

Mozek a související témata

Petr Hájek
Ústav anatomie
Hradec Králové

Koncepce prezentace

- Prezentace popisuje mozek a jeho uložení, a to v pořadí z povrchu do hloubky:
 - 1) měkké pokrývky lební
 - 2) cavitas cranii – a) kalva, b) baze z vnitřního pohledu
 - 3) obaly mozkové
 - 4) makroskopický popis mozku
 - 5) řezy mozkiem
 - 6) nervové dráhy
 - 7) cirkulace likvoru
 - 8) cévní zásobení mozku a plen
 - 9) okolní prostory lebky
 - 10) smyslová ústrojí a) zrakové, b) sluchové
 - 11) hlavové nervy

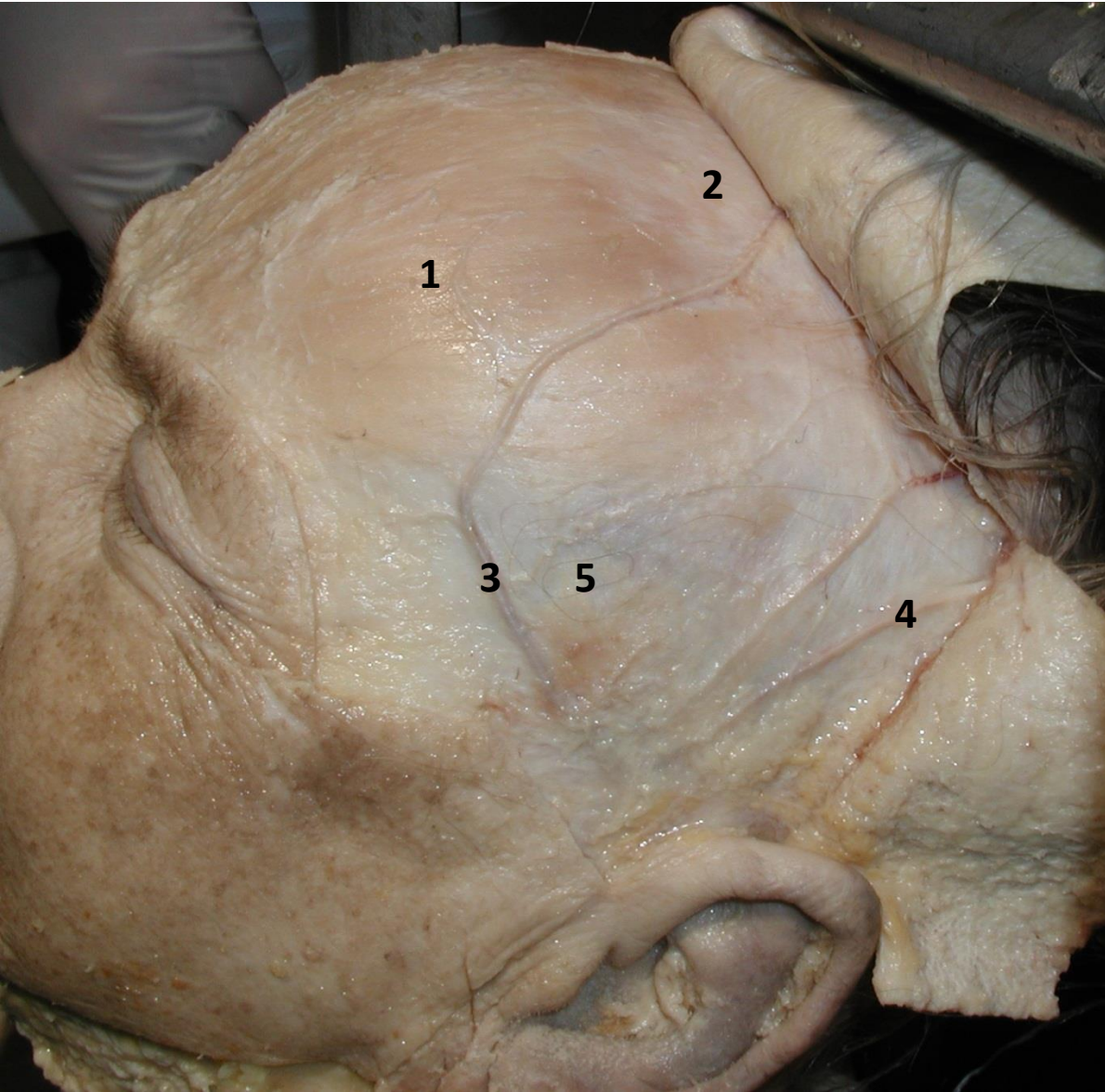
Krajiny v oblasti kalvy – popis vrstev

- Kůže silná, s výjimkou čela je krytá vlasy.
- Podkožní vazivo – tenká vrstva tukové tkáně protkaná velkým množstvím vazivových vláken.
- Fascia superficialis není přítomna.
- ***M. epicranius (occipitofrontalis)*** – mimický sval, pokrývá téměř celou popsanou oblast, skládá se z tenké centrální šlachy (***galea aponeurotica***) a dvou hlavních bříšek: ***m. frontalis*** + ***m. occipitalis***
- Od periostu kalvy je *m. epicranius* oddělen řídkým „subgaleolárním“ vazivem umožňujícím snadnou posunlivost a oddělitelnost povrchových vrstev (skalpací).
- ***M. temporalis*** – silný žvýkací sval ve spánkové krajině, oddělen od povrchového svalstva silnou ***fascia temporalis***; kaudálně vyplňuje prostor navnitř od arcus zygomaticus (fossa temporalis)

Tepny zásobující měkké pokrývky lební

- ***A. supraorbitalis*** et ***a. supratrochlearis*** – vystupují z očníce na jejím horním okraji (stejnojmennými otvory, příp. zářezy).
- ***A. temporalis superficialis*** – vystupuje z glandula parotis na dolním okraji regio temporalis. Zde se rozdělí na dvě výrazné vinuté větve - r. parietalis a r. frontalis, obě probíhají v podkoží přes fascia temporalis.
- ***A. occipitalis*** – vynořuje se zpod baze lební dorzálně za proc. mastoideus, zásobuje týlní krajinu.
- Tepny jsou doprovázeny žílami, které však mají odlišnou drenáž (v. supratrochlearis do v. facialis s anastomózou do očníchových žil; v. temporalis sfc. do v. retromandibularis; v. occipitalis do v. jugularis ext.)

Foto - regio frontalis et temporalis



Regio frontalis et temporalis,
odklopena kůže s částí podkoží.

- 1) m. frontalis
- 2) galea aponeurotica
- 3) r. frontalis a. temporalis superfic.
- 4) r. parietalis a. temporalis superfic.
- 5) fascia temporalis

Kostěný podklad

- **Kalva** (calvaria) = klenba lebeční, celek tvořený plochými částmi lebečních kostí: squama frontalis, os parietale, část alae majores ossis sphenoidalis, squama temporalis, squama occipitalis.
- Švy – spojení plochých kostí – suturae coronalis, sagittalis, squamosa et lambdoidea, variabilně metopica (= frontalis).
- Diploe – tenká vrstva spongiózy mezi kompaktní kostí přítomnou na obou površích klenby lebeční. Diploe je typická právě pro kalvu. Obsahuje široké žíly vv. diploicae, viz dále.
- Zevní povrch kostí kalvy – periost („pericranium“), přirůstá pevně, zejména ke švům.
- Vnitřní povrch – dura mater a žilní splavy (Viz dále).

Cavitas cranii

- Prostor uzavřený kostmi lebky; bazí lební (basis cranii) zespoda a kalvou (calvaria) shora. Kosti ohraničující dutinu patří do tzv. neurokrania (mozkovny).

Na stavbě se podílejí tyto kosti (zepředu dozadu):

Baze	Kalva
os frontale – pars orbitalis	os frontale - squama
os ethmoidale – lamina cribrosa	os sphenoidale – alae majores (část)
os sphenoidale – corpus, alae majores et minores	os parietale
os temporale – os petrosum	os temporale - squama
os occipitale – pars basilaris, partes laterales	os occipitale - squama

- Objem lebeční dutiny je zhruba 1300 cm³, u mužů 1400 cm³.
- Hlavním obsahem cavitas cranii je mozek.

Basis cranii interna

= vnitřní povrch baze

- Dělí se ostrými předěly na tři jámy, schodovitě seřazené (zadní je nejniž):
 - fossa cranii anterior,
 - fossa cranii media,
 - fossa cranii posterior.
- Následující popis je jen stručným shrnutím systematické anatomie a neobsahuje detailní popis ani detailní soupis všech útvarů.

Fossa cranii anterior

- Tvořena: - pars orbitalis ossis frontalis,
- lamina cribrosa ossis ethmoidalis,
- alae minores ossis sphenoidalis.
- Obsah: - frontální laloky koncového mozku,
- bulbus olfactorius,
- ***chiasma opticum*** na zadním okraji přední jámy v sulcus prechiasmaticus.

Komunikace	Obsah	Propojený prostor
Foramina cribrosa	fila olfactoria	cavitas nasi (nosní dutina)
Canalis opticus	n. opticus, a. ophthalmica	orbita (očnice)

- Další útvary:
 - ***for. caecum*** – slepý kanálek, vývojově emissarium,
 - ***crista galli*** – hřeben pro úpon falx cerebri.

Fossa cranii media (1)

- Tvořena: - corpus et alae majores ossis sphenoidalis,
- os petrosum – facies anterior.
- Obsah: - temporální laloky koncového mozku,
- hypofýza ve střední čáře ve fossa hypophysialis.

Komunikace	Obsah	Propojený prostor
Fissura orbitalis sup.	hlavové nervy III, IV, V/1 a VI v. ophthalmica sup.	orbita
Foramen rotundum	n. maxillaris (V/2)	fossa pterygopalatina
Foramen ovale	n. mandibularis (V/3), plexus venosus foraminis ovalis	fossa infratemporalis
Foramen spinosum	a. meningea media	fossa infratemporalis
Foramen lacerum	nn. petrosi major et minor	prestyloidní prostor
Canalis caroticus	a. carotis int., plexus caroticus int.	retrostyloidní prostor

Fossa cranii media (2)

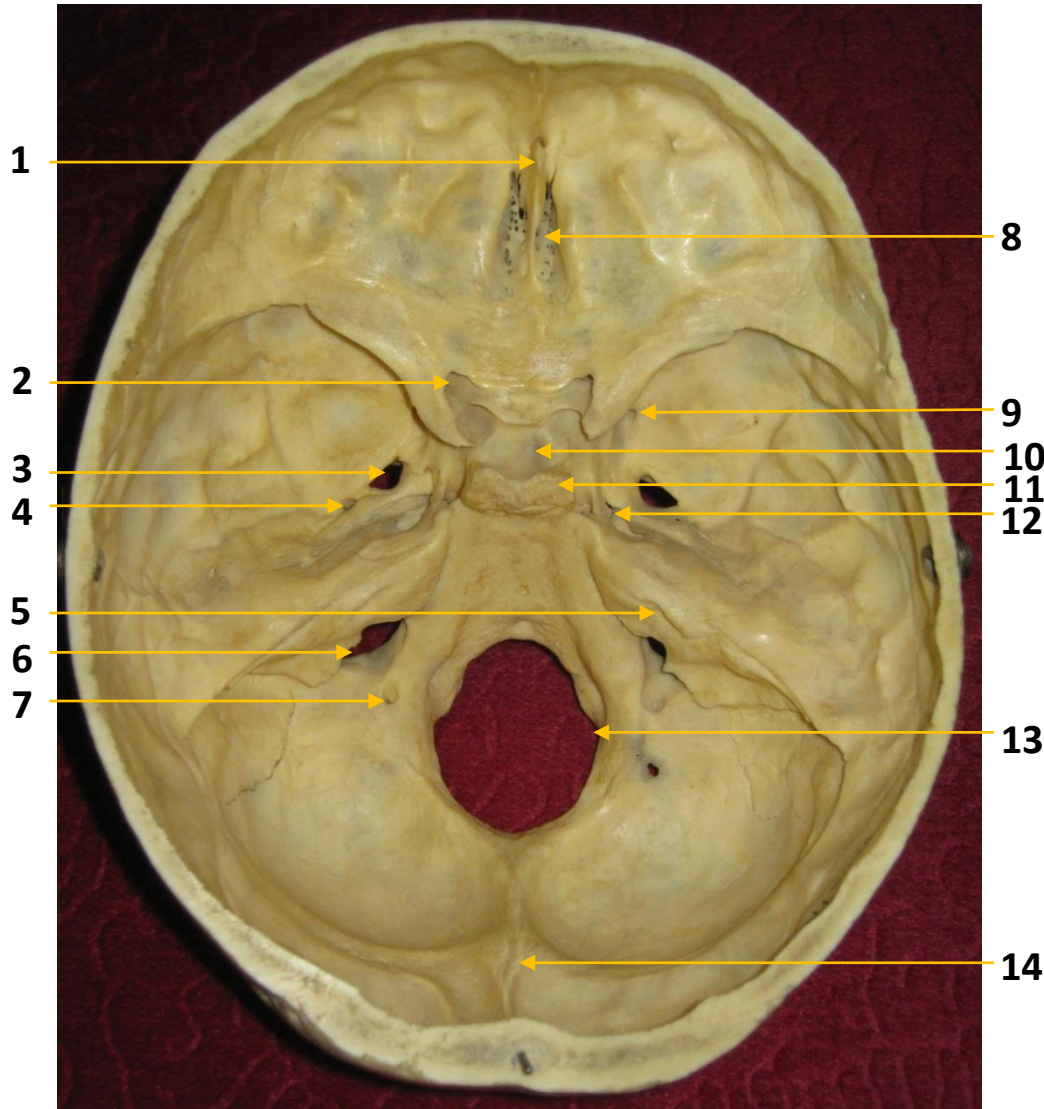
- Další důležité útvary:
 - ***fossa hypophysialis*** – jamka velká „jako na hliněnou kuličku“ ve střední čáře, zezadu ohraničena vyvýšeným dorsum sellae, spolu vytvářejí sella turcica (turecké sedlo), zaživa je přepažena řasou tvrdé pleny diaphragma sellae;
 - ***sulcus caroticus*** – po stranách fossa hypophysialis, zaživa zde a. carotis int. vstupuje do sinus cavernosus (viz dále);
 - sulci a. meningae mediae – vedou od for. spinosum laterálně, zaživa zde a. meningea media vstupuje do epidurálního prostoru (viz dále);
 - impressio trigemini – mělká jamka na hrotu os petrosum, zaživa obsahuje ganglion trigeminale Gasseri v obalu z tvrdé pleny
 - ***tegmen tympani*** – ploška laterálně na pars petrosa, pod tenkou kostěnou lamelou se nachází středoušní dutina;
 - synchondrosis sphenopetrosa – chrupavka nacházející se zaživa ve for. lacerum.

Fossa cranii posterior

- Tvořena: - os petrosum – facies posterior,
- pars basilaris et partes laterales ossis occipitalis.
- Obsah: - mozkový kmen, mozeček;
prostor jámy je zaživa překryt řasou tvrdé pleny tentorium cerebelli a uzavřen do tzv. infratentoriálního prostoru – viz dále.

Komunikace	Obsah	Propojený prostor
Meatus acusticus int.	n. VII, n. VIII	canalis n. facialis labyrinthus osseus
Foramen jugulare	n. IX, X, XI, v. jugularis int. a. meningea post.	retrostyloidní prostor
Canalis n. hypoglossi	n. XII	retrostyloidní prostor
Foramen magnum	medulla spinalis + její cévy, radix spinalis n. XI, a. vertebralis	canalis vertebralis
Canalis condylaris	v. emissaria condylaris	trig. suboccipitale
Foramen mastoideum	v. emissaria mastoidea	regio mastoidea

Foto - basis cranii interna



- 1) crista galli
- 2) canalis opticus
- 3) for. ovale
- 4) for. spinosum
- 5) porus acusticus int.
- 6) for. jugulare
- 7) can. condylaris
- 8) lamina cribrosa
- 9) for. rotundum
- 10) fossa hypophysialis
- 11) dorsum sellae
- 12) for. lacerum
- 13) for. magnum
- 14) eminentia cruciformis

Obaly mozku, mozkové pleny

Meninges - mozkomíšní pleny, tvoří tři vrstvy z povrchu do hloubky:

Prostory mezi obaly:

- **Spatium epidurale:** mezi endorhachis a dura mater; v lebeční dutině však oba listy srůstají a v nich zůstávají meningeální cévy a žilní splavy (sinus durae matris).
- **dura mater** - tvrdá plena
 - **Spatium subdurale:** mezi tvrdou plenou a arachnoideou. Oba obaly jsou k sobě přiloženy (pod tlakem likvoru) a prostor neobsahuje nic významného.
- **arachnoidea (mater)** – pavučnice
 - **Spatium subarachnoidale:** nejprostornější - nachází se mezi arachnoideou a pia mater, obsahuje mozkomíšní mok, likvor (liquor cerebrospinalis).
- **pia mater** - omozečnice: na rozdíl od tvrdé pleny a pavučnice kopíruje povrch mozku a zabíhá do zářezů

Význam prostorů mezi obaly

- **Epidurální prostor:** při patologii (zejména úrazu) prostor, který lze snadno zvětšit, např. pod tlakem krve z krvácející tepny.
Nejčastěji k tomu dojde při pádu na hlavu, kdy i bez fraktury squama temporalis může dojít k natržení dury a a. meningeae media.
- **Subdurální prostor:** při úrazu může dojít k vytržení konečného úseku některé z povrchových mozkových žil (tzv. přemosťující žíly) ze žilního splavu, krev potom vytéká do (jinak prázdného) subdurálního prostoru - vzniká tzv. subdurální hematom.
Epidurální hematom i subdurální hematom vedou k akutní nitrolební hypertenzi.
- **Subarachnoideální prostor** obsahuje mozkomíšní mok. Rozšířená místa subarachnoideálního prostoru se nazývají **cisternae subarachnoideae**.
Vznikají v místech, kde pia mater sleduje vkleslinu na povrchu mozku, ale arachnoidea toto místo volně překrývá. Klinický význam má např. cisterna magna (cerebellomedularis posterior), která je zezadu mezi kmenem a spodní plochou mozečku. Lze ji použít jako riskantnější alternativu k lumbální punkci.
Existuje i subarachnoideální krvácení z korových tepen na povrchu mozku, např. prasknutím vrozeného defektu cévní stěny.

Dura mater cranialis

= tvrdá plena mozková

- Nejsilnější a nejvíce tuhý ze tří obalů mozku.
- S kostmi baze srůstá velmi pevně, ale od kostí kalvy ji lze odloupnout při použití síly (a stejně i při krvácení pod tepenným tlakem).
- Směrem do cavitas cranii vytváří řasy, které
 - mají význam pro částečné rozdělení dutiny na menší oddíly,
 - ve svých okrajích a úponech obsahují kanály – žilní splavy, sinus durae matris.

Duplikatury dura mater

= řasy tvrdé pleny v podobě dvojlistů

- ***Falx cerebri*** – srpovitá řasa ve střední čáře, sleduje celou konkavitu kalvy, zapadá do fissura interhemispherica mozku a odděluje od sebe levou a pravou hemisféru až po corpus callosum.
- ***Falx cerebelli*** – obdoba předchozí, ale mnohem menší, v zadní jámě lební, částečně odděluje hemisféry mozečku.
- ***Tentorium cerebelli*** – řasa ve zhruba vodorovné rovině, přikrývá prostor zadní jámy lební a dělí tak lebeční dutinu na supra- a infratentoriální prostor. Řasa má vpředu výřez **incisura tentorii** pro mozkový kmen.
- ***Diaphragma sellae*** – vodorovná řasa, která přikrývá prostor fossa hypophysialis, ponechává průchod pouze pro stopku hypofýzy.
- **Cavum trigeminale Meckeli** – durální pouzdro pro ganglion trigeminale na hrotu pyramid.

