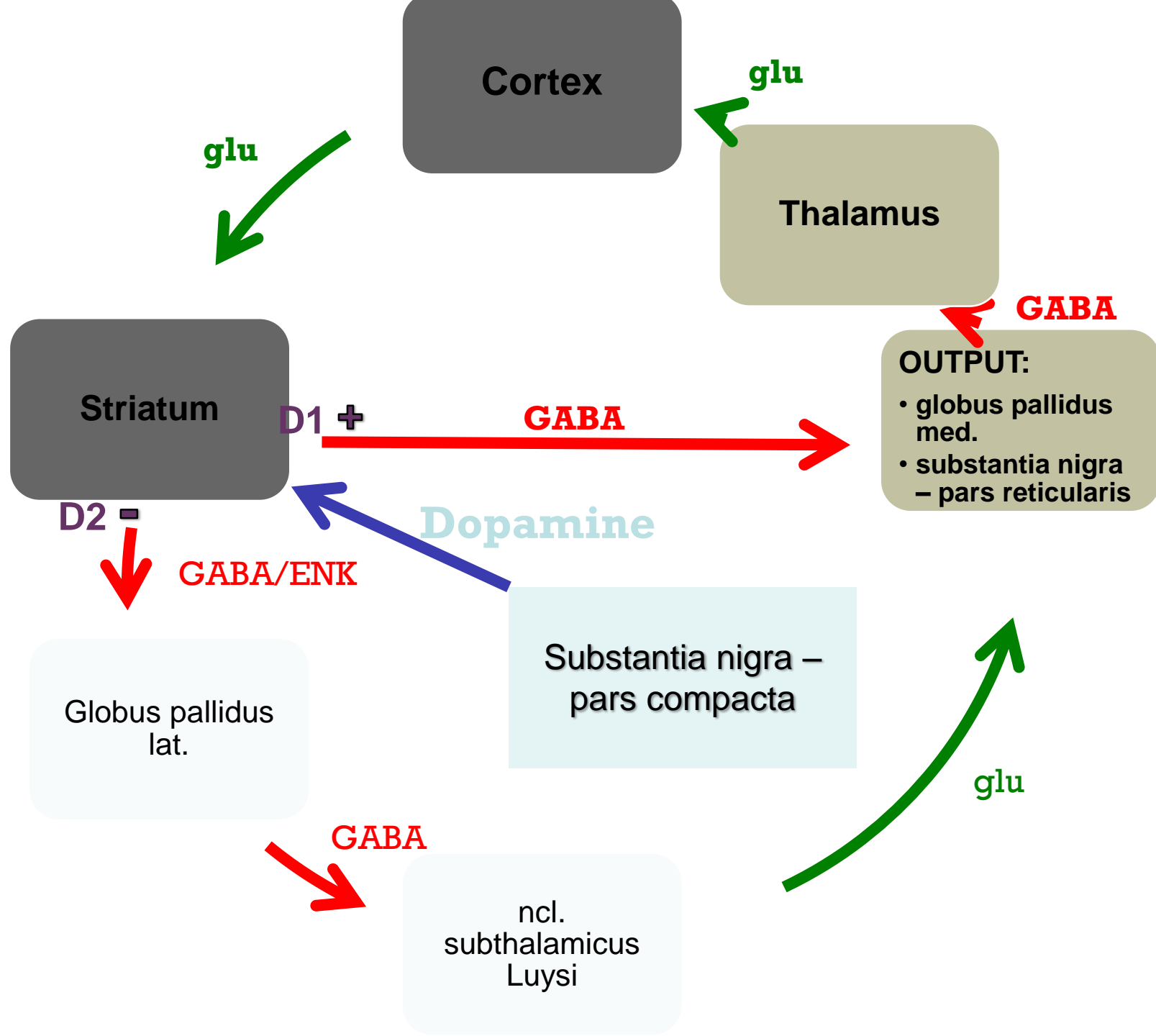












Funkce motorického okruhu: liší se v klidu a v průběhu pohybu

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

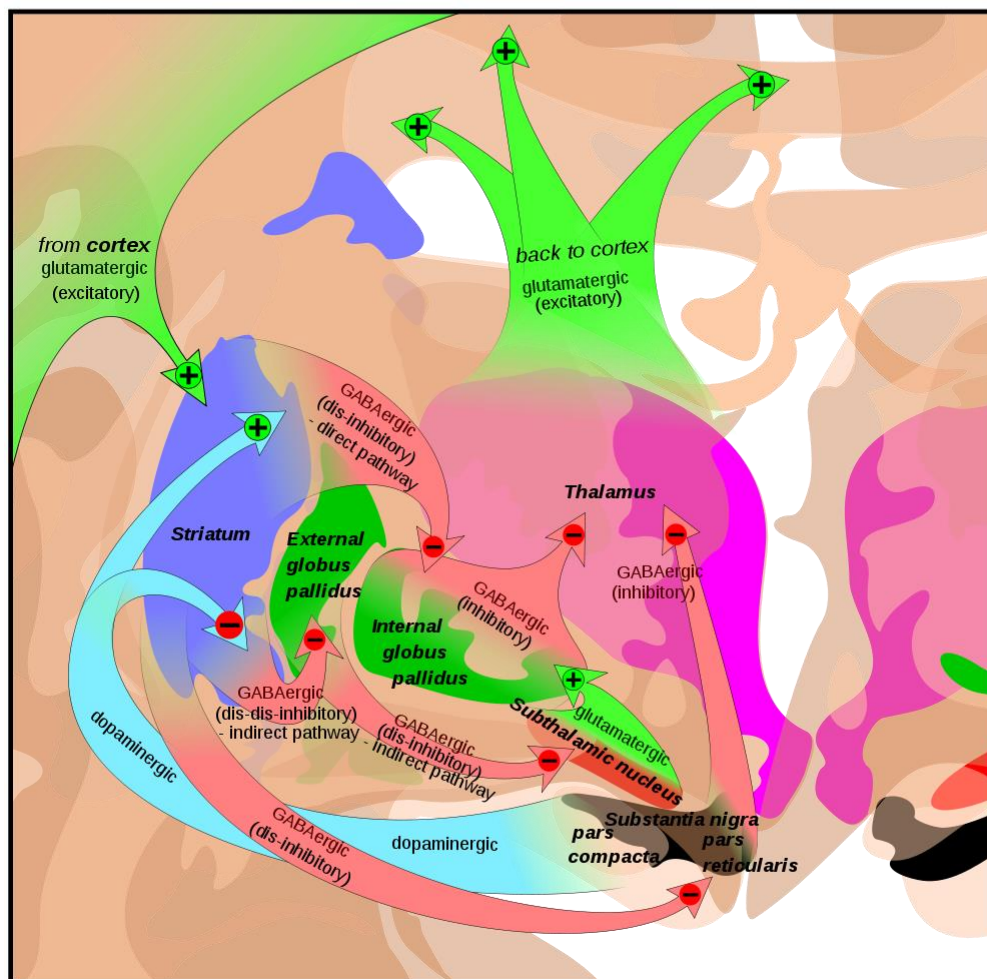
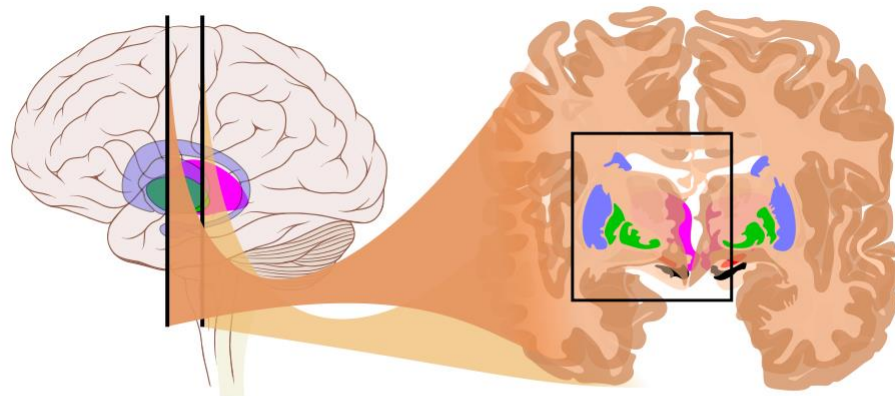
Funkce motorického okruhu: liší se v klidu a v průběhu pohybu

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)

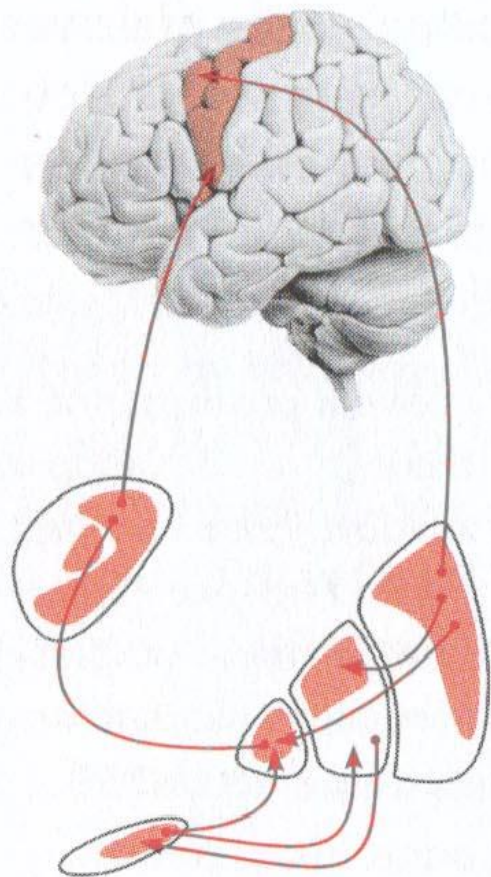
Bazálních ganglia se podílejí na přípravě, kontrole, míře svalové napětí a na zastavení pohybového vzorce.

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

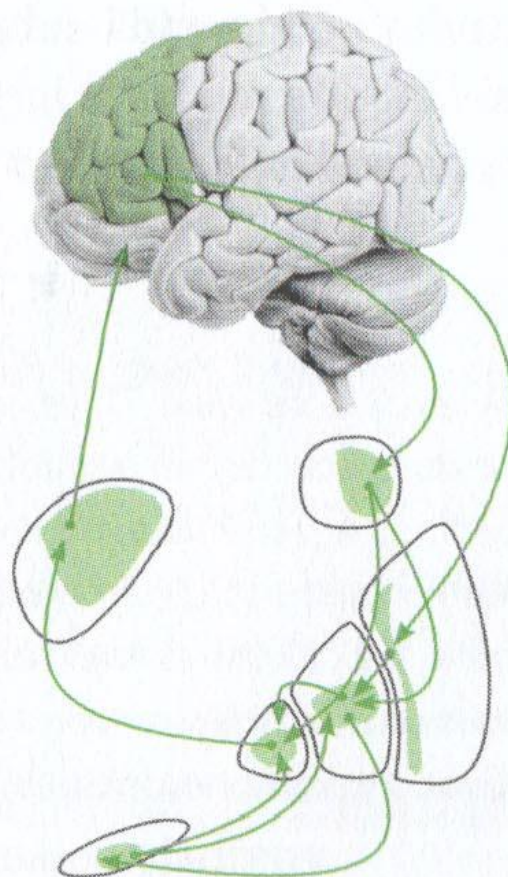


Aferentace do BG

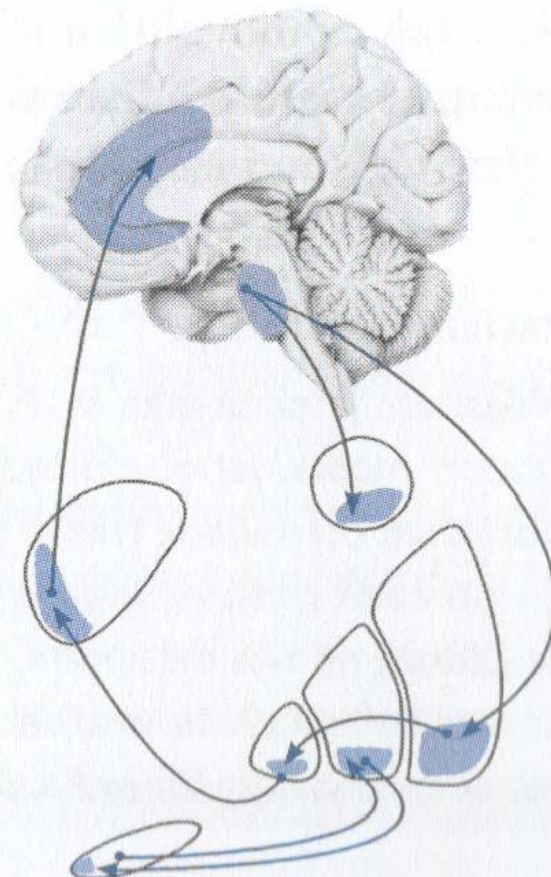
- **cortex** (většina)
- **pars compacta** substantiae nigrae
(→striatum) (*dopamin*)
 - dopamin usnadňuje přenos na kortikostriatických synapsích
- **nuclei** tegmentales ventrales **Tsai** (*dopamin*)
(→striatum ventrale)
- ncll. intralaminares thalami (→striatum) – *fce nejasná*



motorický obvod

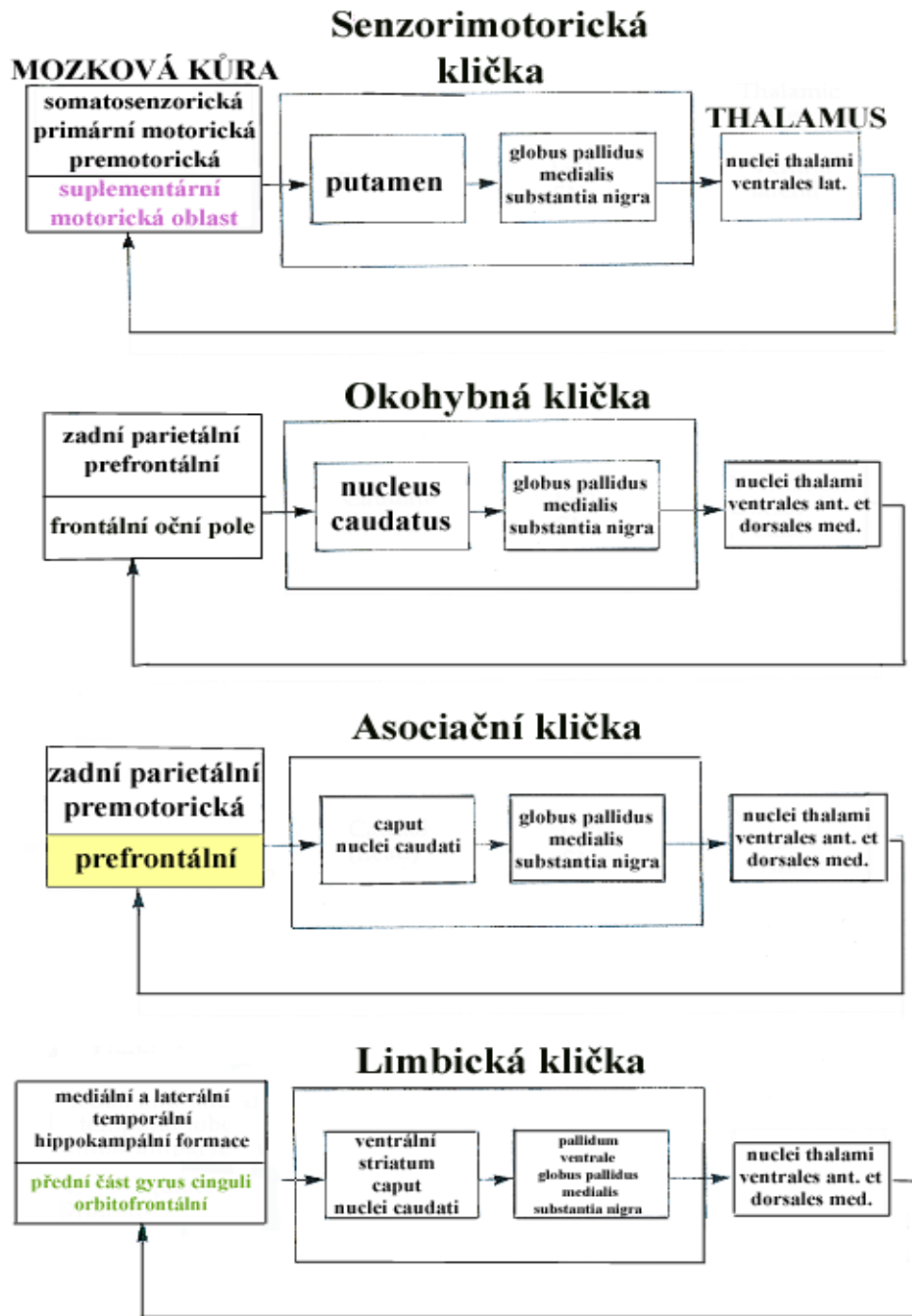


asociační obvod

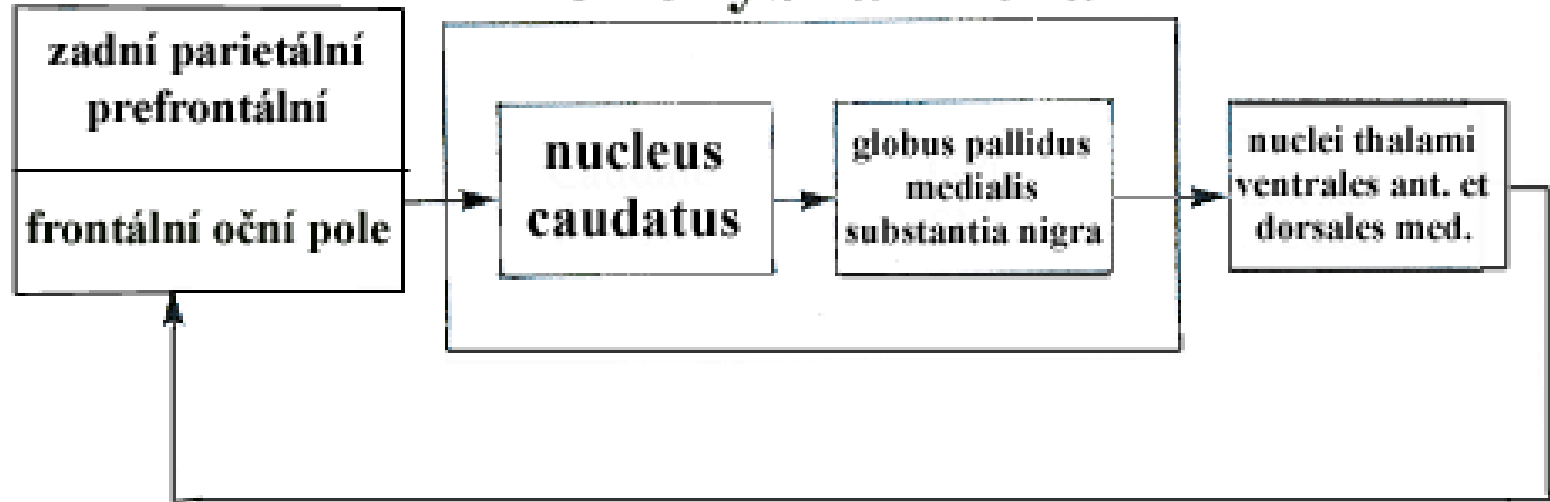


limbický obvod

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).