Foto - duplikatury dury mater

1) falx cerebri

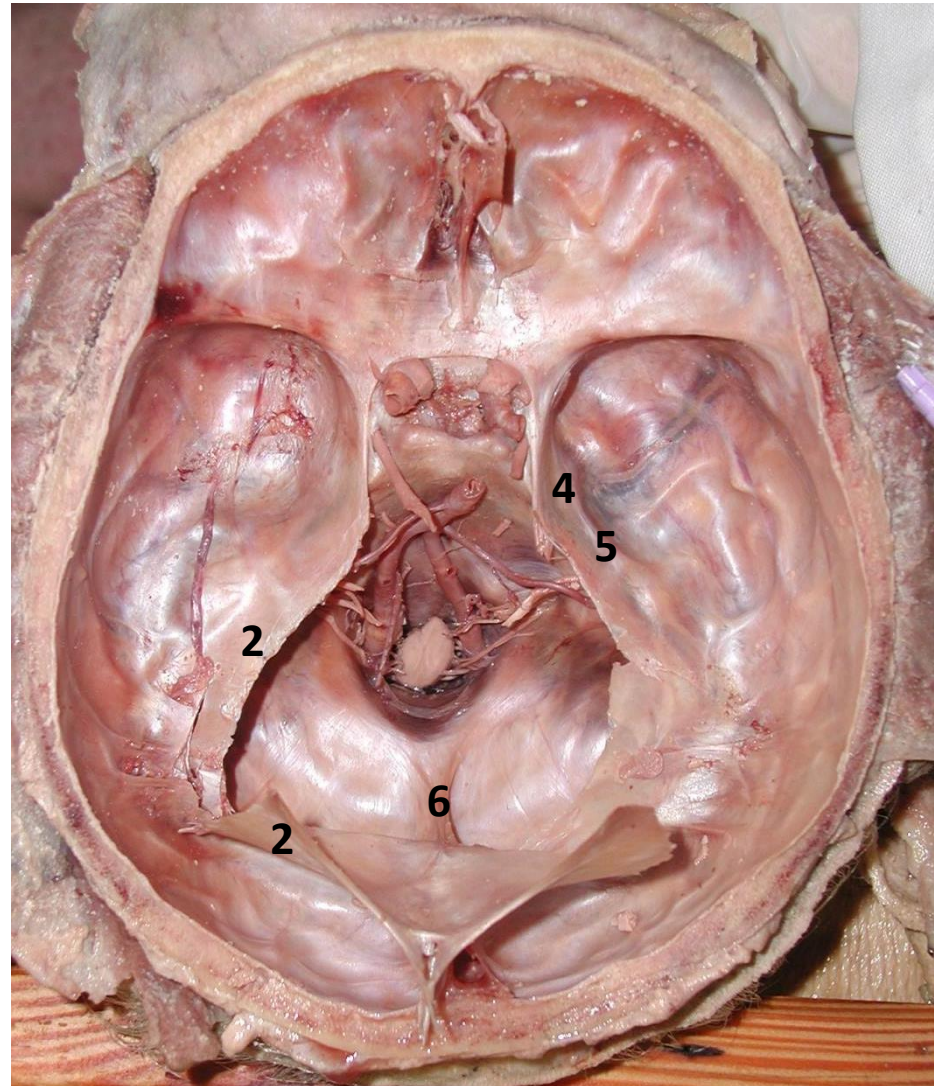
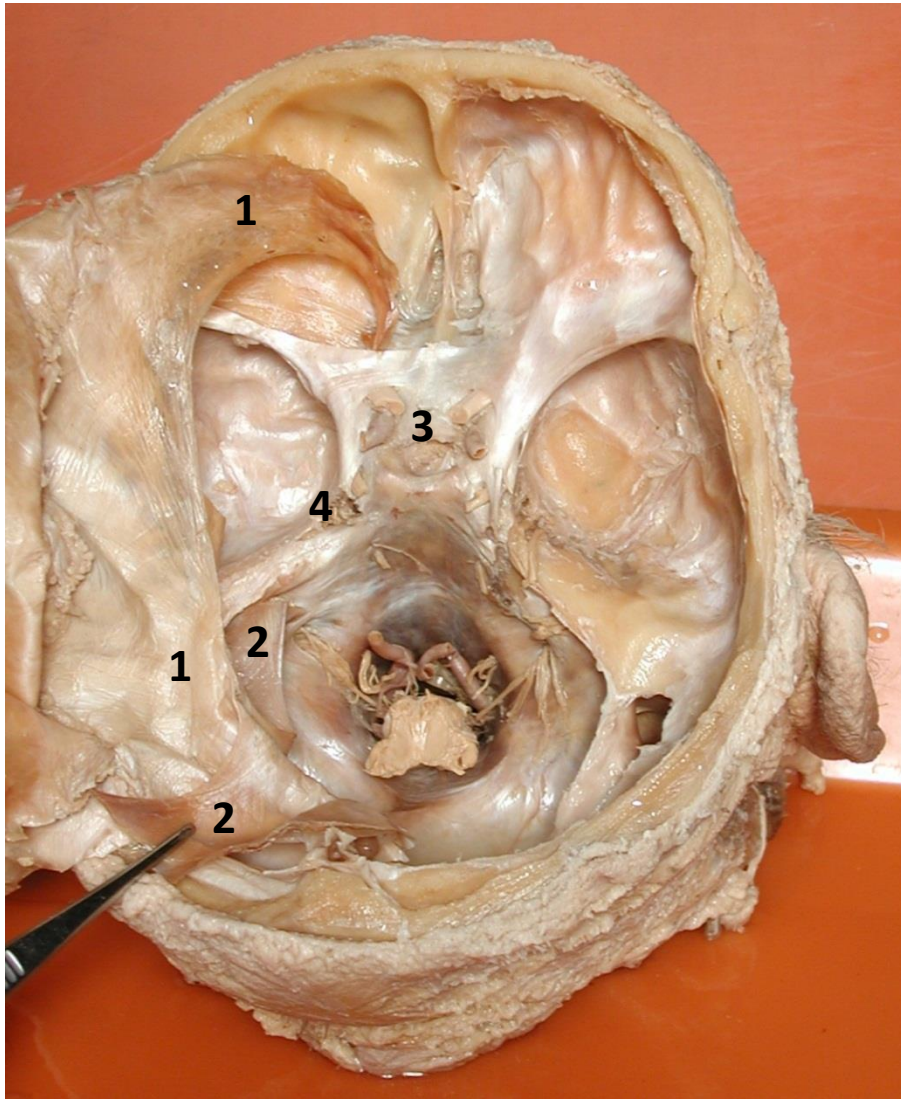
2) tentorium cerebelli

3) diaphragma sellae

4) sinus cavernosus (viz dále)

5) cavum trigeminale

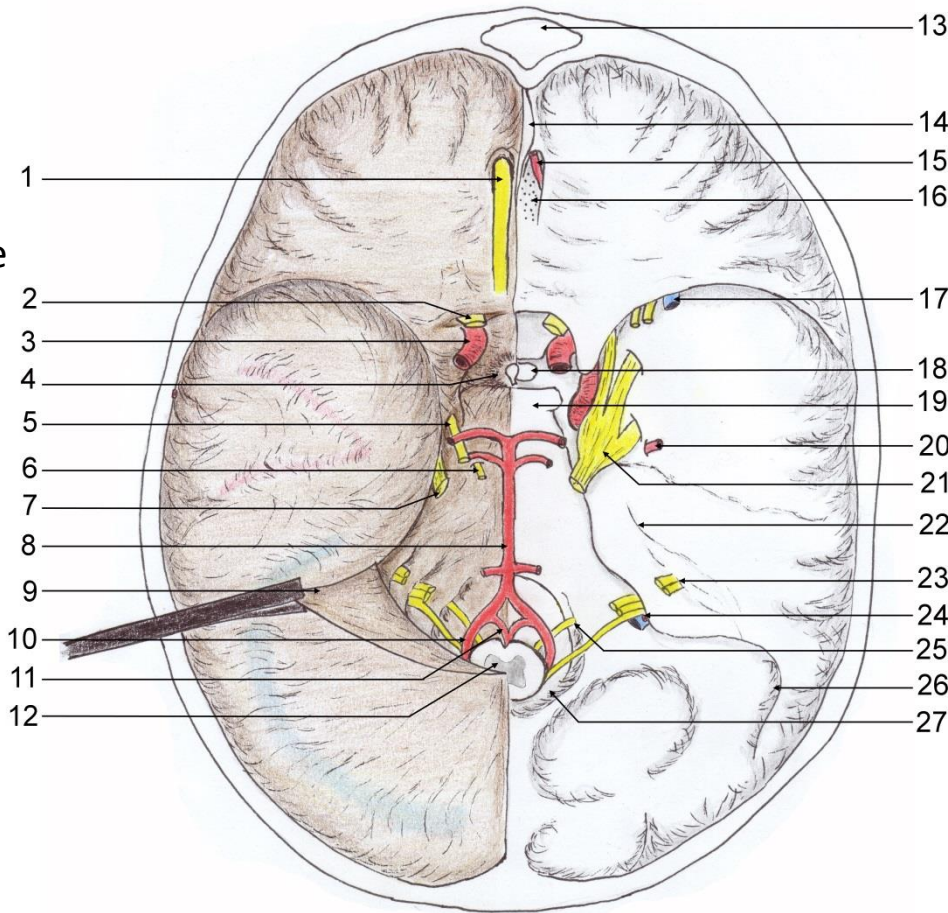
6) falx cerebelli



Obrázek basis cranii interna

Nervy a cévy ve vztahu k útvarům dura mater (L polovina obrázku) nebo ke kostěnému podkladu (P polovina):

- 1) bulbus olfactorius
- 2) n. opticus
- 3) a. carotis int.
- 4) diaphragma sellae
- 5) n. abducens
- 6) n. trochlearis
- 7) n. trigeminus
- 8) a. basilaris
- 9) tentorium cerebelli
- 10) a. vertebralis
- 11) a. spinalis ant.
- 12) medulla spinalis



- 13) sinus frontalis
- 14) crista galli
- 15) a. ethmoidalis ant.
- 16) lamina cribrosa
- 17) v. ophthalmica sup.
- 18) hypophysis
- 19) dorsum sellae
- 20) a. meningea media
- 21) ganglion trigeminale
- 22) crista pyramidis
- 23) n. facialis et
n. vestibulocochlearis
- 24) v. jugularis int. et nervi
craniales IX – XI
- 25) n. hypoglossus
- 26) sulcus sinus sigmoidei
- 27) for. magnum

Infratentoriální prostor

- Prostor zadní jámy lební, zaživa uzavřený shora tentorium cerebelli.
- Obsah odpovídá zadní jámě lební.
- Hlavní komunikace:
 - incisura tentorii – do supratentoriálního prostoru; obsahuje mesencephalon, a. basilaris;
 - foramen magnum – do páteřního kanálu, obsah viz výše.
- Klinický význam:

Infratentoriální prostor je téměř uzavřený prostor s životně důležitým obsahem (mozkový kmen s dýchacími centry). Jakýkoliv přetlak, ať už:

 - vzniklý přímo infratentoriálně, nebo
 - přenesený ze supratentoriální části cavitas cranii (například výhřezem části temporálního laloku do incisura tentorii), či
 - v oblasti for. magnum (např. edém při zlomenině dens axis), vždy bezprostředně ohrožuje život jedince.

Sinus durae matris

= žilní splavy; nezaměňovat se sinus paranasales (vedlejší nosní dutiny), které jsou též v oblasti hlavy

- Tunely v dura mater, vystlané endotelem, vedou žilní krev z mozku směrem k for. jugulare.
- Povodí: kromě mozku též jeho obaly, kosti lebky, obsah očnice, paranasální dutiny; vstřebávání většiny mozkomíšního moku.
- Vyskytují se nejvíce v místech úponů řas tvrdých plen, potom typicky mají na průřezu trojúhelníkový tvar, většina z nich se též mělce otiskuje do kostí lebky.
- Nejdůležitější:
 - sinus sagittalis sup. & inf. – v horním a dolním okraji falx cerebri,
 - s. transversus – v úponu tentorium cerebelli,
 - s. sigmoideus – esovitě pokračování předchozího k for. jugulare,
 - s. rectus – na styku falx a tentoria – běží napříč lebeční dutinou (nezanechává proto otisk), přibírá mezi jiným tzv. hluboké žíly mozku,
 - s. petrosus sup. & inf. – při hranách os petrosum,
 - sinus cavernosus – po bocích klínové kosti, specifický tím, že obklopuje několik hlavových nervů a a. carotis interna.

Foto - sinus durae matris

- 1) sinus cavernosus
- 2) s. sagittalis sup.
- 3) s. transversus

- 4) s. sigmoideus
- 5) s. petrosus sup.
- 6) s. petrosus inf.

- 7) s. occipitalis
- 8) s. marginalis

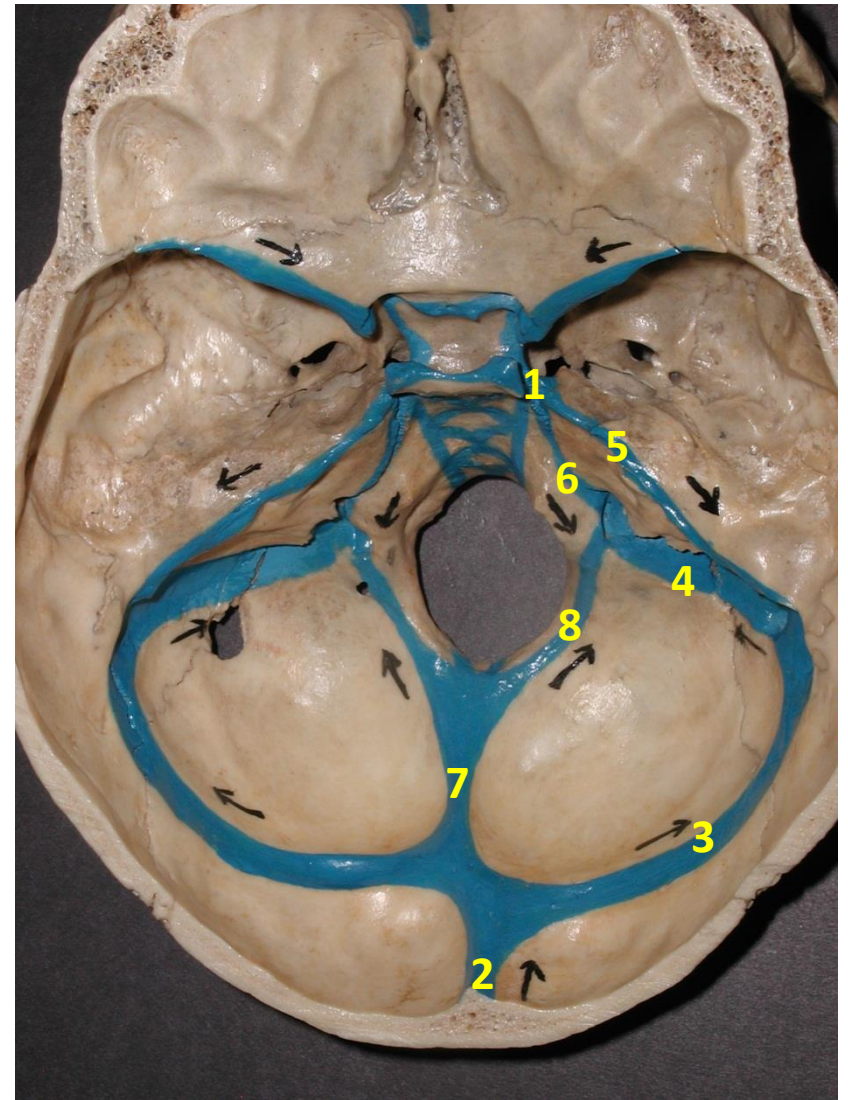
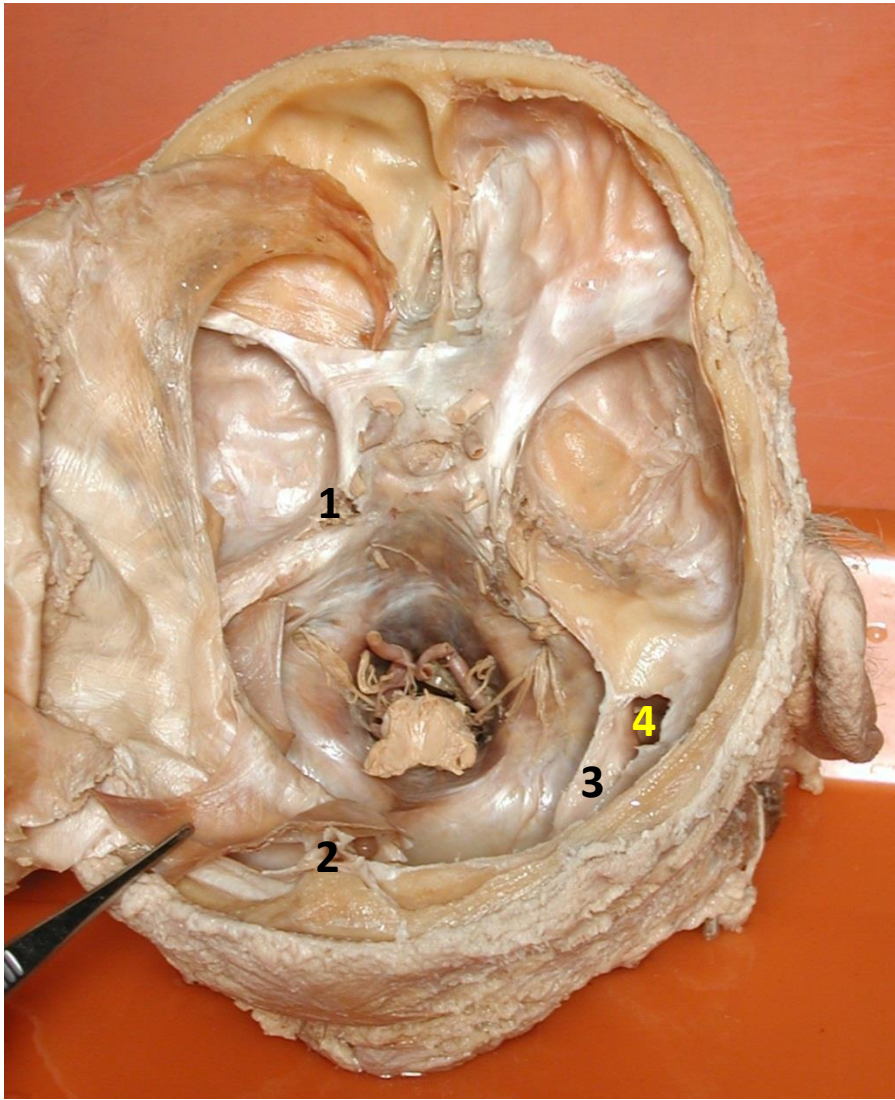


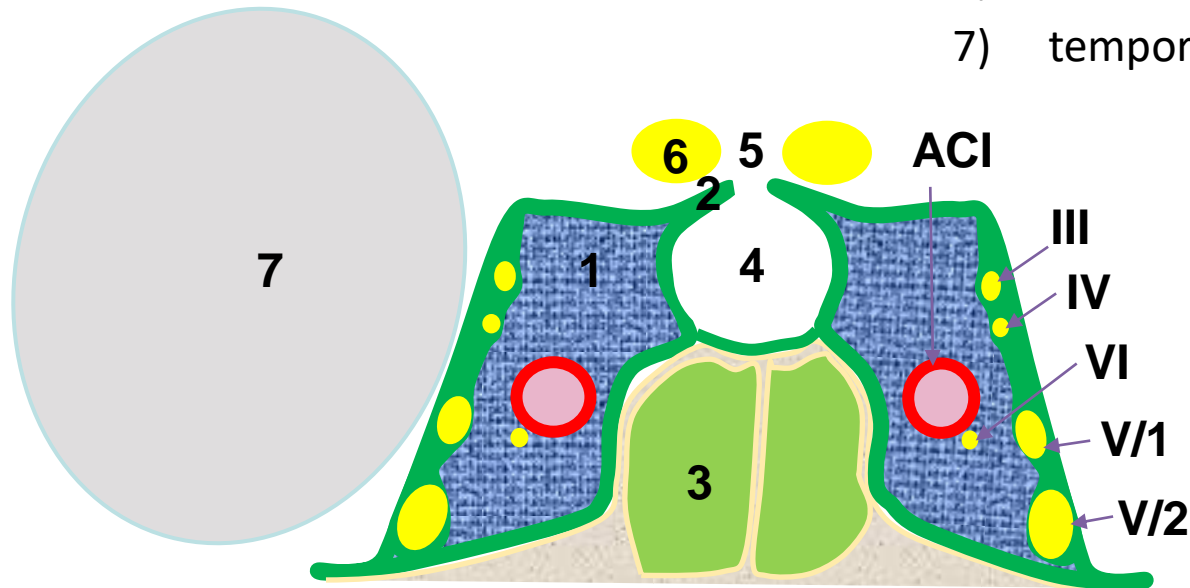
Schéma - sinus cavernosus

Frontální řez v úrovni corpus ossis sphenoidalis:

ACI – arteria carotis interna

římské číslice – hlavové nervy

- 1) sinus cavernosus
- 2) diaphragma sellae
- 3) sinus sphenoidalis
- 4) hypophysis ve fossa hypophysealis
- 5) infundibulum
- 6) tractus opticus
- 7) temporální lalok mozku



Mozek (encephalon)

Dělení:

koncový mozek
(mozkové hemisféry)

mezimozek

mozeček

kmen

(válcová nepár. část):

-střední mozek

-Varolův most

-prodloužená mícha

Mozkový kmen

Nepárová válcová kaudální část mozku. Kmen kaudálně navazuje na krční úsek hřbetní míchy, rostrálně na mezimozek.

Viditelnou hranici mezi kmenem a hřbetní míchou představuje decussatio pyramidum a výstup 1. míšního nervu.

Vztah ke skeletu: oblongata prochází for. magnum, kmen přiléhá na clivus týlní kosti. Mesencephalon prochází incisura tentorii.

Význam: životně důležité vegetativní reflexy (kardiovask., respirační).

Dělení: 3 oddíly, z kaudálního konce směrem rostrálně:

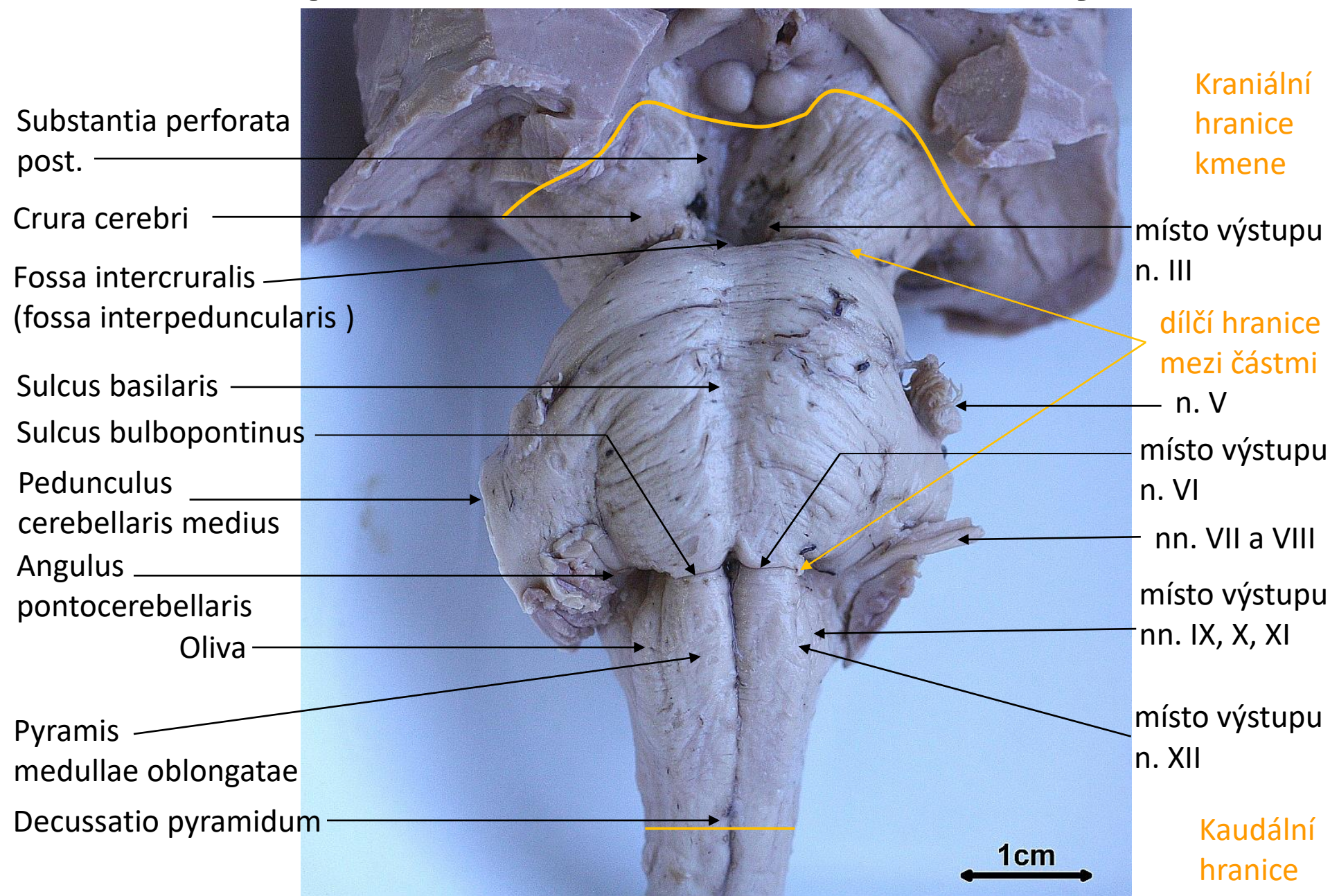
prodloužená mícha - medulla oblongata, běžně zkracována na jednoslovné „oblongata“

Varolův most - pons Varoli, běžně zkracován na „pons“

střední mozek – mesencephalon

Zřetelná hranice ve formě žlábků je patrna pouze mezi oblongatou a pontem z bazální strany.

Popis kmene z bazální strany



Popis kmene z dorzální strany

Díky odstranění mozečku a přilehlých gliových plotének byla otevřena IV. mozková komora a zřehledněna fossa rhomboidea jakožto dno IV. komory.

Kraniální
hranice
kmene

Colliculi sup.

Corpora quadrigemina, lamina tecti

Colliculi inf.

Sulcus medianus

Colliculus facialis

Eminencia medialis

Striae medullares

Area vestibularis

Trigonum n. vagi

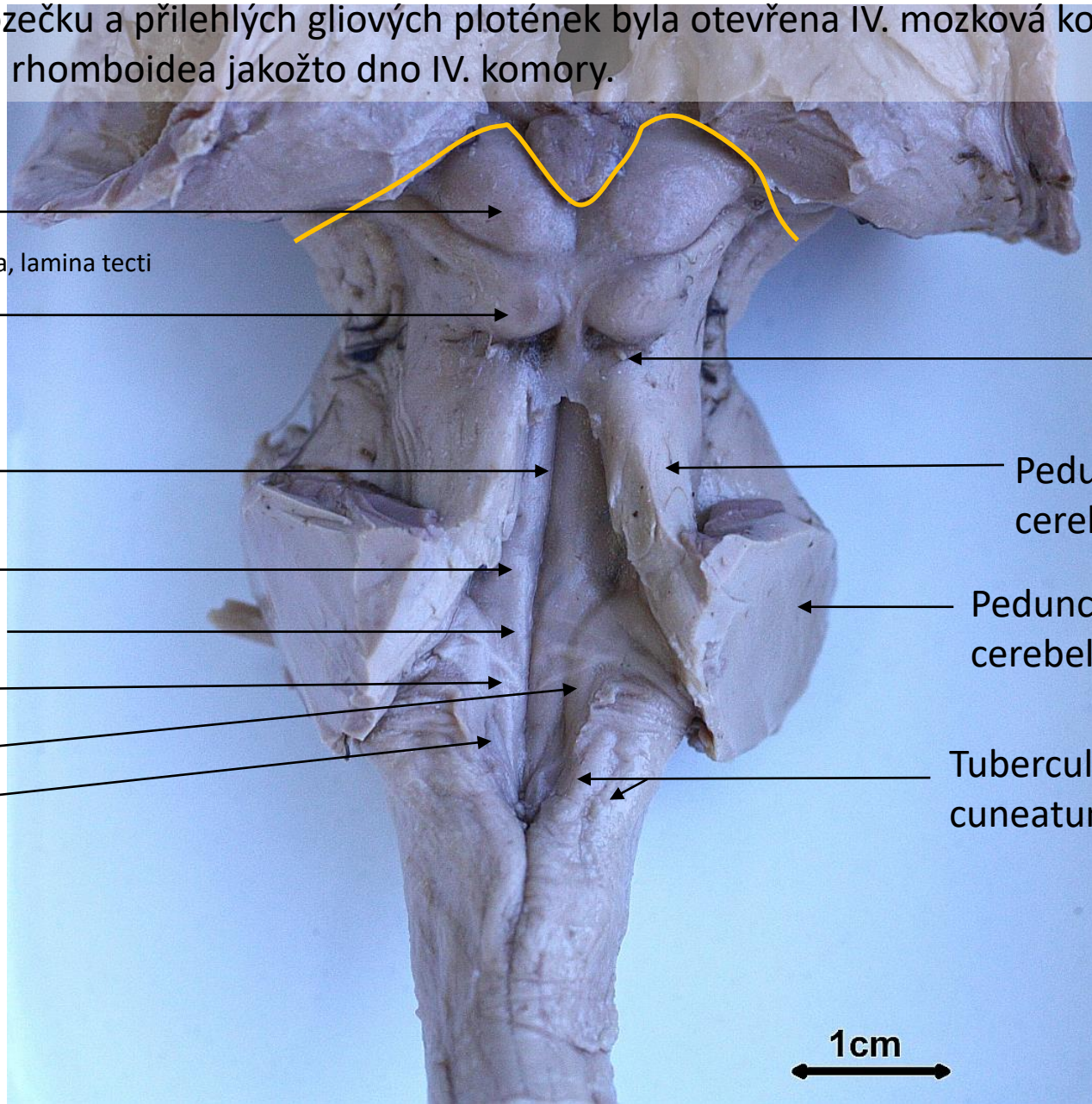
n. IV

Pedunculus
cerebellaris sup.

Pedunculus
cerebellaris medius

Tuberculum
cuneatum et gracile

1cm



Mozeček - cerebellum

8x menší než koncový mozek.
Povrch členěn fisurami na lobi a lobuli a dále mělčími sulci na folia.
Uložen v zadní jámě lební, oddělen tentoriem od týlního laloku.

← Sagitální řez mozkem:

týlní lalok hemisféry

mozkový kmen

IV. komora

mozeček

mozečková kůra

bílá hmota

jádra

(ncl. dentatus)

Spodní pohled na mozeček →

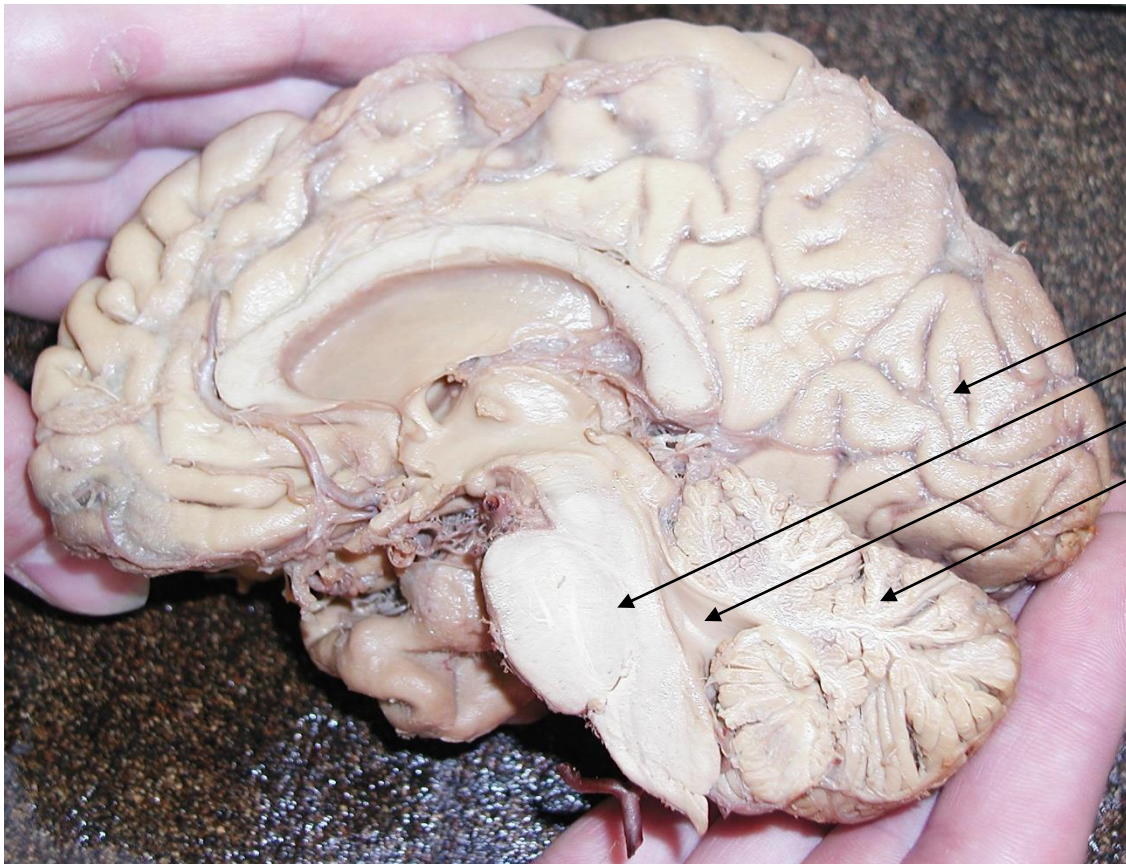
pravá polovina fotografie zachycuje horiz. řez:

flocculus

tonsilla

vermis

mozečková hemisféra

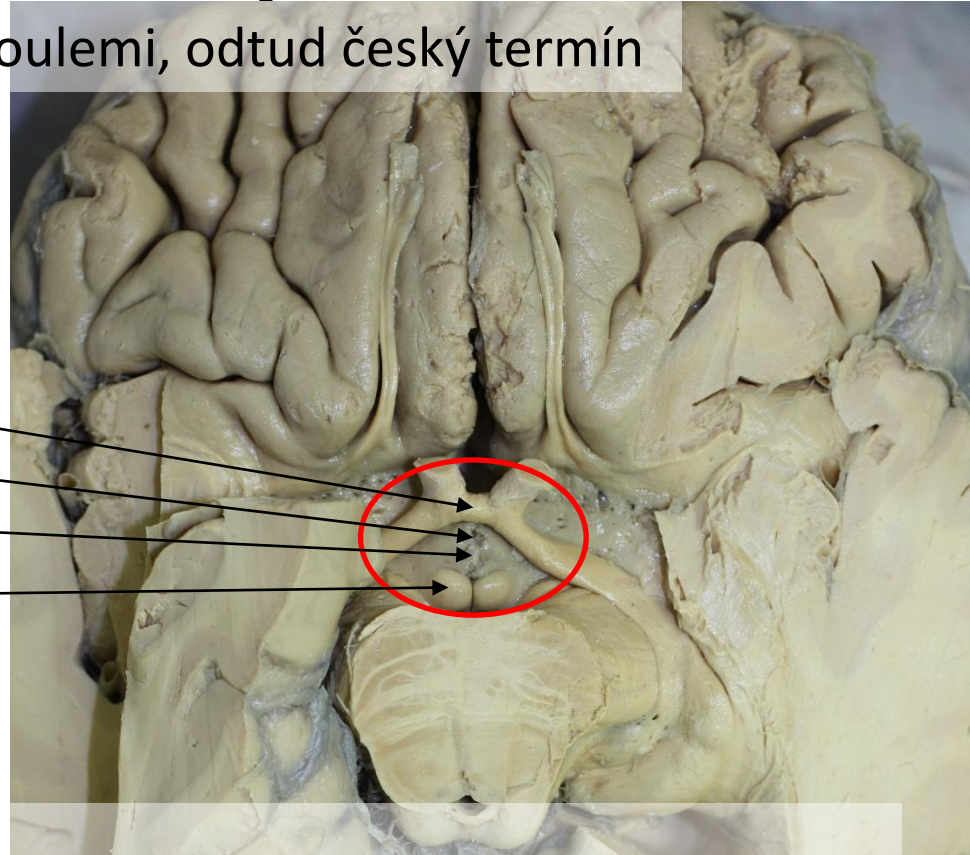


Mezimozek – diencephalon (1)

Bezprostředně mezi mozkovými polokoulemi, odtud český termín

Na intaktním mozku je částečně viditelný jen zdola. →

chiasma opticum
infundibulum (odtrženo)
tuber cinereum
corpora mamilaria



Nejzásadnější funkce:

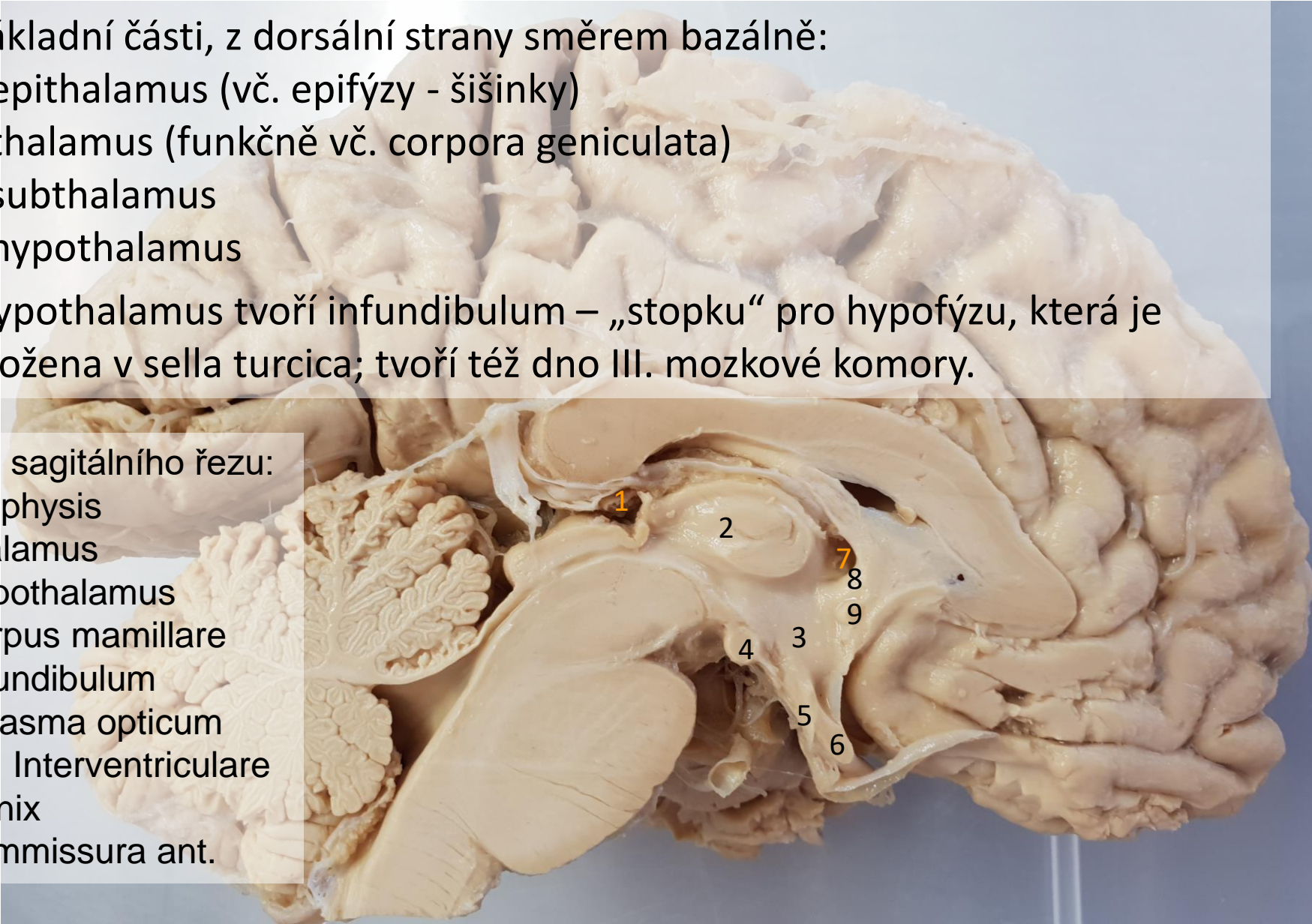
- thalamus – „brána vědomí“ – tvořen množstvím jader, z nichž většina je senzitivních, část z nich specificky propojena s příslušným úsekem mozkové kůry, jakožto předposlední stanice uvědomělých senzitivních a sensorických drah;
- hypothalamus – nadřazené místo endokrinního systému - produkce hormonů (ADH a oxytocin a regulačních faktorů pro hypofýzu, dále nadřazené centrum vegetativního systému, oba řídicí mechanismy propojuje s limbickým systémem.

Mezimozek (2)

- Základní části, z dorsální strany směrem bazálně:
 - epithalamus (vč. epifýzy - šišinky)
 - thalamus (funkčně vč. corpora geniculata)
 - subthalamus
 - hypothalamus
- Hypothalamus tvoří infundibulum – „stopku“ pro hypofýzu, která je uložena v sella turcica; tvoří též dno III. mozkové komory.

Popis sagitálního řezu:

- 1) epiphysis
- 2) thalamus
- 3) hypothalamus
- 4) corpus mamillare
- 5) infundibulum
- 6) chiasma opticum
- 7) for. Interventriculare
- 8) fornix
- 9) commissura ant.



Koncový mozek – telencephalon (1)

Telencephalon je nejmohutnější částí lidského mozku a má zdaleka nejkomplikovanější funkci.

Stavba: Má tvar dvou polokoulí - hemisfér, ačkoliv de facto jde spíš o čtvrtkoule s vyklenutou zevní plochou, vnitřní plochou a oploštělým povrchem na spodu (bazálně). Povrchová šedá hmota je vrstevnatě uspořádána a nazývá se kůra, pod navazující vrstvou bílé hmoty tvoří další šedá hmota v hloubce jádra označovaná souhrnně jako tzv. **bazální ganglia**. Mezi bazálními ganglii tvoří bílá hmota 3 kapsuly, z nichž funkčně je nejdůležitější **capsula interna**.

Dutinový systém: V každé hemisféře se nachází postranní komora – ventriculus lateralis. Vyplněny jsou mozkomíšním mokem, který se tvoří v jejich plexus choroideus (cévnaté pleteni).

Projekce dutin na povrch mozku

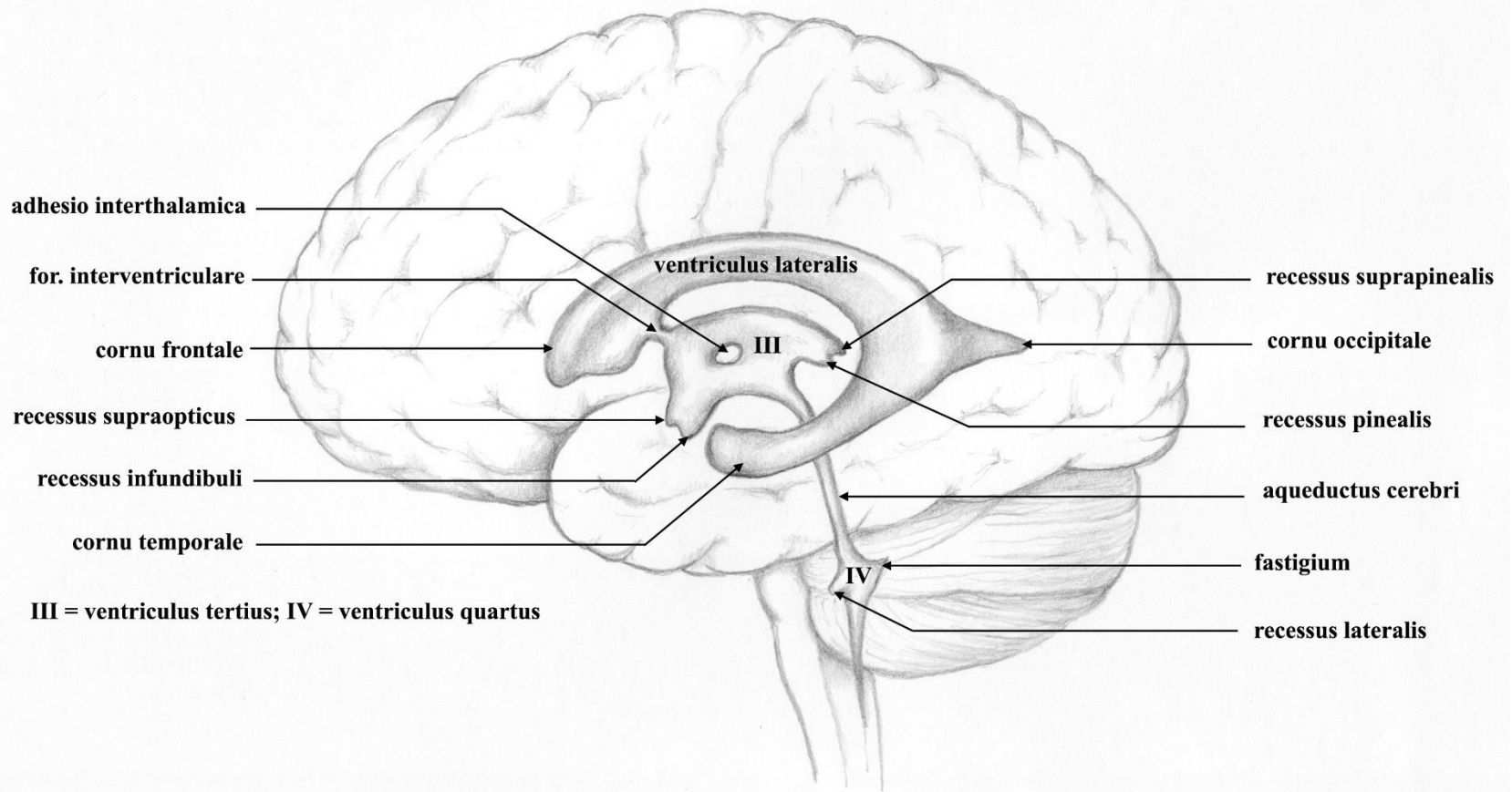


Schéma mozkových komor

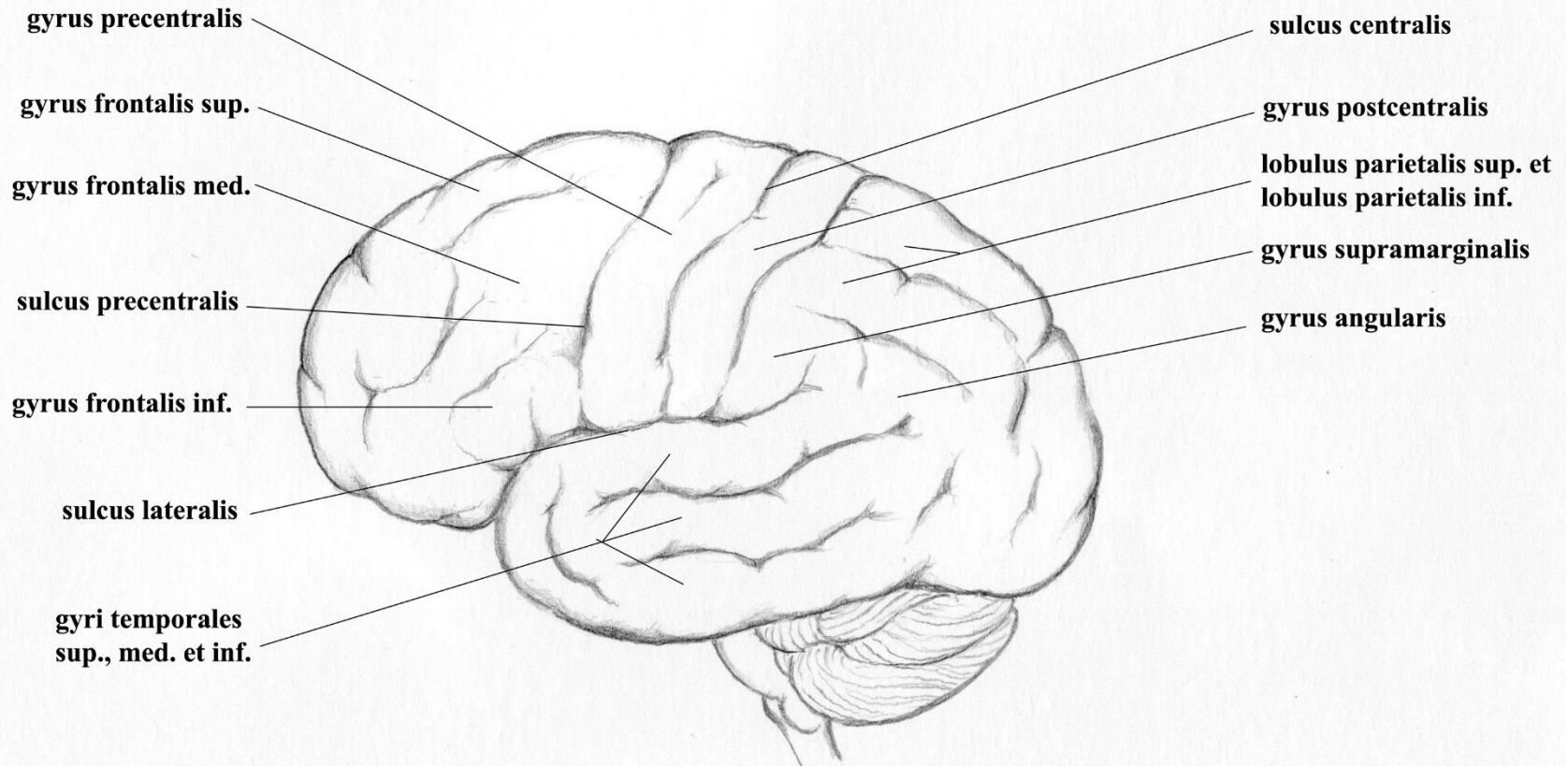
Koncový mozek (2)

Povrch:

Mozková kůra zvětšuje svoji plochu vrásněním - na povrchu hemisféry tak vznikají sulci (brázdy) et gyri (závity; vyklenutá místa mezi brázdami). Mezi hemisférami je hluboká rýha **fissura longitudinalis cerebri**. Do ní zasahuje duplikatura tvrdé pleny **falx cerebri**. V hloubce pod ní jsou obě hemisféry spojeny **corpus callosum** (největší levo-pravá spojka, čili komisura)

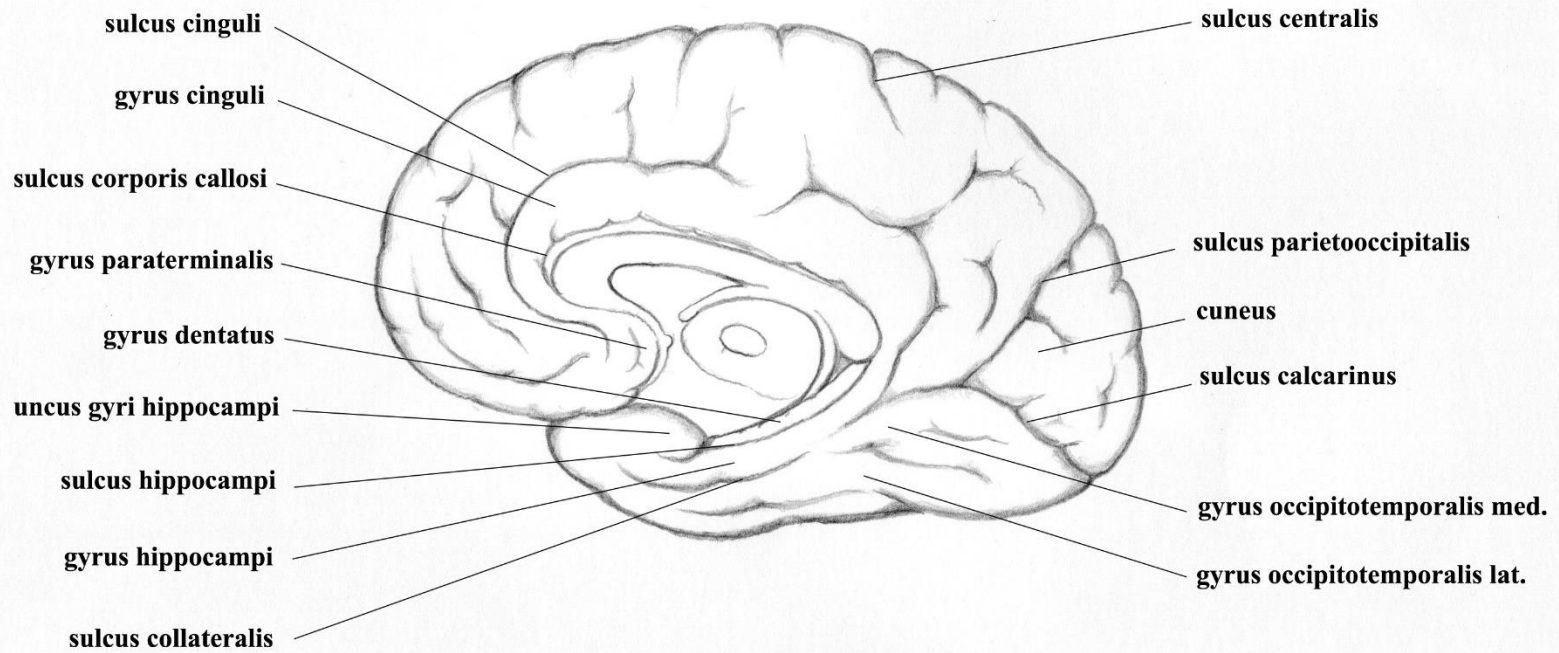
Na každé z obou hemisfér se popisují: 4 laloky, jak je popisuje klasická anatomie: **frontální, parietální, okcipitální, temporální**. Jejich názvosloví odpovídá přilehlým kostem klenby lebeční. Zjednodušeně řečeno, jsou navzájem odděleny nejhlubšími brázdami.

Popis zevního povrchu hemisféry



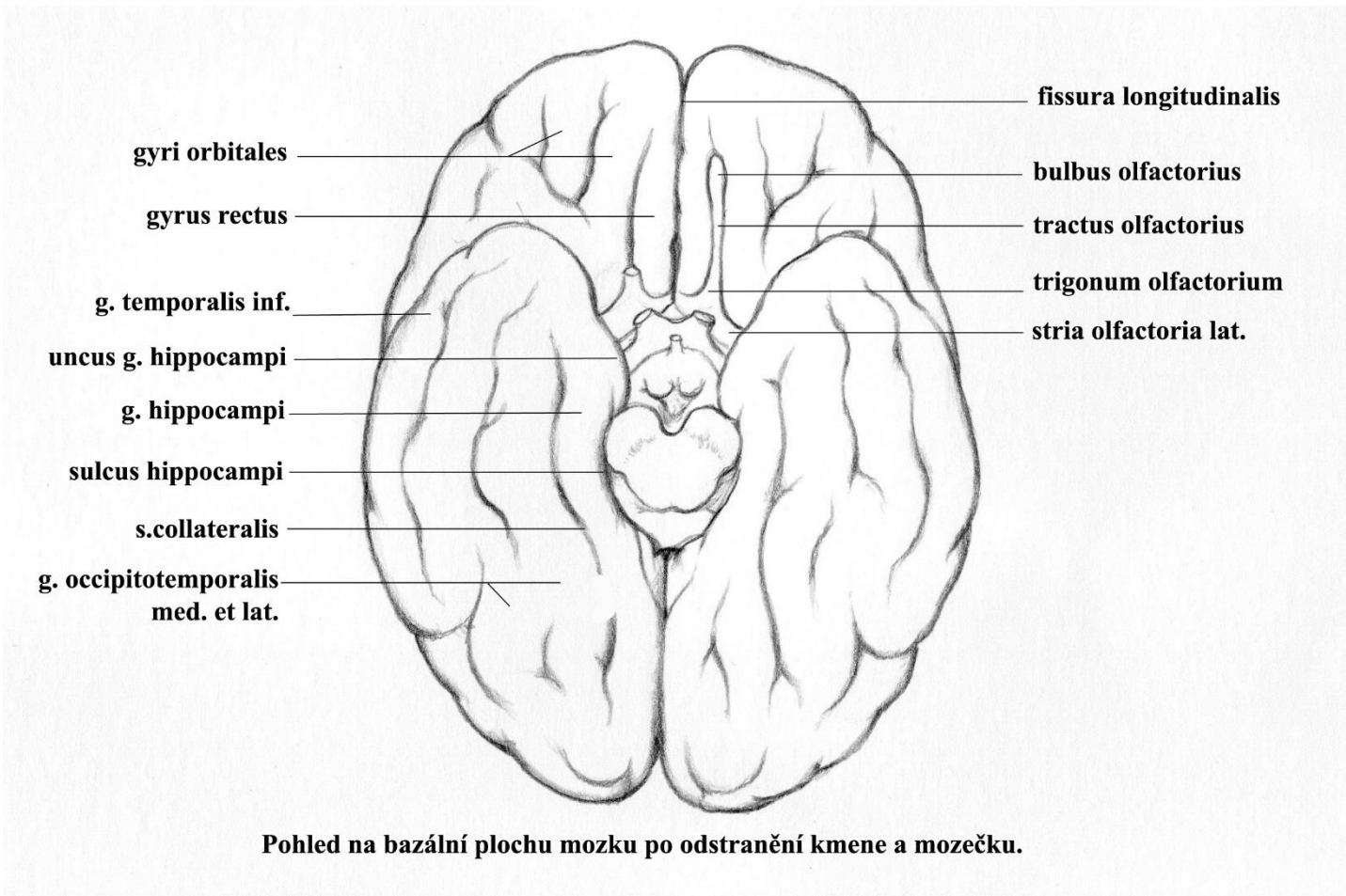
Pohled na laterální plochu levé hemisféry.