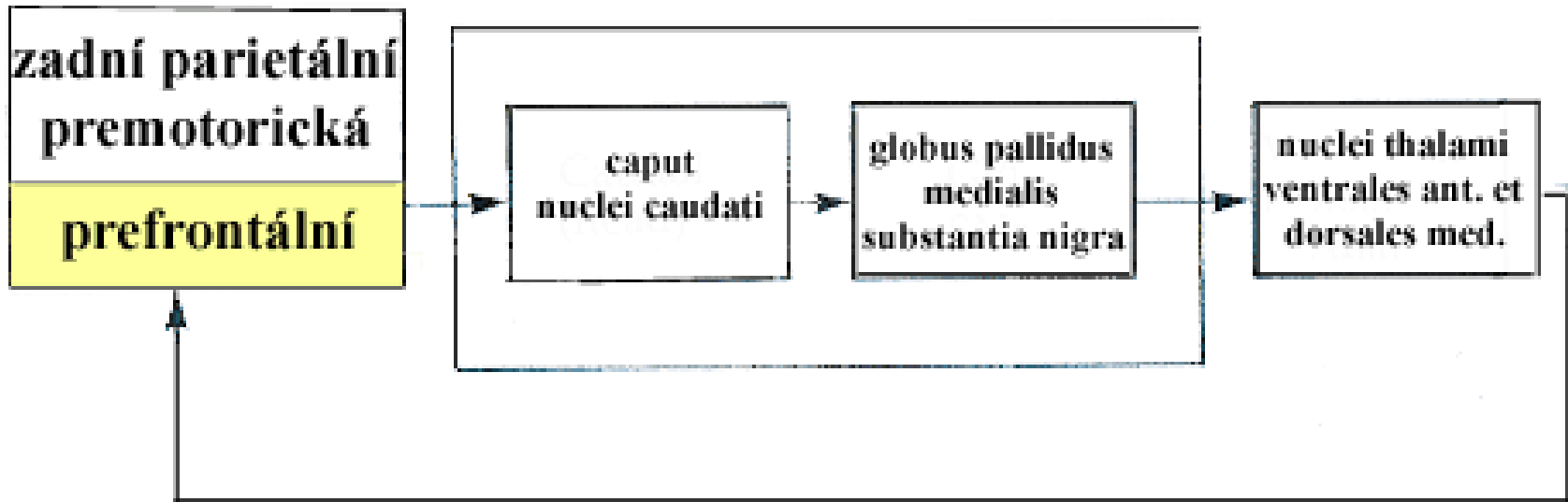


Okohybná klička



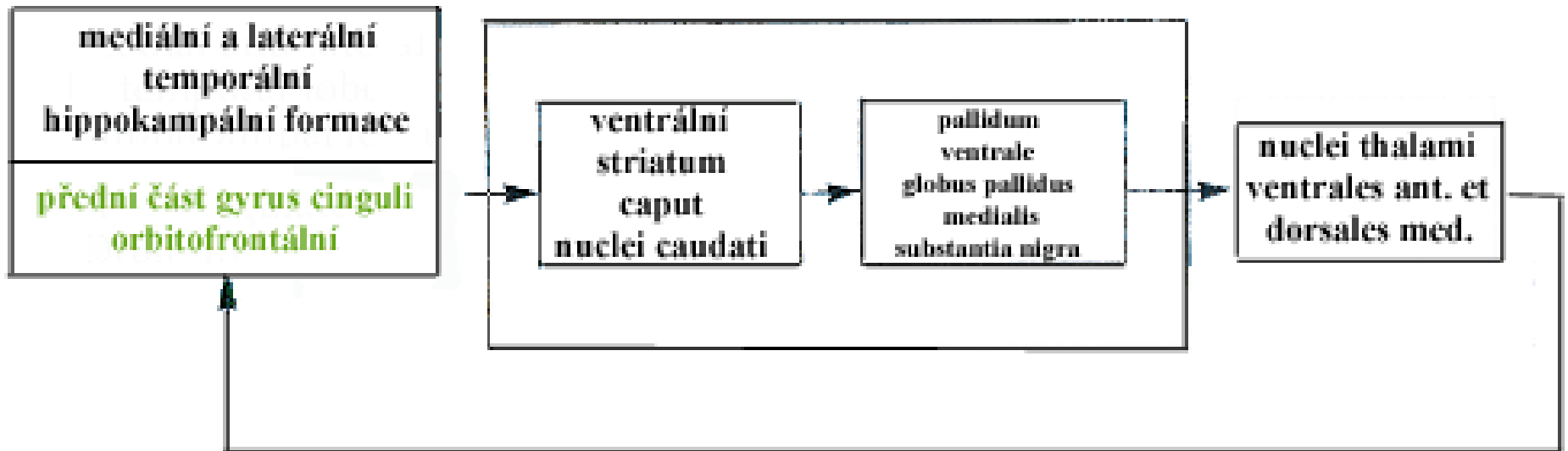
- zpracování pohybů očí v závislosti na zrakových podnětech
- inhibiční spoje ze pars reticularis sb. nigra také do tekta (colliculus superior) a do RF

Asociační klička



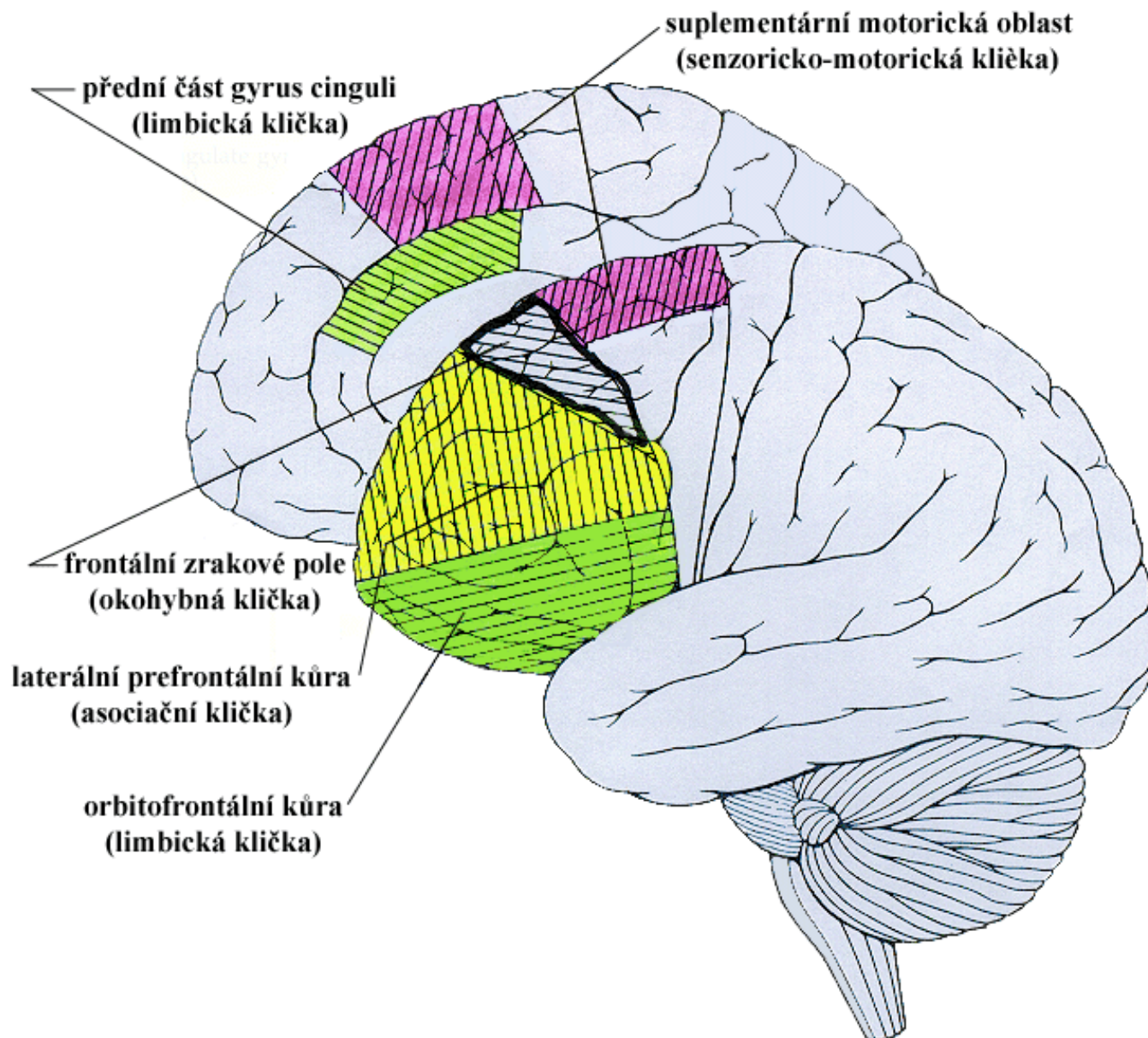
- prostorová paměť a vyhodnocování efektivity motorického chování
- spoje ze sb. nigra také do tekta a do RF