Popis vnitřního povrchu hemisféry

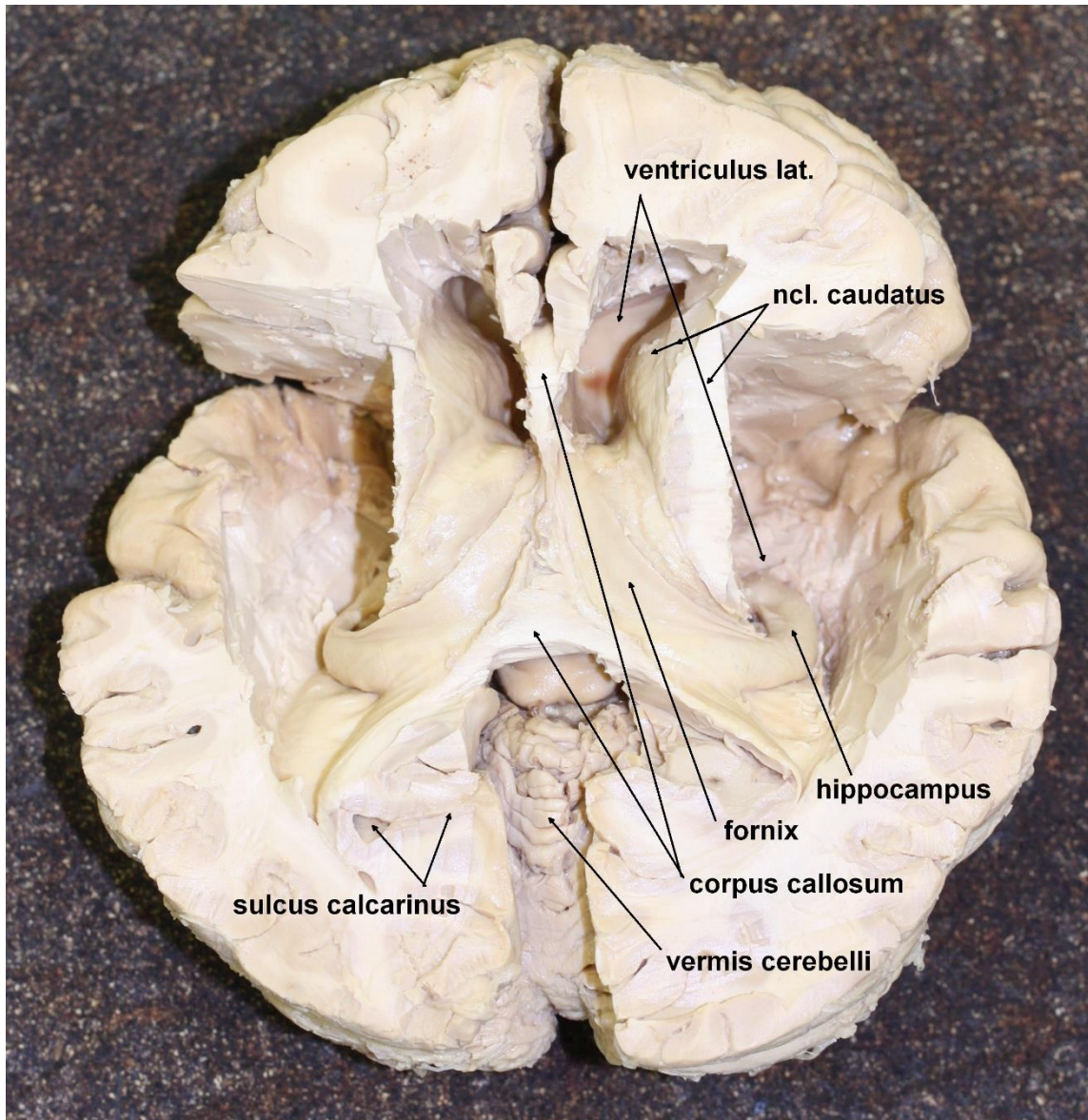


Závity a brázdy mediální plochy pravé hemisféry.

Popis spodního povrchu hemisféry



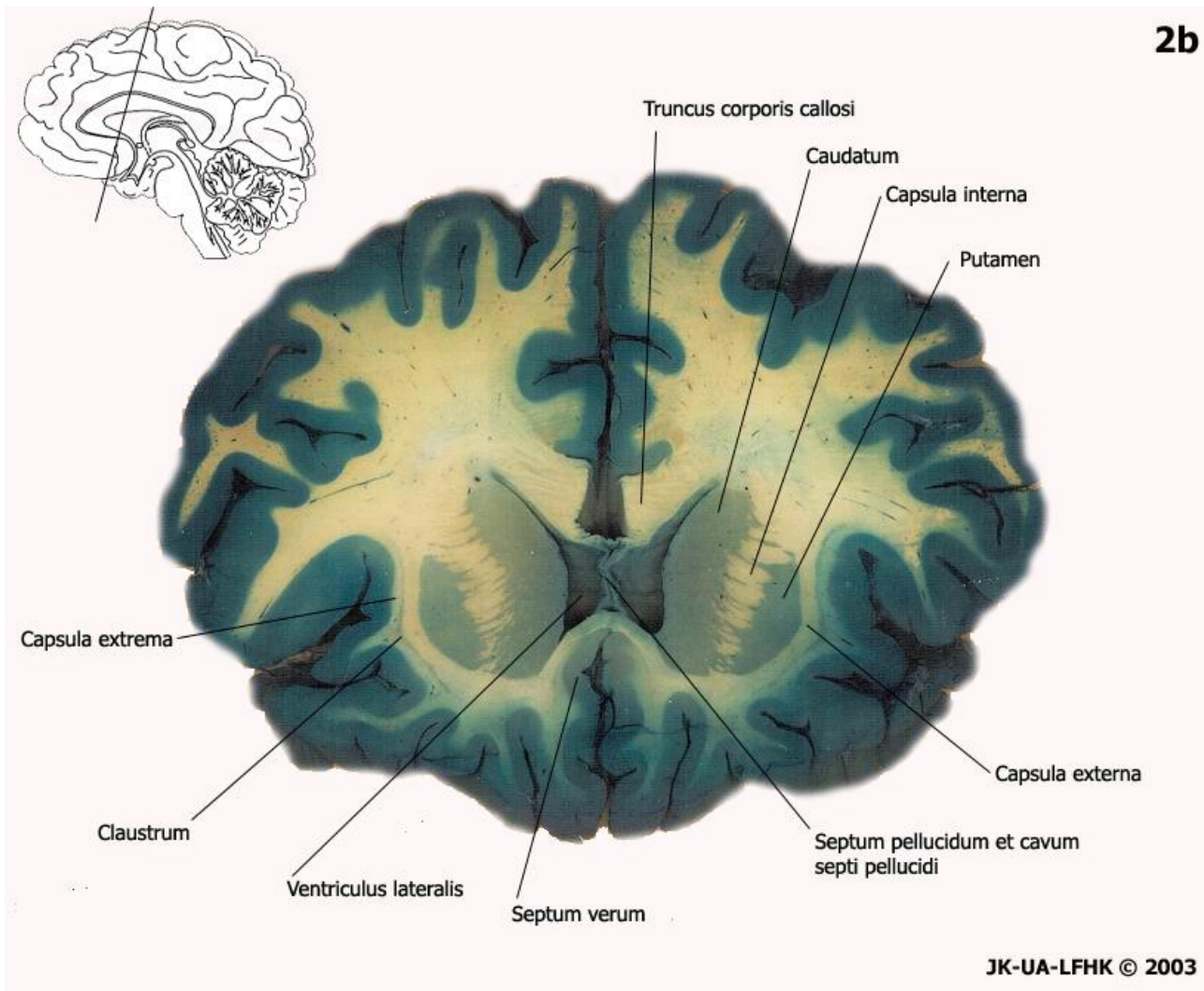
Útvary v hloubce mozku



Horní pohled,
mozek je horizontálně rozříznutý
a řez je doplněn pitvou
temporálních laloků tak, aby byl
vidět hippocampus na dně
postranní komory.

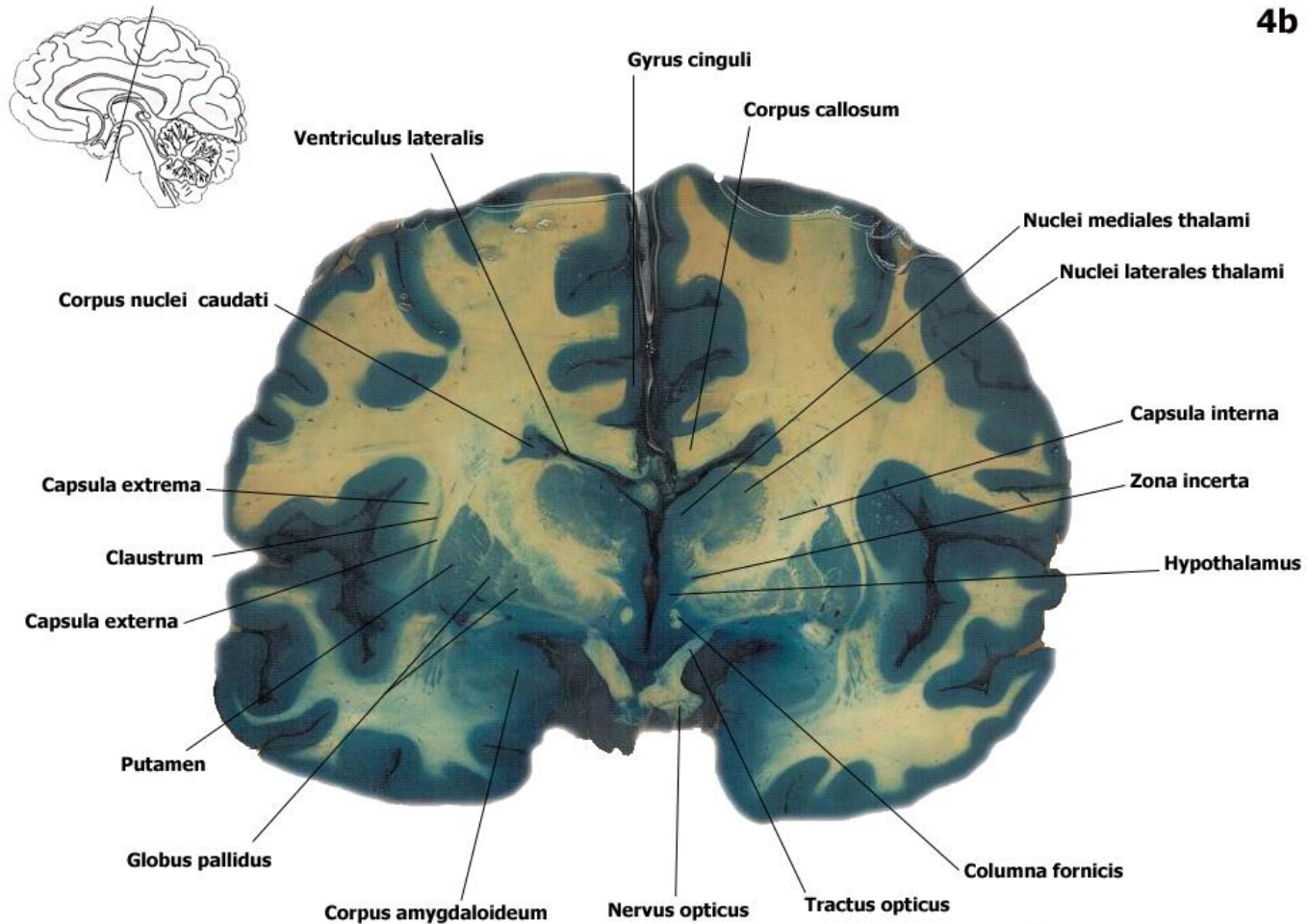
Frontální řez mozkiem (1)

šedá hmota mozková je obarvena na modro



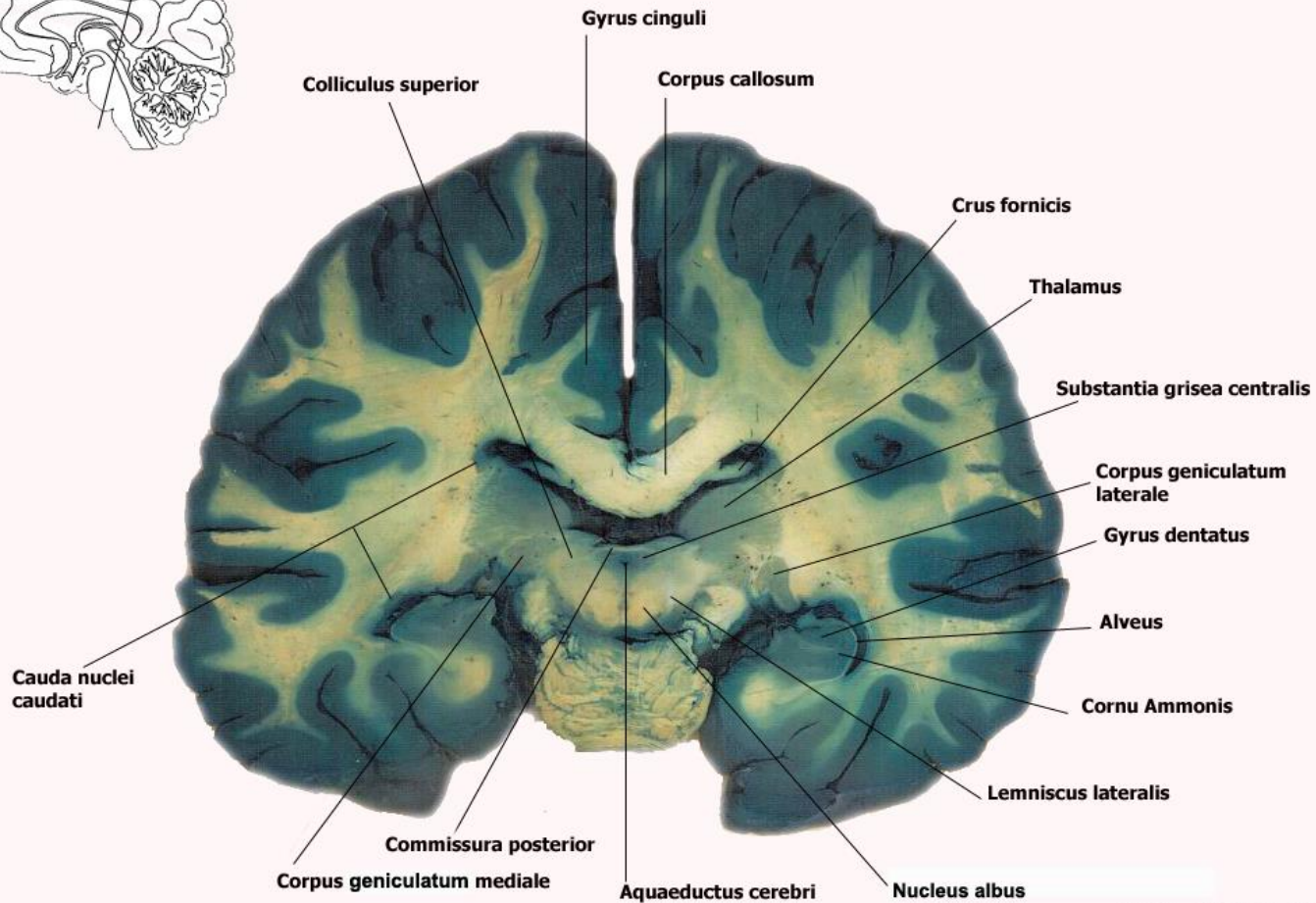
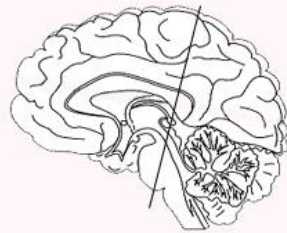
Frontální řez mozkiem (2)

4b

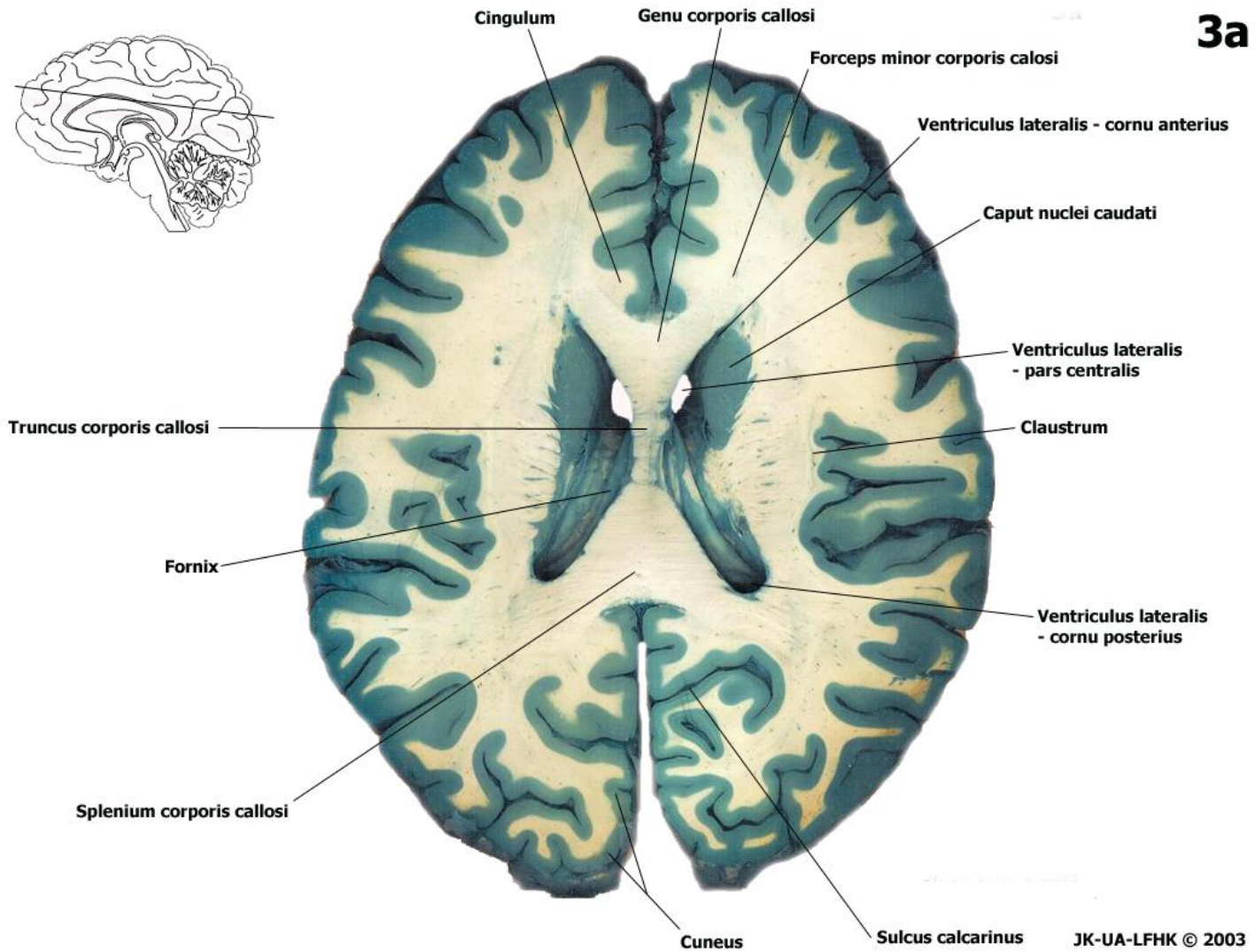


Frontální řez mozkiem (3)

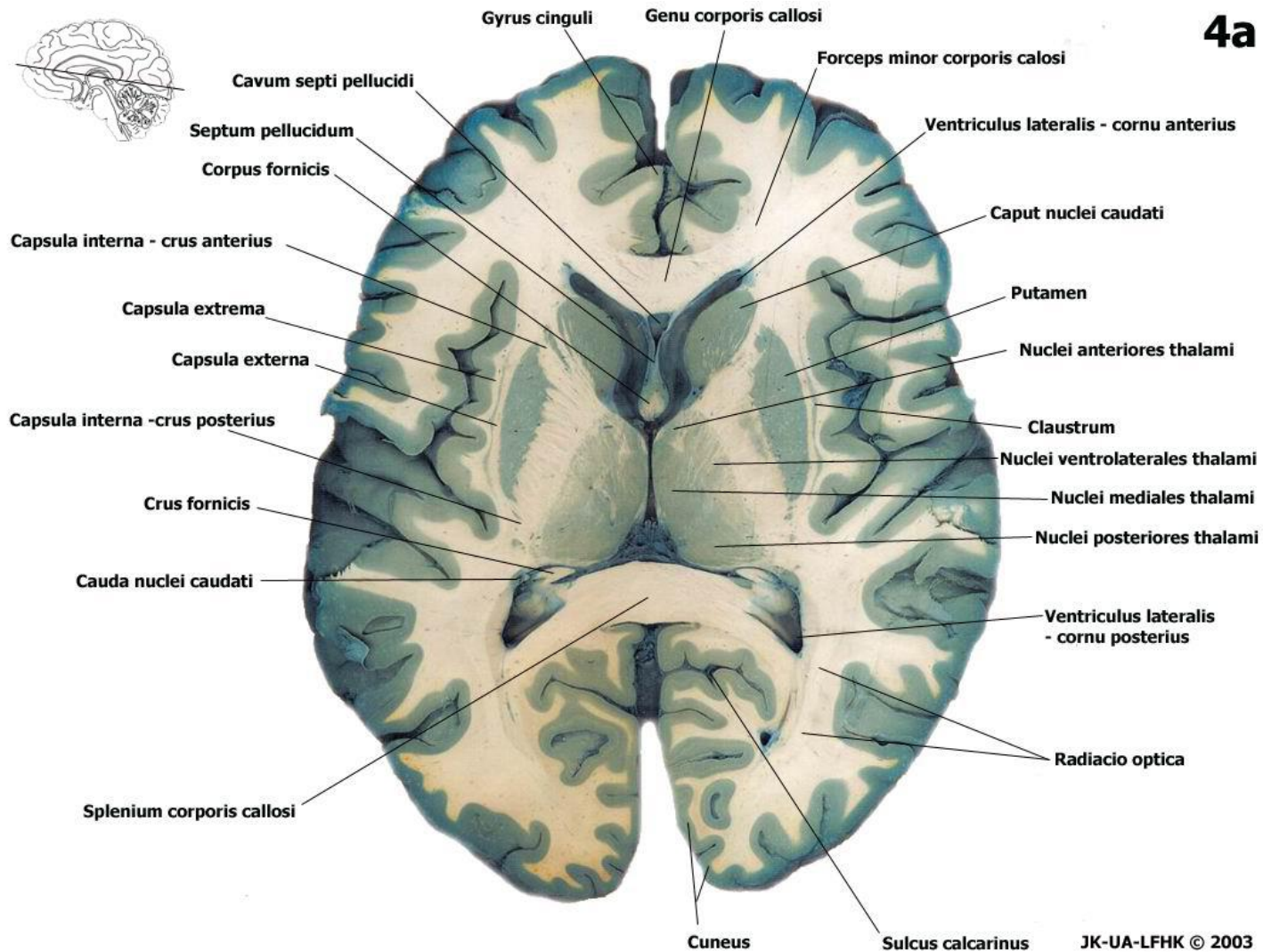
6b



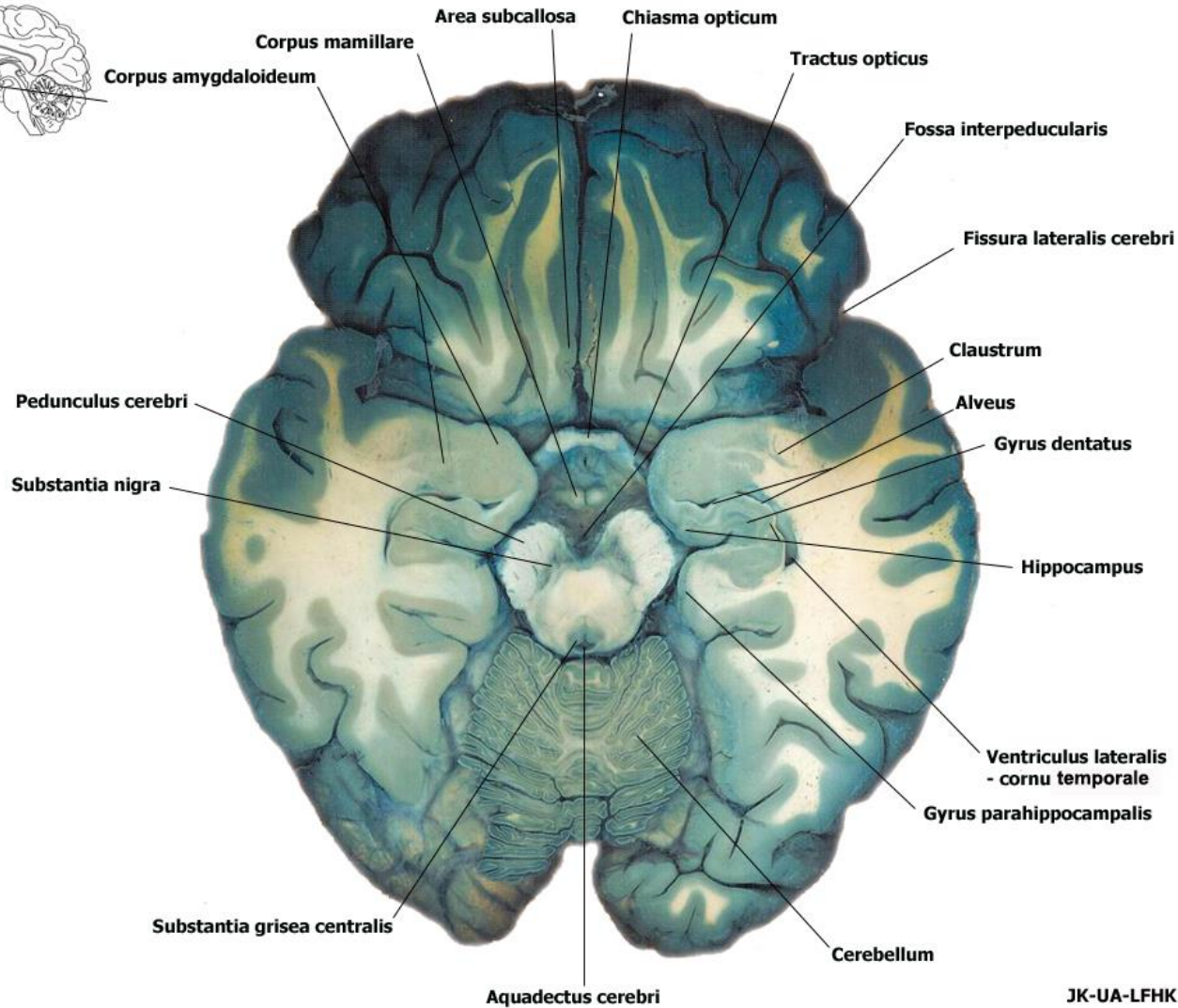
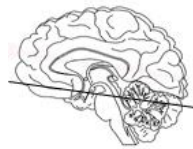
Horizontální řez mozkiem (1)



Horizontální řez mozkiem (2)

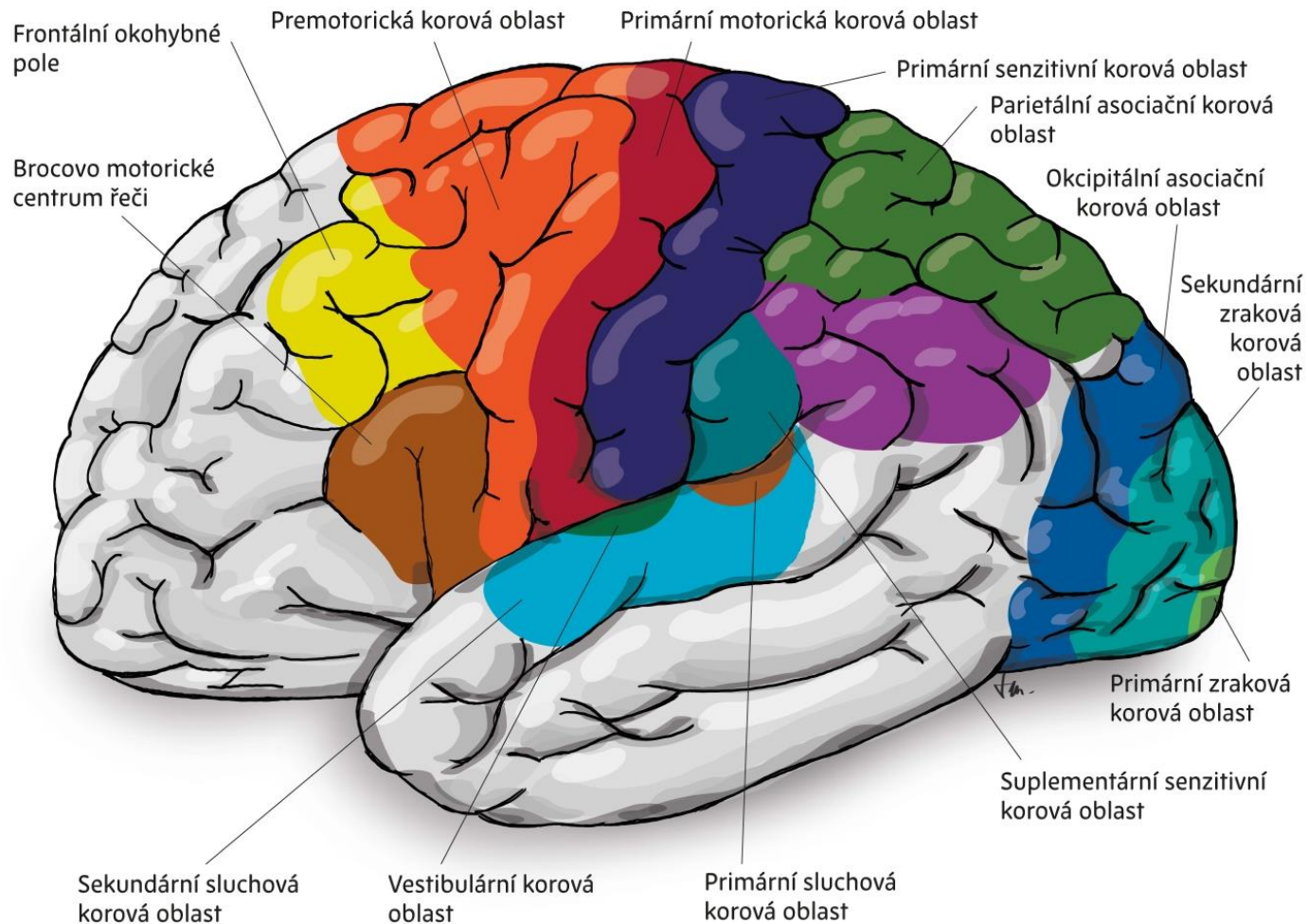


Horizontální řez mozkiem (3)



5b

Funkční korové oblasti



Nervové dráhy

- Dráhy jsou svazky axonů v CNS majících společný začátek a konec, stejný mediátor, funkci, stupeň myelinizace apod. Jde o funkční propojení center.
- Dráhy mají konstantní polohu v mozku a míše. Často mají také tzv. somatotopii (uspořádání axonů v dráze koresponduje souvisí s uspořádáním těla), což má praktický význam u objemnějších drah.
- V klinice mají význam zejména dlouhé dráhy (tzv. projekční), při jejichž přerušení (úraz, otok při krvácení apod.) dojde ke zřetelnému výpadku funkce, aniž by byla poškozená centra v šedé hmotě.
- Průběh nejdůležitějších drah pro trup a končetiny :
 - Dráha volního pohybu – **tractus cortico-spinalis**: gyrus precentralis – capsula interna – crura cerebri – pyramidy – laterální míšní provazce (typické pro končetiny, větší část) nebo přední provazce.
 - Dráha tzv. protopatického cití (vč. bolesti) – **tractus spino-thalamicus**: zadní kořeny míšních nervů - laterální a přední míšní provazce – laterální část kmene – thalamus – gyrus postcentralis
 - Dráha tzv. epikritického cití (vč. hmatu) – **tractus spino-bulbaris**: zadní kořeny míšních nervů - zadní míšní provazce – hrbolky na zadní straně oblongaty - mediální část kmene (lemniscus medialis) – thalamus – gyrus postcentralis

Cirkulace likvoru

Mozkomíšní mok = likvor – tekutina nahrazující v mozku lymfu. Objem je cca 150 ml, z toho v mozkových komorách je asi 1/4, většina se nachází v subarachnoidálním prostoru.

Cirkulace likvoru:

- 1) Tvorba likvoru: V plexus choroideus postranních komor, III. a IV. komory.
- 2) Vlastní cirkulace likvoru: Průtok celým dutinovým systémem z postranních komor přes III. a IV. komoru. Odtok do subarachnoidálního prostoru otvory ve stropu IV. komory (**apertura mediana et aperturae laterales ventriculi quarti**). V subarachnoideálním prostoru plní mechanickou funkci.
- 3) Resorpce likvoru: do sinus sagittalis superior prostřednictvím granulationes arachnoidales.

Klin. poznámka: nitrolební hypertenze

- Cavitas cranii je uzavřený prostor a jakýkoliv expanzivní proces (např. nádor, městnání mozkomíšního moku) vede k útlaku přítomných struktur. Zejména akutní expanze (otok, hematoma) mohou být život ohrožující.
- Části mozku (který má konzistenci tuhého gelu) mají při tom tendenci vyhřezávat do jediných možných otvorů, to znamená útvary ze supratentoriální oblasti pod tentorium, infratentoriální obsah do foramen magnum, hemisféra pod falx k protilehlé hemisféře.
- Fatálním následkem nitrolební hypertenze je stlačení cév s ischemií mozku a útlak dechových a kardiovaskulárních center ve kmeni.

Cévní zásobení dura mater

Tvrdou plenu mozkovou vyživují **aa. meningeae**, žilní krev z ní je odváděna stejnojmennými meningeálními žilami do sinus durae matris. Hlavní tři zdroje:

- **Ramus meningeus anterior:** Odstupuje z a. ethmoidalis anterior, je jediná z povodí a. carotis interna. Do lebky vstupuje přes lamina cribrosa kosti čichové pro pleny v rozsahu přední jámy lební.
- **A. meningeae media:** Větev a. maxillaris, do střední jámy lební vstupuje přes foramen spinosum. Je nejsilnější a vzestupuje do oblasti kalvy, kde může být poraněna při zevním úderu.
- **A. meningeae posterior:** Větev a. pharyngea ascendens, do zadní jámy lební vstupuje přes foramen jugulare.

Dura je senzitivně inervovaná - zejména hlavovými nervy č. V, IX a X, dostává i vegetativní vlákna pro inervaci cév. Podle některých teorií hraje inervace dury roli v patogenezi migrény.

Cévní zásobení mozku - tepny (1)

2 zdroje tepenné krve pro mozek:

- **a. carotis interna** – větev a. carotis communis, prochází lebeční bází skrz canalis caroticus a vstupuje do sinus cavernosus. Její konečná část (pars cerebralis) se při sella turcica rozdělí na **a. cerebri anterior (ACA)** a **a. cerebri media (ACM)**.
- **a. vertebralis** – párová větev a. subclavia, prochází bází skrz for. magnum a poté vytvoří nepárovou **arteria basilaris**, která probíhá na klivu a podmiňuje na spodní straně Varolova mostu otisk **sulcus basilaris**. A. basilaris se za dorsum sellae rozdělí na dvě **aa. cerebri posteriores (ACP)**.

Oba systémy spolu anastomozují:

- 1) na bazi mozkové v podobě **circulus arteriosus Willisi**, kde spolu anastomozují počáteční úseky korových tepen (významnější). Viz další slide.
- 2) mezi koncovými větvemi korových tepen na povrchu hemisfér (méně významné).

K infratentoriálním tepnám (mimo dosah CAW) patří zejm. tepny pro mozeček.