Limbecká klička



- vyjádření emocí motorikou a viscerálními projevy

LATERÁLNÍ A MEDIÁLNÍ POHLED NA CÍLOVÉ OBLASTI KŮRY ČELNÍHO LALOKU



Nuclei basales

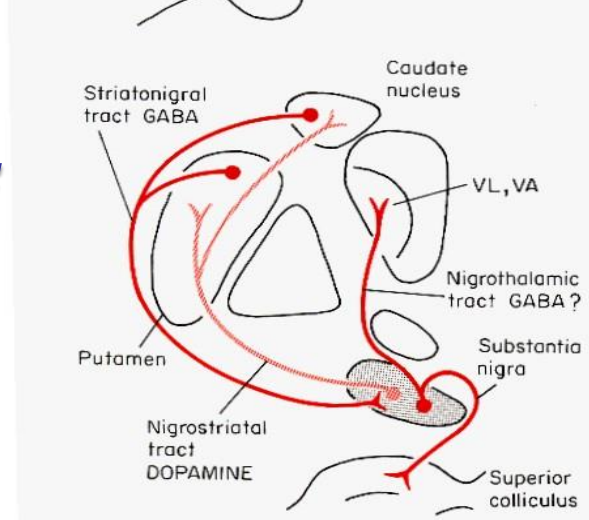
Substantia nigra *Soemmeringi*

- **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 lokomoční 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 thalamických jader
- motorický okruh BG stimuluje kůru
- NSt stimuluje GPM, jenž inhibuje thalamus
- nepřímý okruh přes NSt (inhibicí NSt) stimuluje kůru
- *léze: hemibalismus (hrubé nekoordinované pohyby pletencových svalů)*
- *elektrická stimualce 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

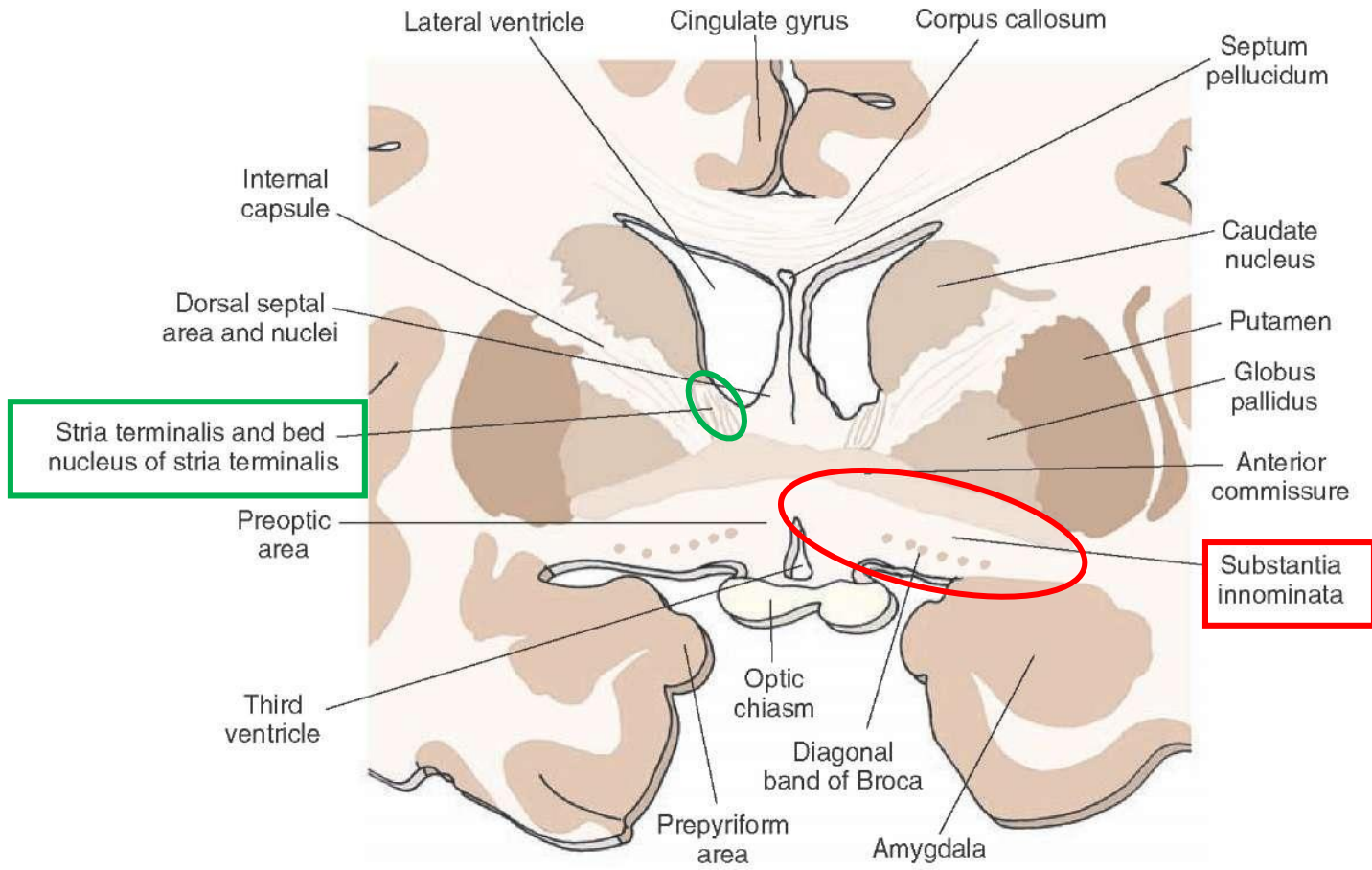
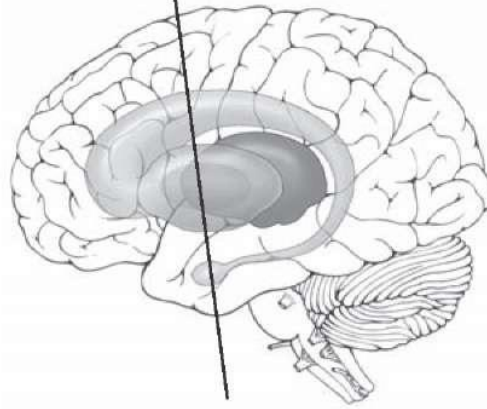
„Substantia innominata *Reichert*„

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*
 - Ch1 – zdroj Ach pro mozkovou kůru
- stria diagonalis + ncll. striae diagonalis (*Broca*)
 - Ch2+Ch3 – zdroj Ach pro hipokampus

Level of section

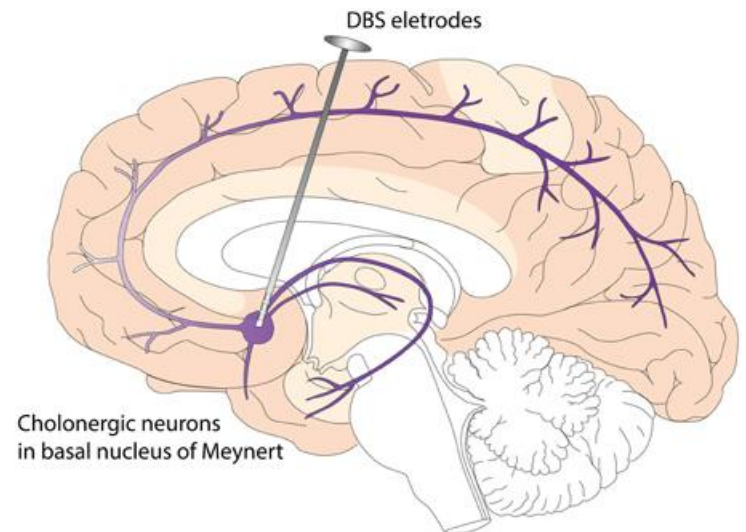


Nuclei basales

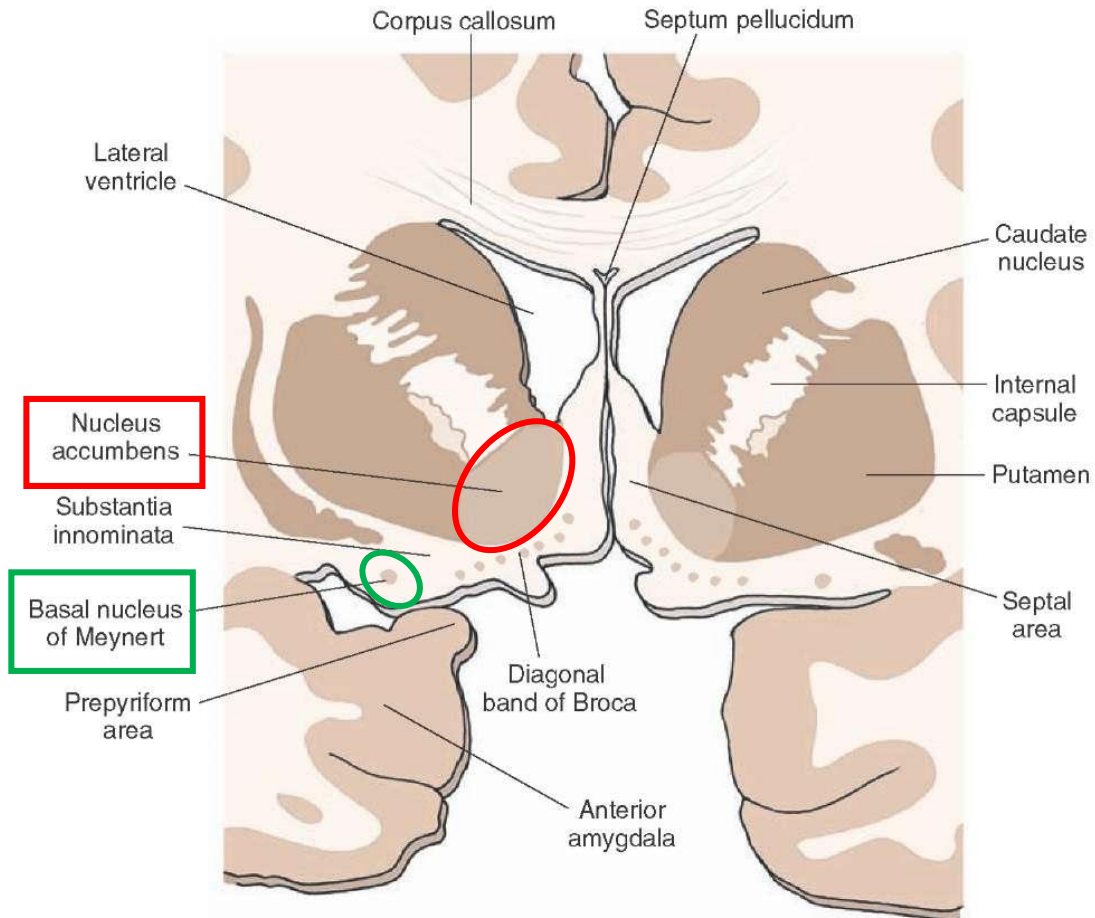
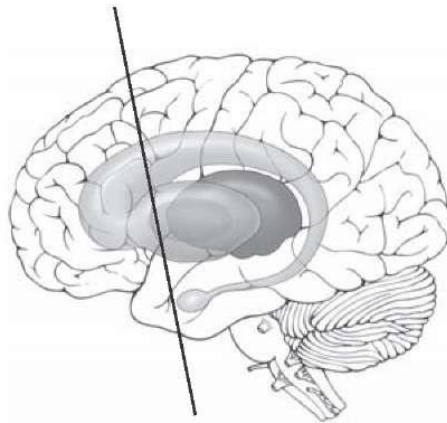
Nucleus basalis *Meynerti*

- 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
- naléhá na oblast septum verum a je zapojeno do okruhů limbického systému
- dostává dopamin mezolimbickou dráhou z ncll. tegmentales ventrales (Tsai)
- hraje důležitou roli v mechanismech závislosti, odměny a potěšení, strachu nebo placebo efektu
- jádro závislostí a touhy („craving“)
- souvisí s kompulzivním a impuzivním chováním
- centrum odměny („reward“)

Nuclei basales

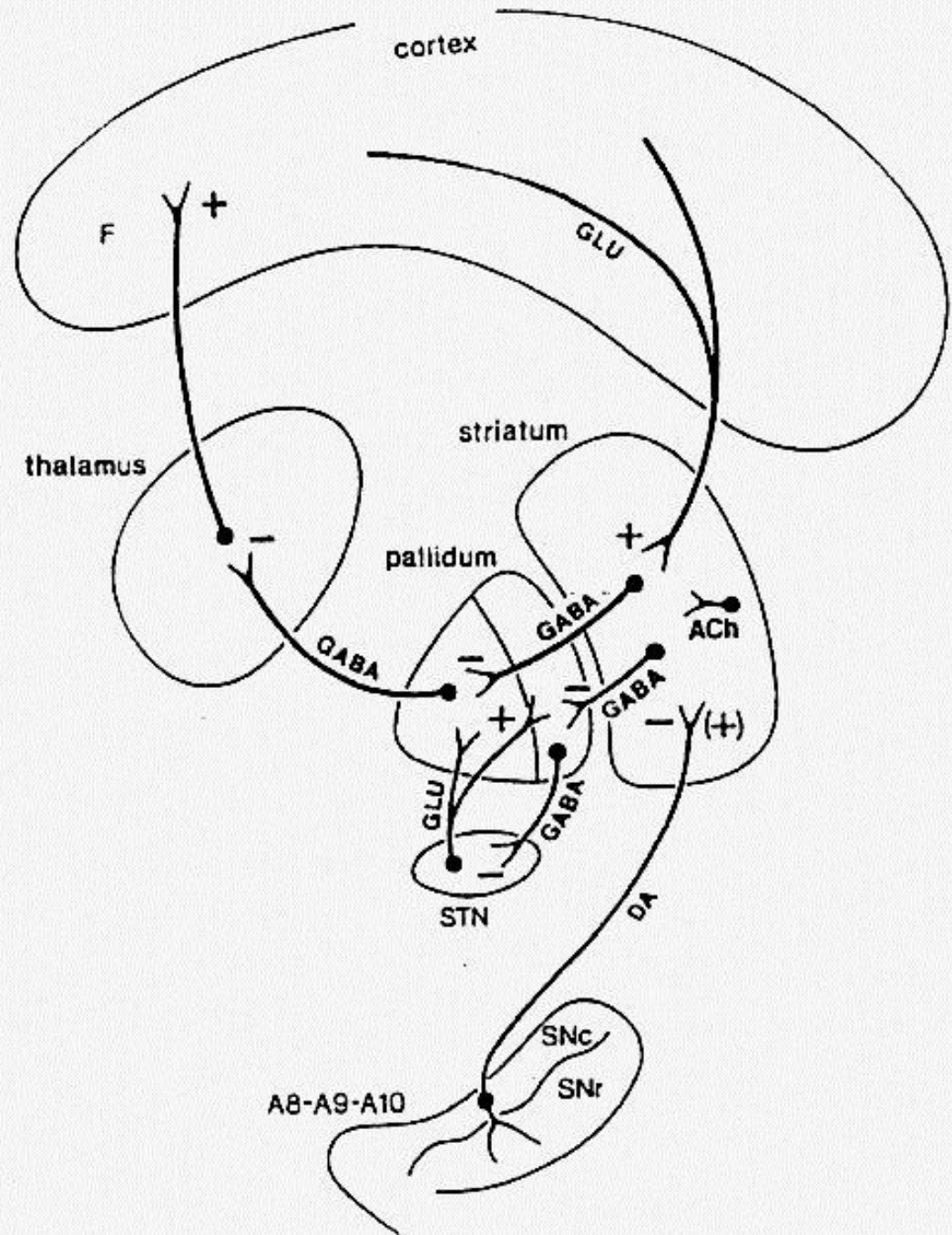
Clastrum (= Závora)