Cévní zásobení mozku - tepny (2)

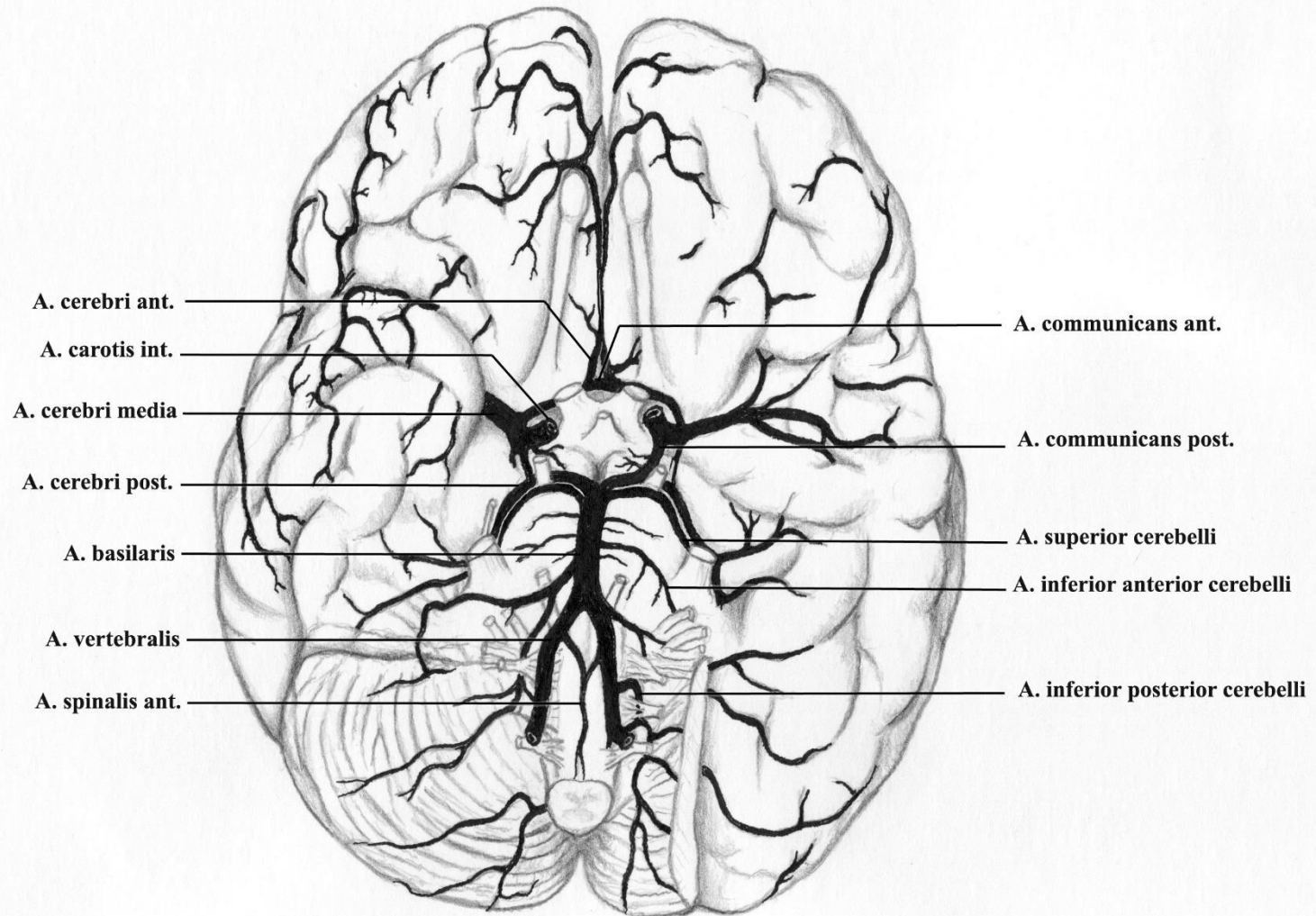
Circulus arteriosus Willisi (circulus arteriosus cerebri, CAW)

Anastomotický tepenný okruh pod bazí mozku (kolem infundibula a corpora mamillaria), na lebce okružuje sella turcica. CAW je zřídka vytvořen přesně symetricky.

K CAW má vztah 5 typů tepen:

- 1) Zdrojové tepny: **a. carotis interna, a. basilaris** - viz předchozí slide
- 2) Aa. communicantes: spojují oba zmíněné zdroje a uzavírají tak okruh.
 - **a. communicans anterior** – velmi krátká nepárová tepna mezi oběma ACA.
 - **aa. communicans posterior** – párová větev z ACP, kterou spojuje s ACM.
- 3) Aa. cerebri - tepny korové: probíhají po povrchu mozku v pia mater, jejich konečné větve jsou určeny pro výživu kůry mozkové a bílé hmoty hemisféry do hloubky asi 3 cm. Detailní popis viz dále.
- 4) Aa. centrales (basales): odstupují z CAW kolmo do parenchymu mozku ve 4 skupinách, v podobě mnohočetných cév, které zanechávají povrch mozku perforovaný. Vyživují podkorové struktury hemisféry, mezimozek a většinu mesencefalon.
 - aa. centrales anteromediales** (z počátku ACA), **anterolaterales** (z ACM),
 - aa. centrales posteromediales** a **posterolaterales** (z ACP)
- 5) Aa. choroideae: z poč. úseků korových tepen, dodávají krev do plexus choroideus.

Tepny mozku – pohled zespodu



Mozkové tepny na bazálním povrchu mozku.

Cévní zásobení mozku - tepny (3)

Korové tepny:

A. cerebri anterior

Základní dělení na pars precommunicalis (segment A1) a pars postcommunicalis (segmenty A2-A5) – dělítkem je odstup a. communicans ant.

Zásobuje vnitřní plochu hemisféry (frontální a parietální lalok), jen částečně přesahuje i na zevní plochu hemisféry, dále bazální plocha čelního laloku.

A. cerebri media

Segmenty M1-M4 odpovídají průběhu: z CAW běží laterálně (M1) do fossa cerebri lat. (M2), odkud tepny vystupují mezi operkuly (M3) na zevní povrch mozku (M4).

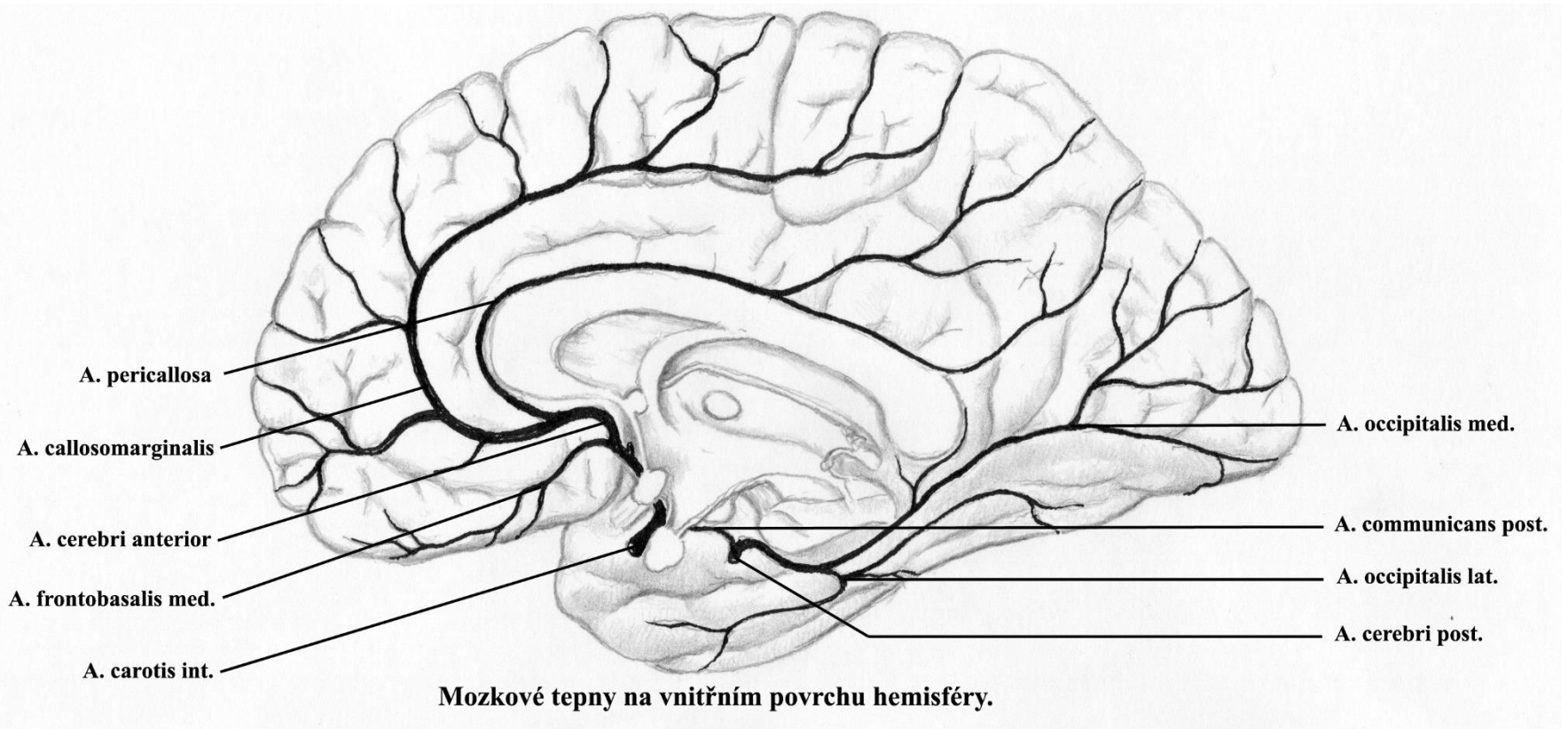
Zásobuje převážnou část zevní plochy hemisféry + bazálně část frontálního a temporálního laloku.

A. cerebri posterior

Segmenty P1-P4 odpovídají průběhu: po rozdělení a. basilaris vede laterálně k odstupu a. communicans post. (P1), stoupá po boku mezencefala (P2 a P3), dále již sleduje bazální povrch hemisféry (P4).

Zásobuje vnitřní a bazální plochu okcipitálního a temporálního laloku, zevně jen konec týlního laloku.

Tepny mozku – pohled na mediální plochu



Cévní zásobení mozku - žíly

Odtok odkysličené krve je uskutečněn postupně v tomto sledu:

- 1) mozkové žíly (hluboké a povrchové) →
- 2) žilní splavy v dura mater (viz výše) →
- 3) **v. jugularis interna** vzniklá ve foramen jugulare.

Hluboké žíly:

analogie aa. centrales. Hlavní hlubokou žílou je párová **v. interna cerebri**, která probíhá ve stropu III. komory. Pod splenium corporis callosi v oblasti cisterna venae magnae se spojí do nepárové **v. cerebri magna** (v. Galeni). Ta ústí do sinus rectus.

Povrchové žíly:

analogie aa. cerebri. Probíhají na povrchu mozku a odvádějí krev směrem kraniálně (vv. superiores) do sinus sagittalis sup., nebo kaudálně do sinus transversus (vv. inferiores). Mezi nimi je několik delších kmenů a několik anastomóz.

Přilehlé prostory ke cavitas cranii

- 1) sinus paranasales - vedlejší nosní dutiny
- 2) cavitas nasi - nosní dutina
- 3) orbita
- 4) fossa pterygopalatina
- 5) fossa infratemporalis
- 6) labyrinthus osseus (vnitřní ucho)
- 7) cavum tympani (střední ucho)
- 8) cellulae mastoideae
- 9) canalis vertebralis

Některé z těchto prostorů jsou odděleny jen tenkou kostěnou lamelou (cavum tympani, cellulae mastoideae) a při masivním postižení mohou přenést zánět do cavitas cranii a do mozkových obalů.

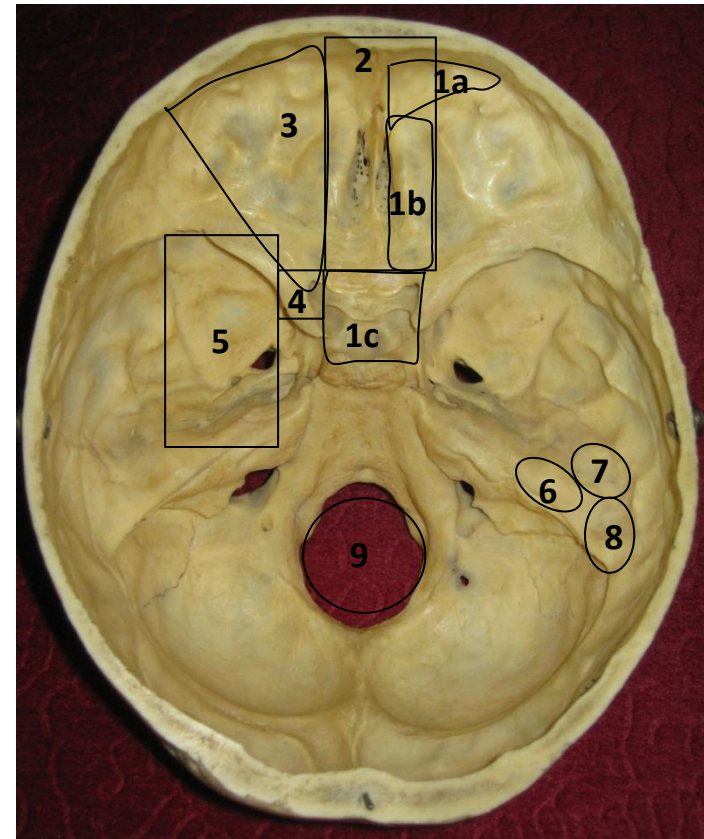
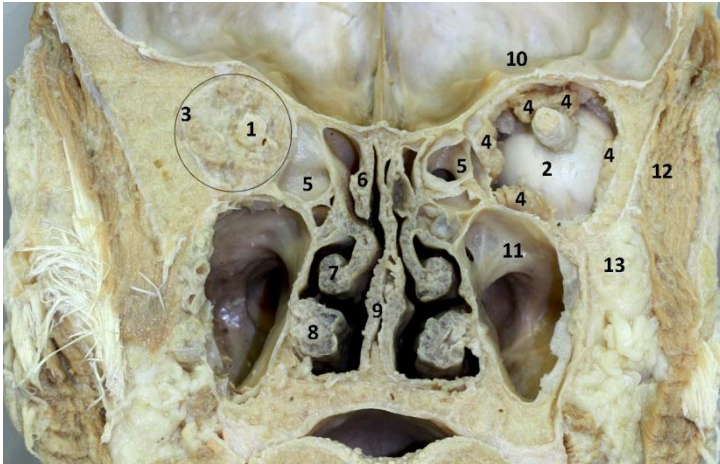


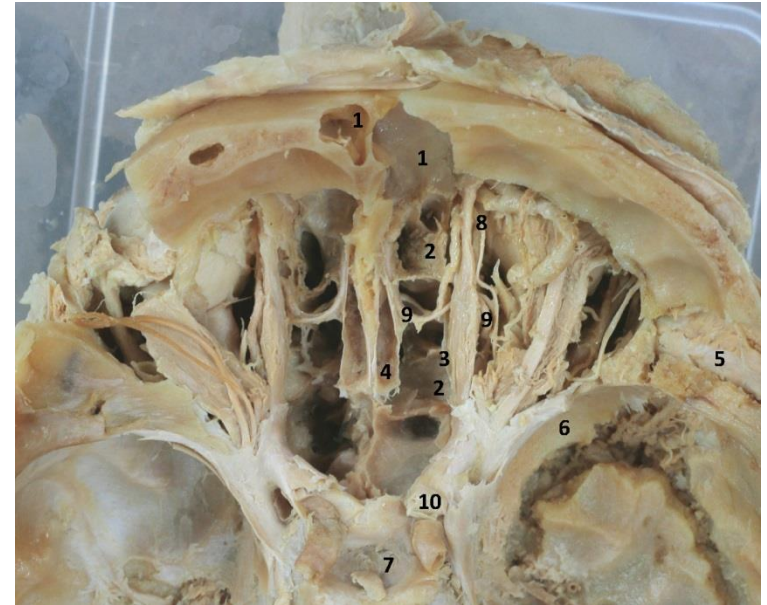
Foto – přilehlé prostory

Očnice sousedí s řadou prostorů, které lze demonstrovat na řezech.



Frontální řez – pohled zezadu (kroužek = levá očnice):

- 1) n. opticus obklopen tukem a okohybnými svaly
- 2) bulbus oculi
- 3) periorbita
- 4) okohybné svaly
- 5) cellulae ethmoidales
- 6) concha nasalis sup. v cavitas nasi
- 7) concha nasalis media
- 8) concha nasalis inf.
- 9) septum nasi
- 10) fossa cranii ant.
- 11) sinus maxillaris
- 12) m. temporalis ve fossa temporalis
- 13) corpus adiposum buccae



Horizontální řez – pohled shora:

- 1) sinus frontalis
- 2) cellulae ethmoidales
- 3) lamina papyracea
- 4) lamina cribrosa
- 5) fossa temporalis
- 6) fossa cranii media
- 7) diaphragma sellae ve fossa hypofysialis
- 8) n. + a. ethmoidalis ant.
- 9) n. + a. ethmoidalis post.
- 10) n. opticus v canalis opticus