- 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

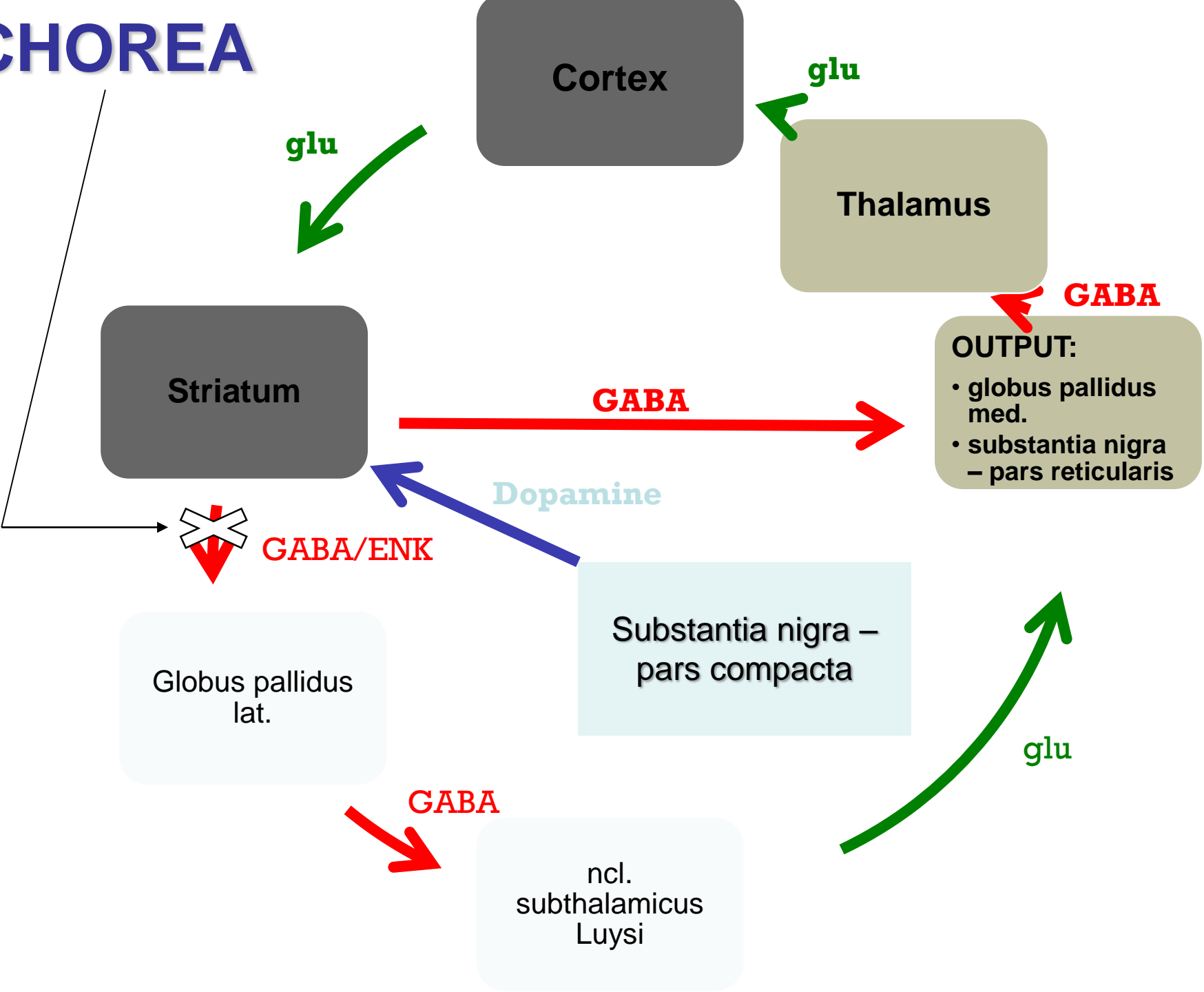
výběr z “předprogramovaných (naučených) motorických plánů/vzorců”

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

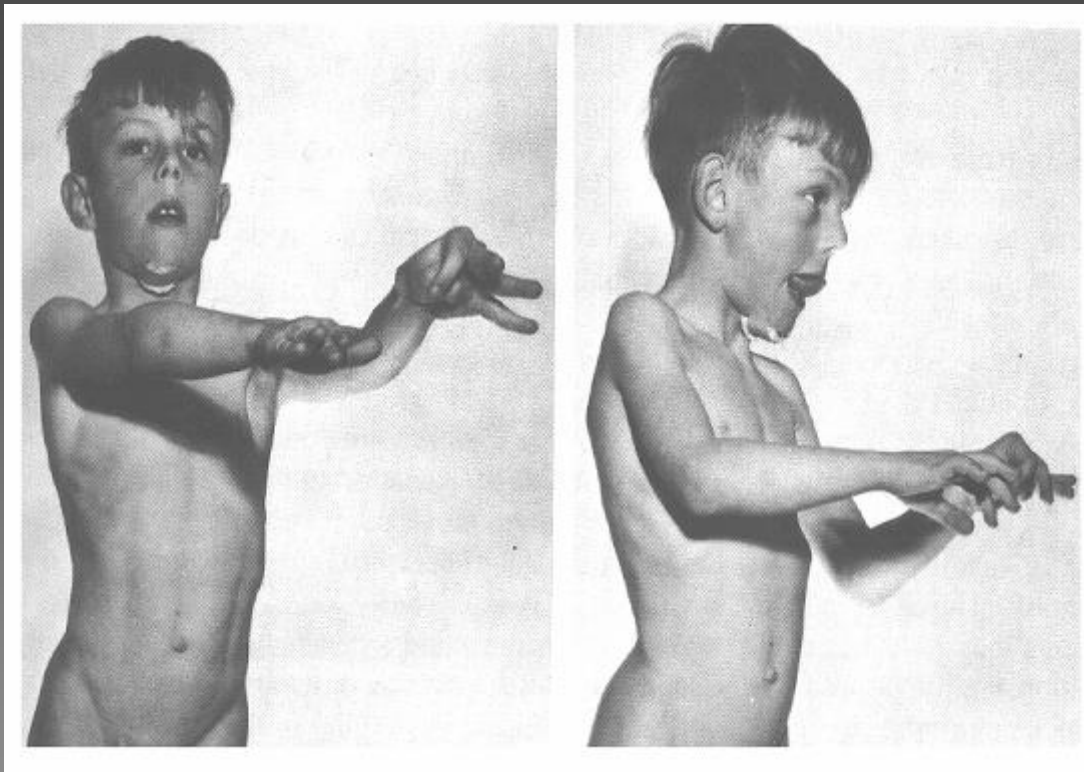
Generování (učení se) motorickým vzorcům

- 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**

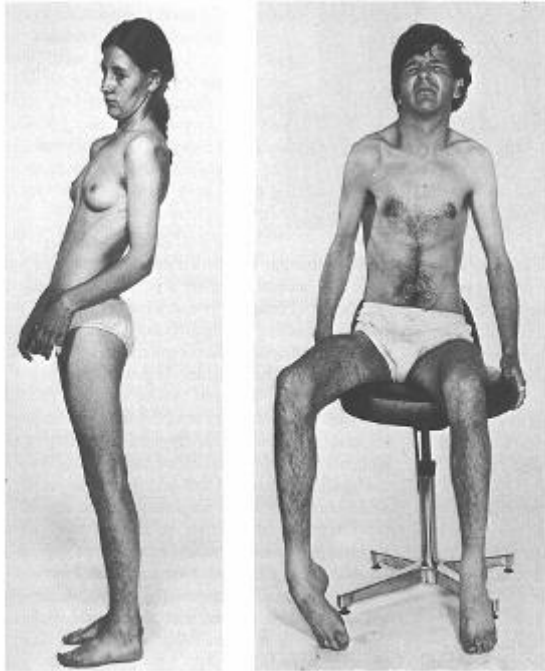
HUNTINGTON'S CHOREA

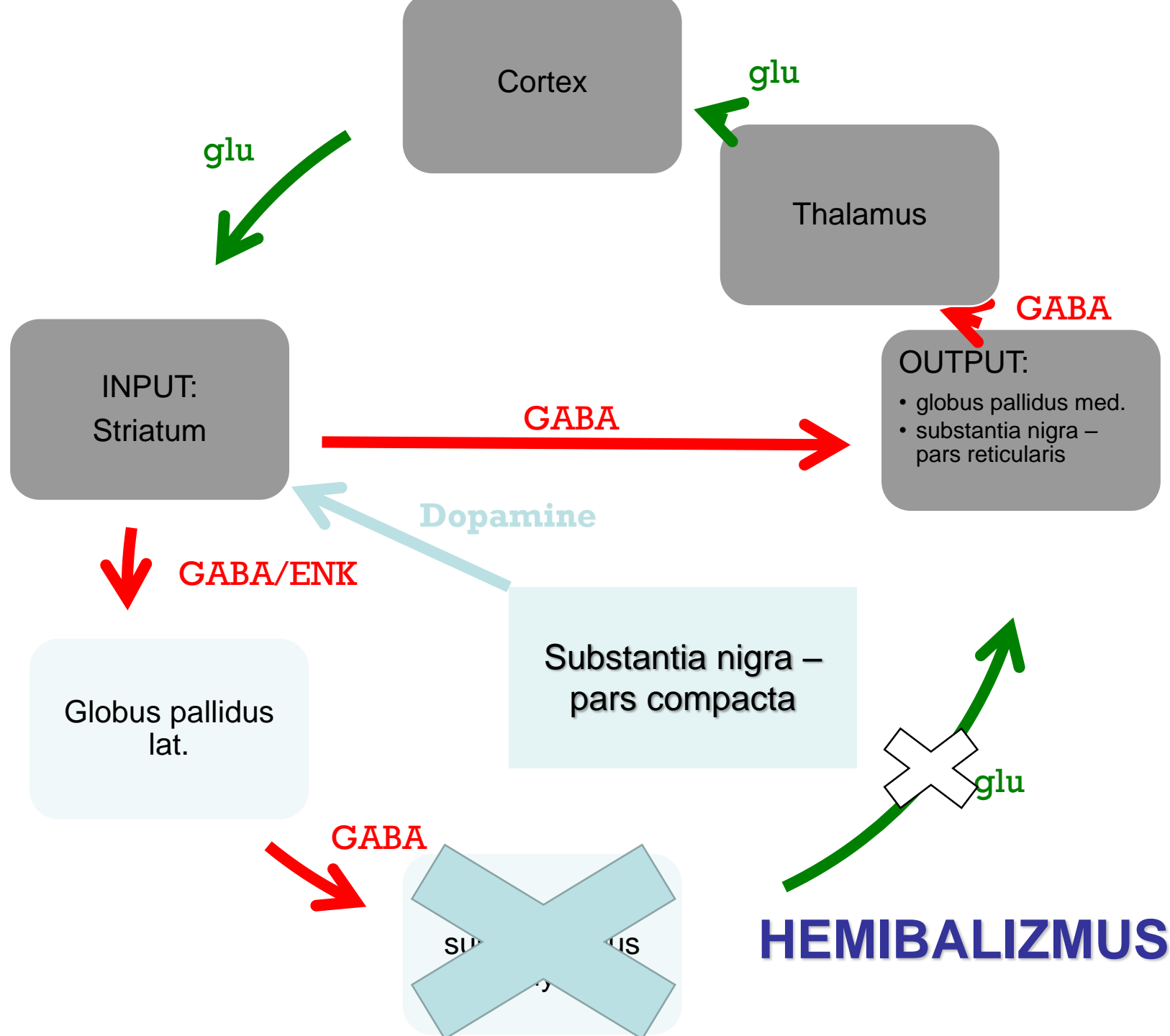
Clinical Feature

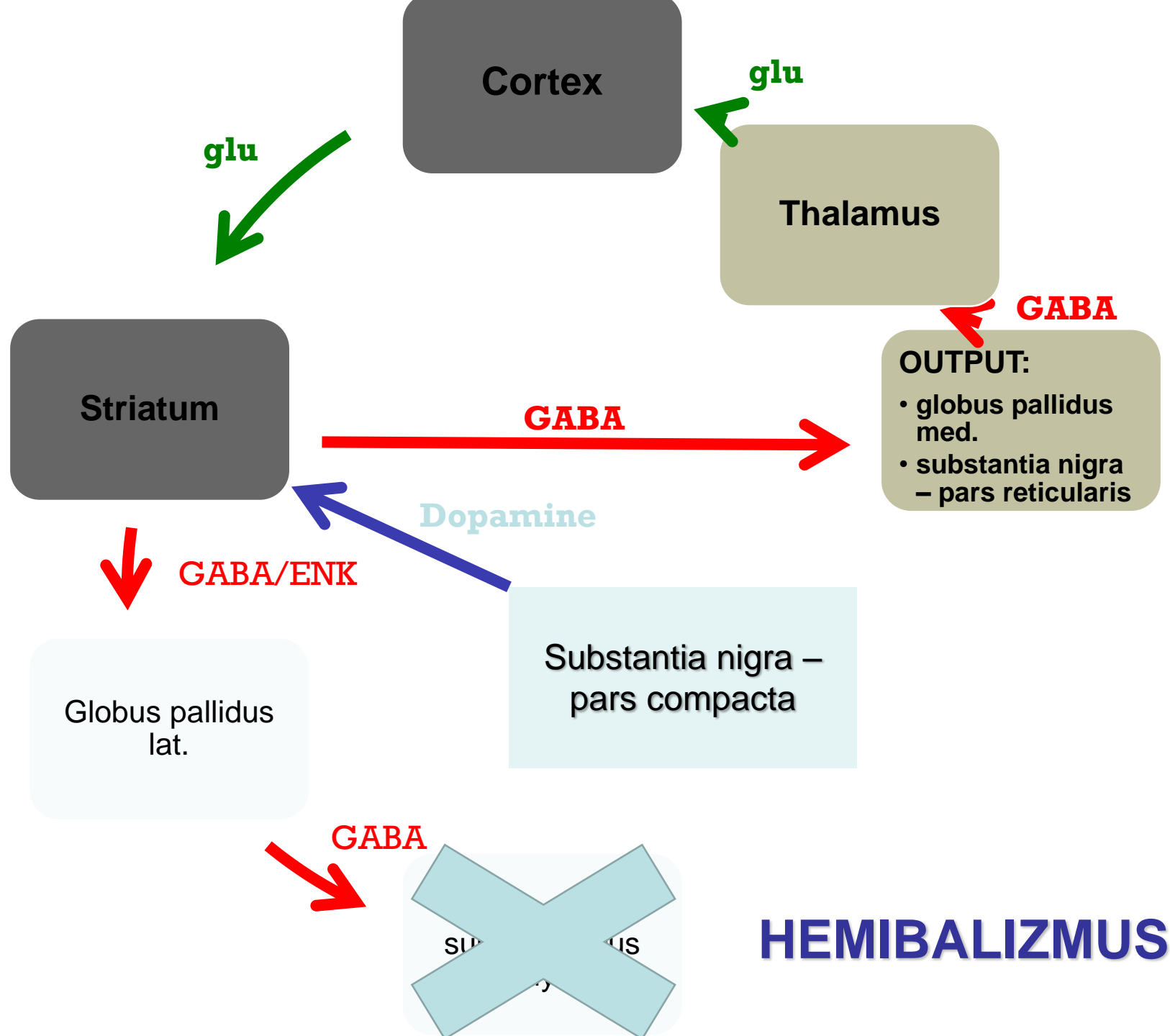
- Predominantly **autosomal dominantly** inherited chronic fatal disease (Gene: chromosome 4)
- **Insidious onset: Usually 40-50**
- **Choreic movements in onset**
- **Frequently associated with emotional disturbances**
- **Ultimately, grotesque gait and sever dysarthria, progressive dementia ensues.**

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

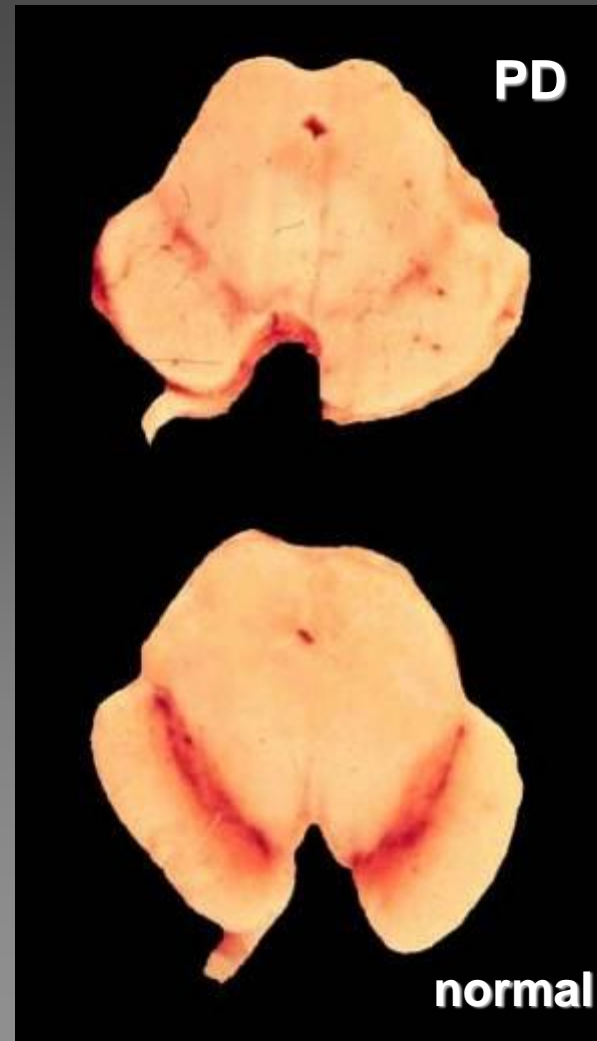
Lesion: Subthalamic Nucleus

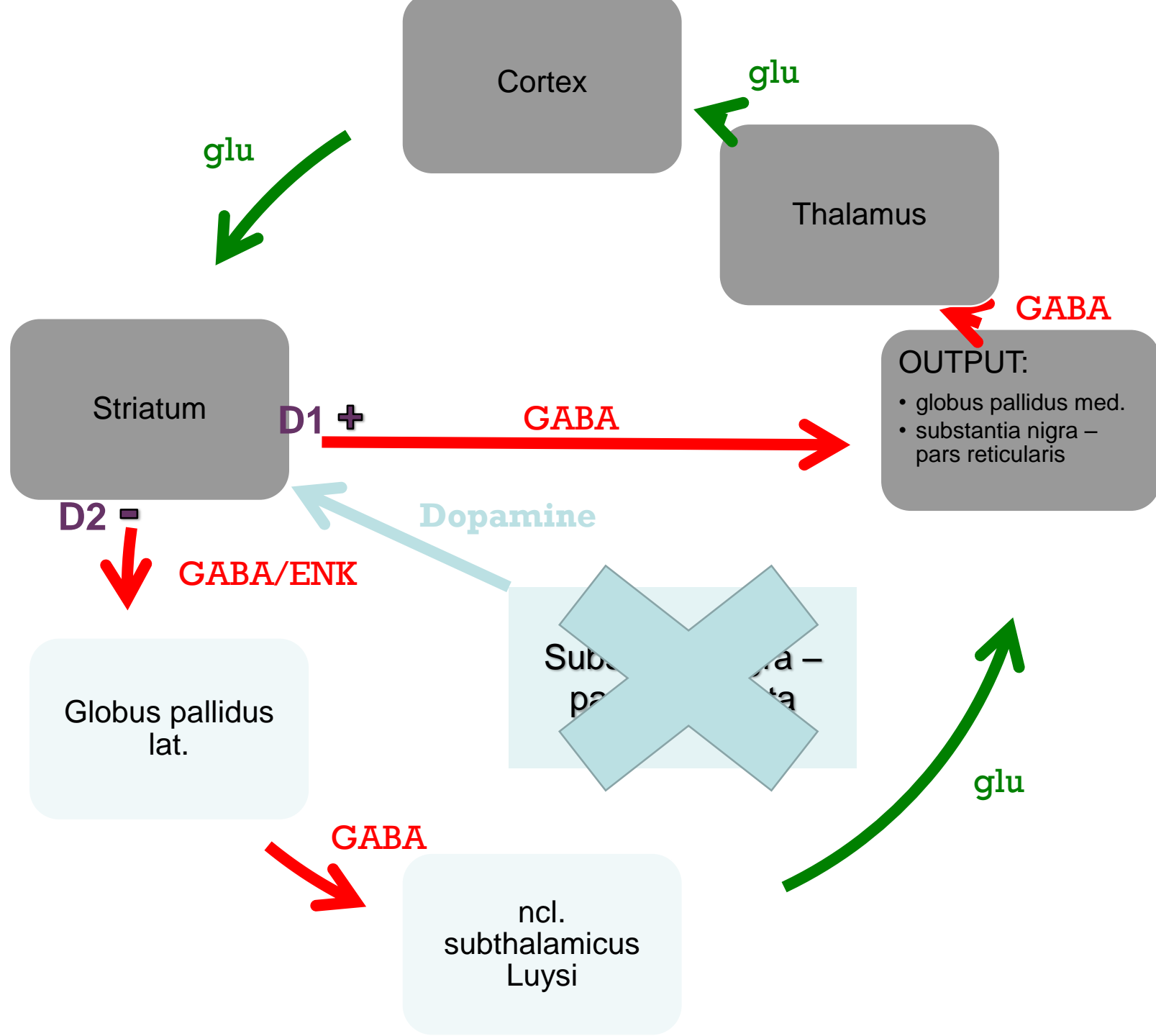
Parkinson's Disease

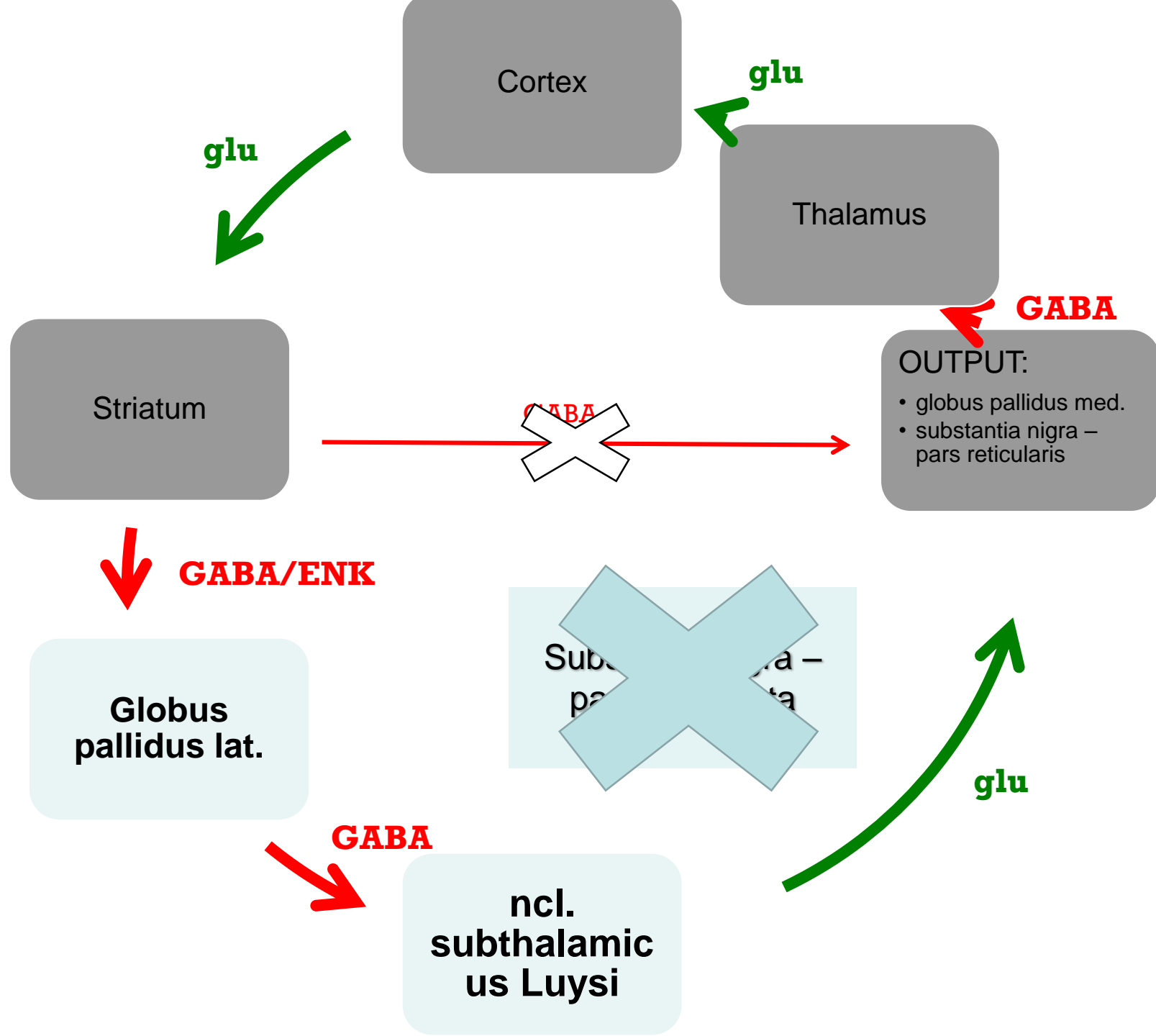
*Disease of mesostriatal
dopaminergic system*

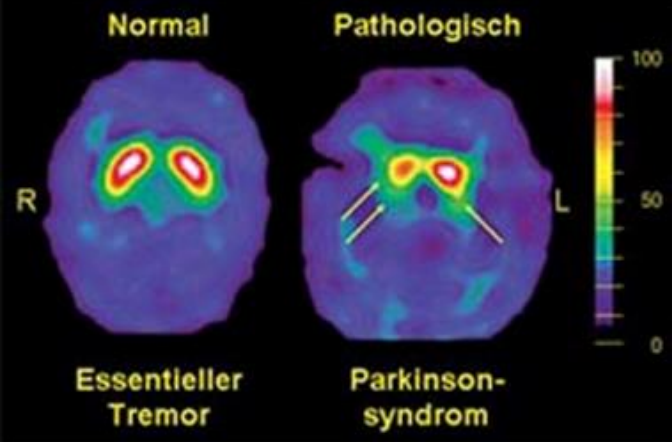


Muhammad Ali in Atlanta Olympic

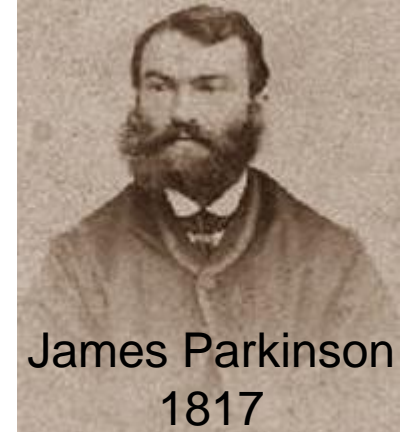






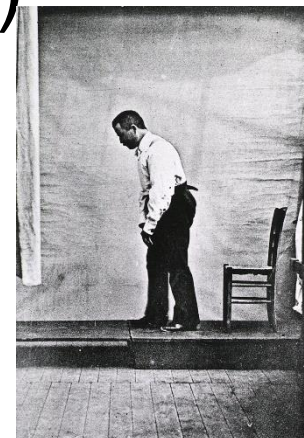


Parkinsonova nemoc

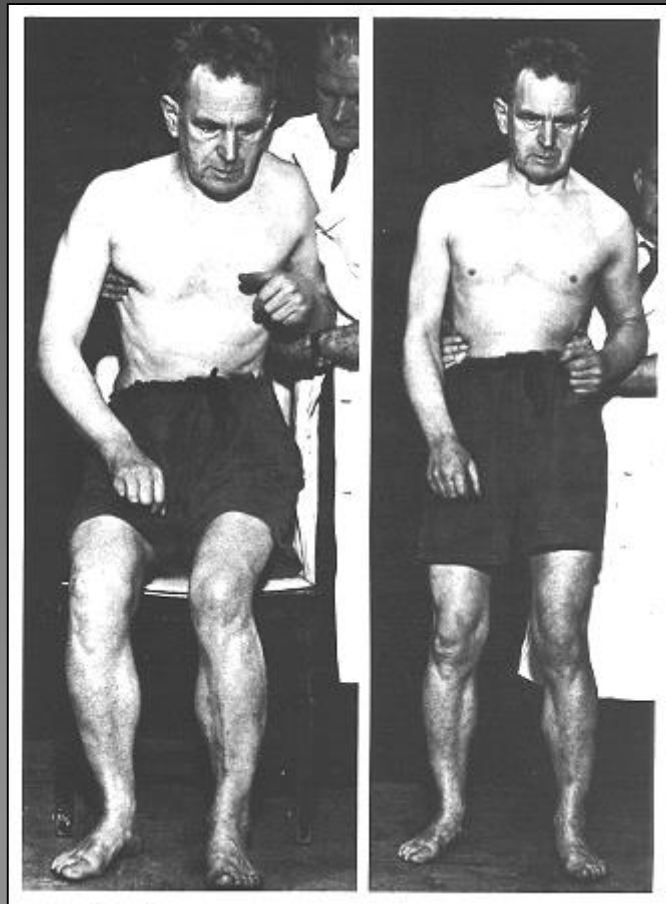


James Parkinson
1817

- 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)
DOPAMINERGIC 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