Jámy na zevní straně lebky

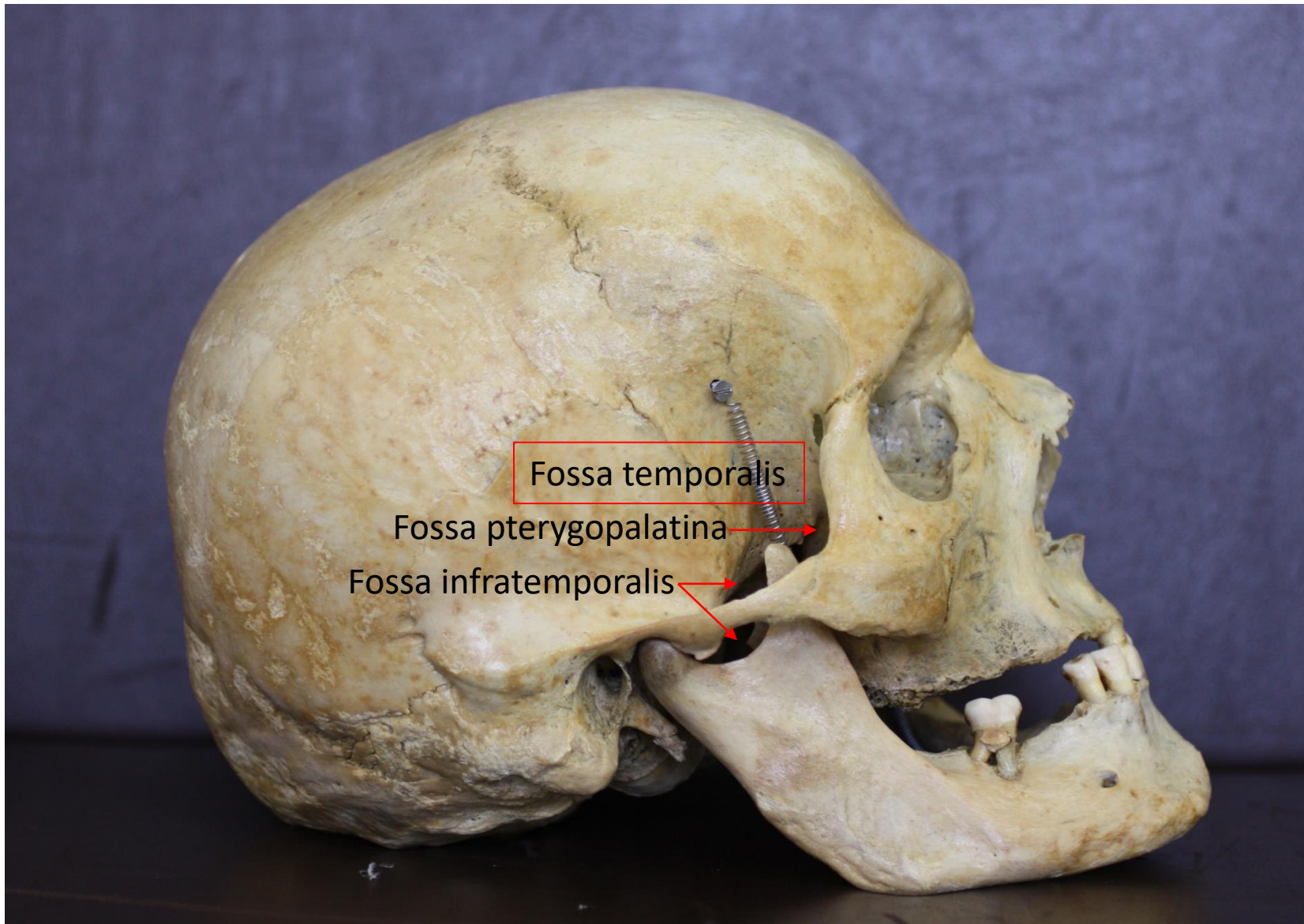
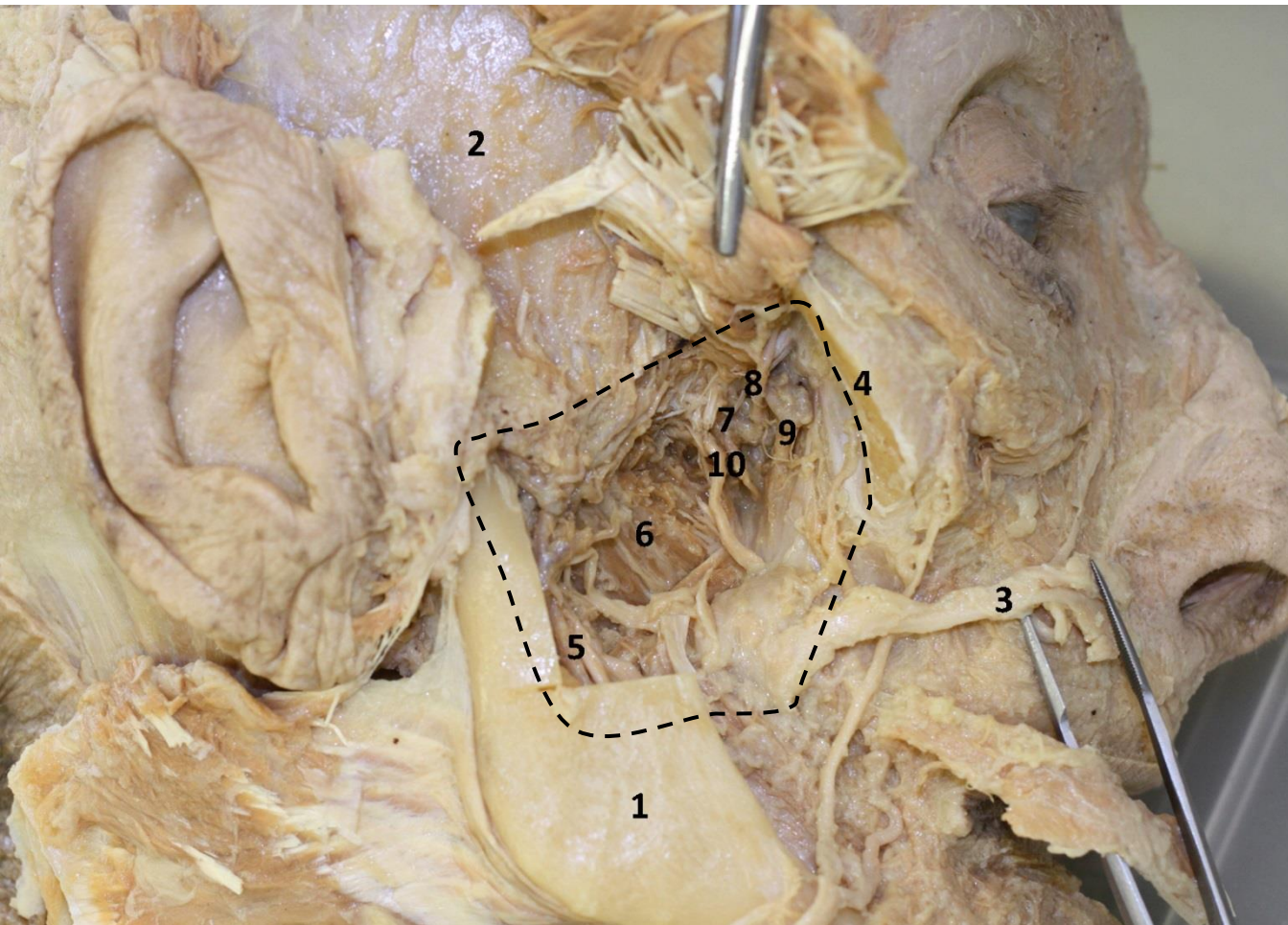


Foto - fossa infratemporalis

Foto pravé strany, lokalizace FIT na preparátu s měkkými tkáněmi. Odstraněna gl. parotis, odklopeny žvýkácí svaly, resekován ramus mandibulae. FIT vymezena přerušovanou čarou.



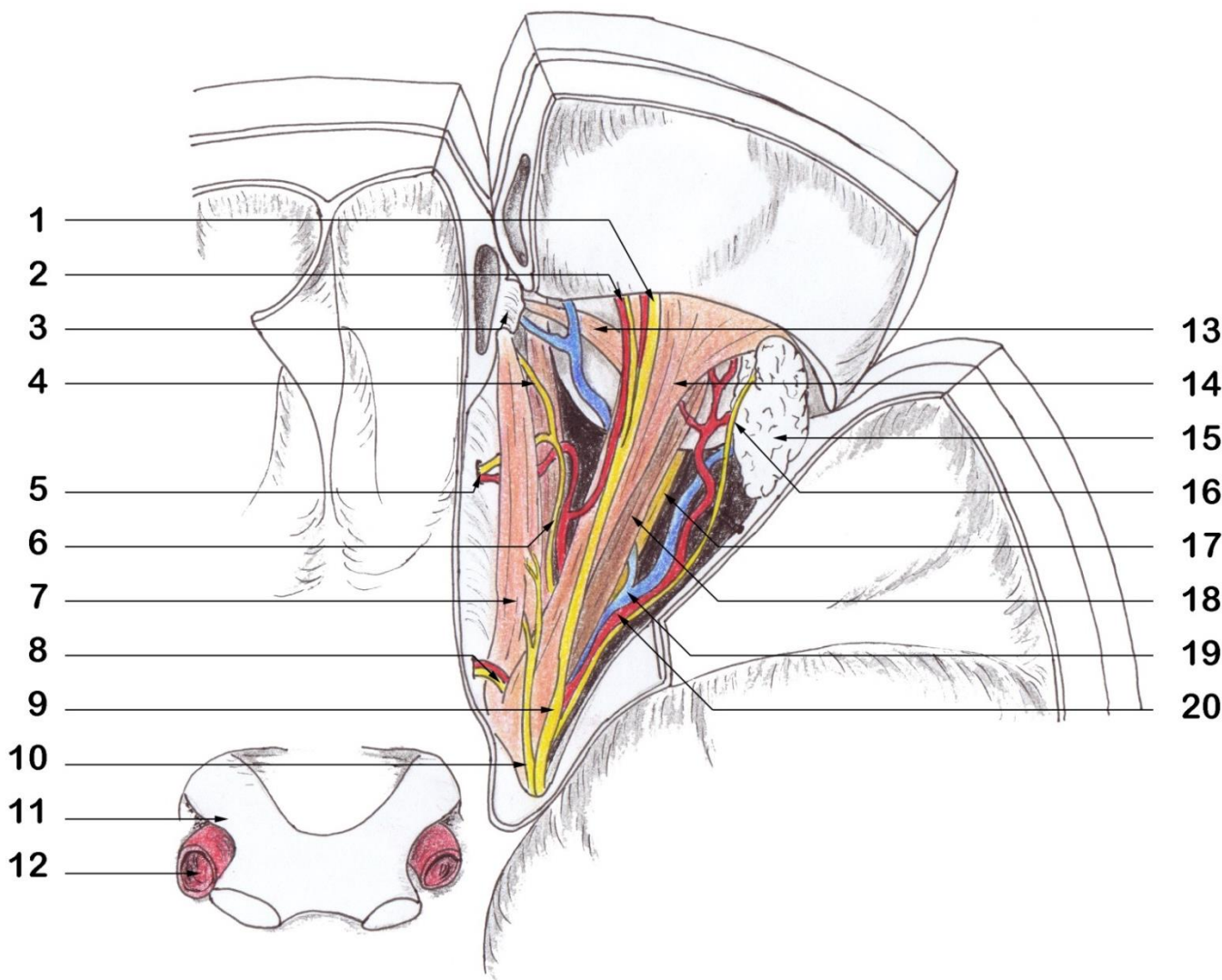
Okolní útvary:

- 1) angulus mandibulae
- 2) fascia temporalis
- 3) ductus parotideus (odklopený)
- 4) arcus zygomaticus (odříznutý)

Uvnitř prostoru:

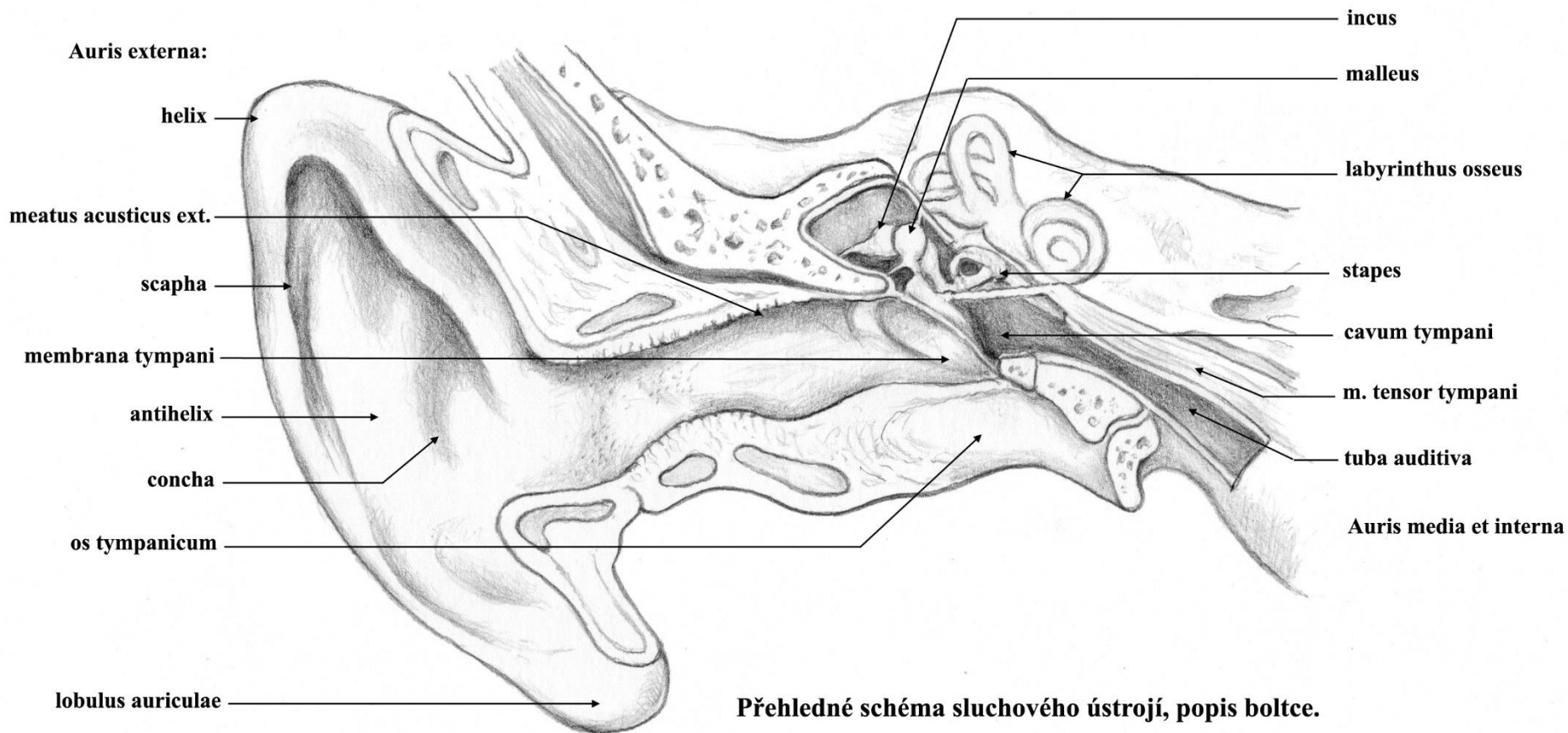
- 5) n. + a. alveolaris inf.
- 6) m. pterygoideus lat.
- 7) a. maxillaris
- 8) a. temporalis prof. ant.
- 9) a. alveolaris sup. post.
- 10) n. + a. buccalis

Zrakové ústrojí a očníce - obrázek



- 1) a. et n. supraorbitalis
- 2) a. et n. supratrochlearis
- 3) trochlea
- 4) n. infratrochlearis
- 5) a. et n. ethmoidalis anterior
- 6) n. nasociliaris
- 7) m. obliquus superior
- 8) a. et n. ethmoidalis posterior
- 9) n. frontalis
- 10) n. trochlearis
- 11) n. opticus et chiasma opticum
- 12) a. ophthalmica
- 13) m. obliquus superior
- 14) m. levator palpebrae superioris
- 15) glandula lacrimalis
- 16) n. lacrimalis
- 17) n. opticus
- 18) m. rectus superior
- 19) v. ophthalmica superior
- 20) a. lacrimalis

Sluchové ústrojí

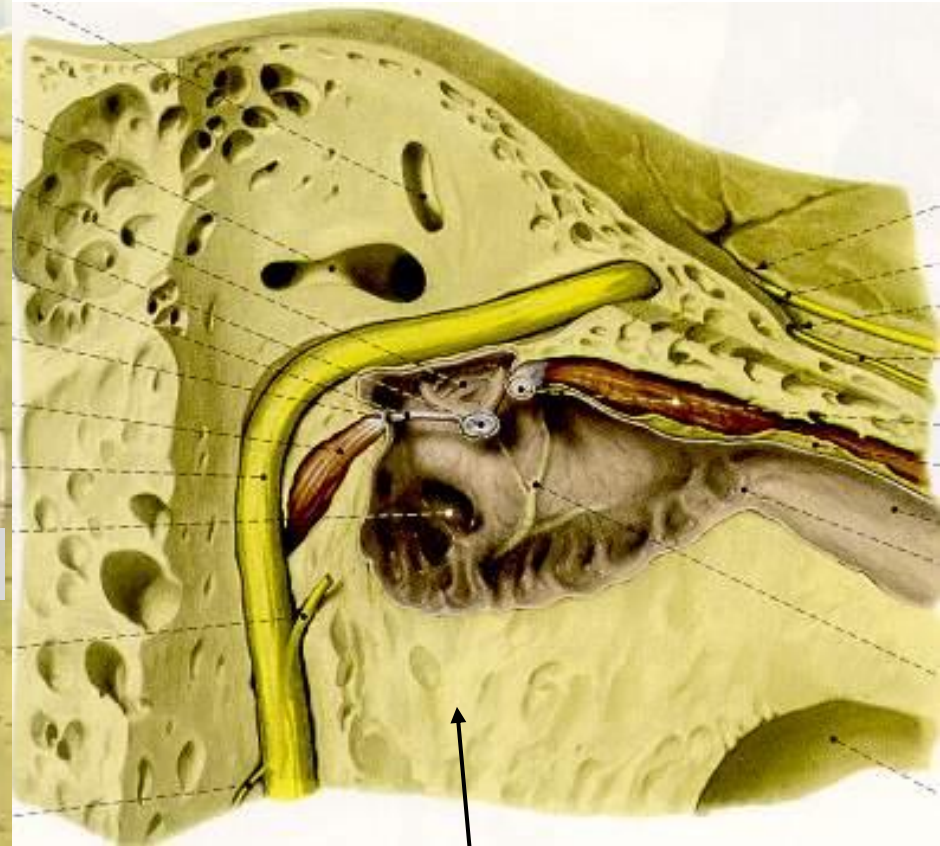
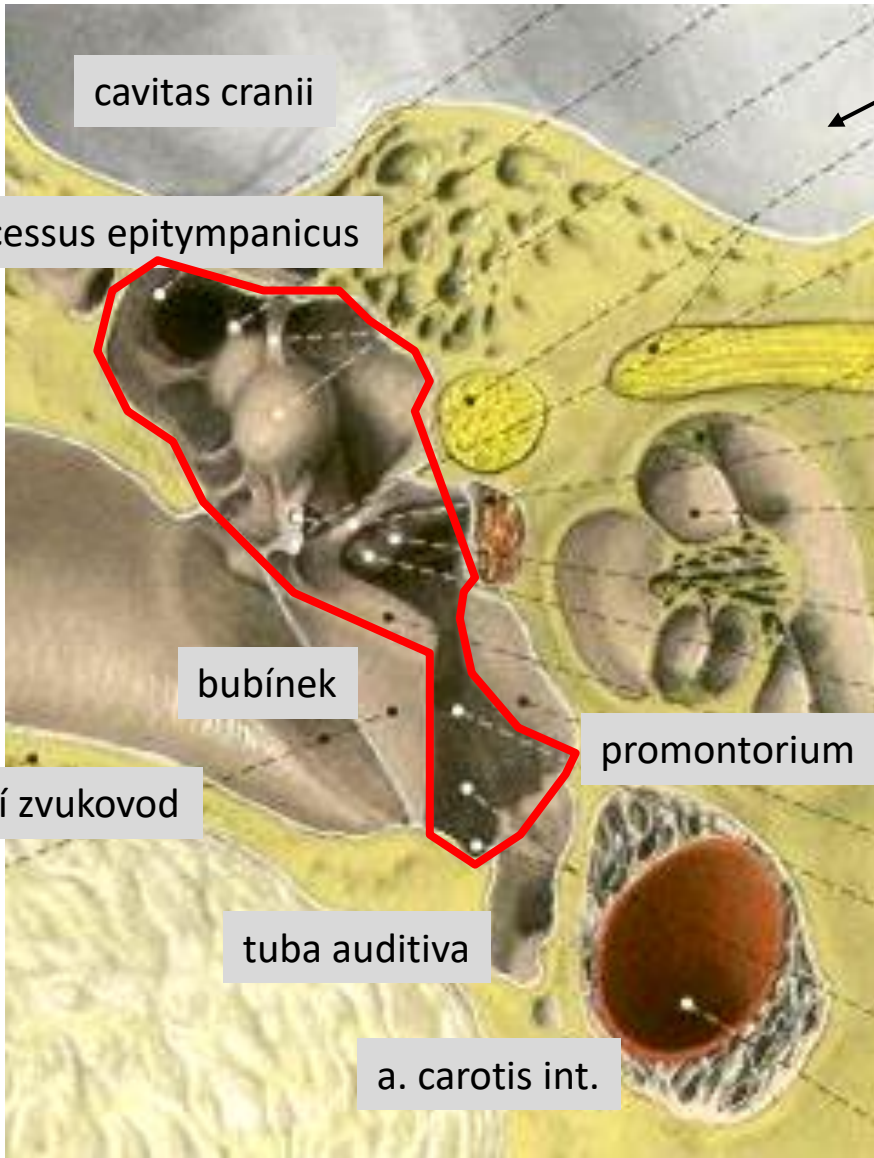


- 1) Zevní ucho: boltec + zvukovod + bubínek
- 2) Střední ucho: bubínková dutina, sluchové kůstky, m. stapedius et m. tensor tympani; spojka do nosohltanu = sluchová trubice (tuba auditiva)
- 3) Vnitřní ucho: kostěný labyrint, blanitý labyrint

Středoušní dutina

- velikost: 6 x 4 x 2 mm

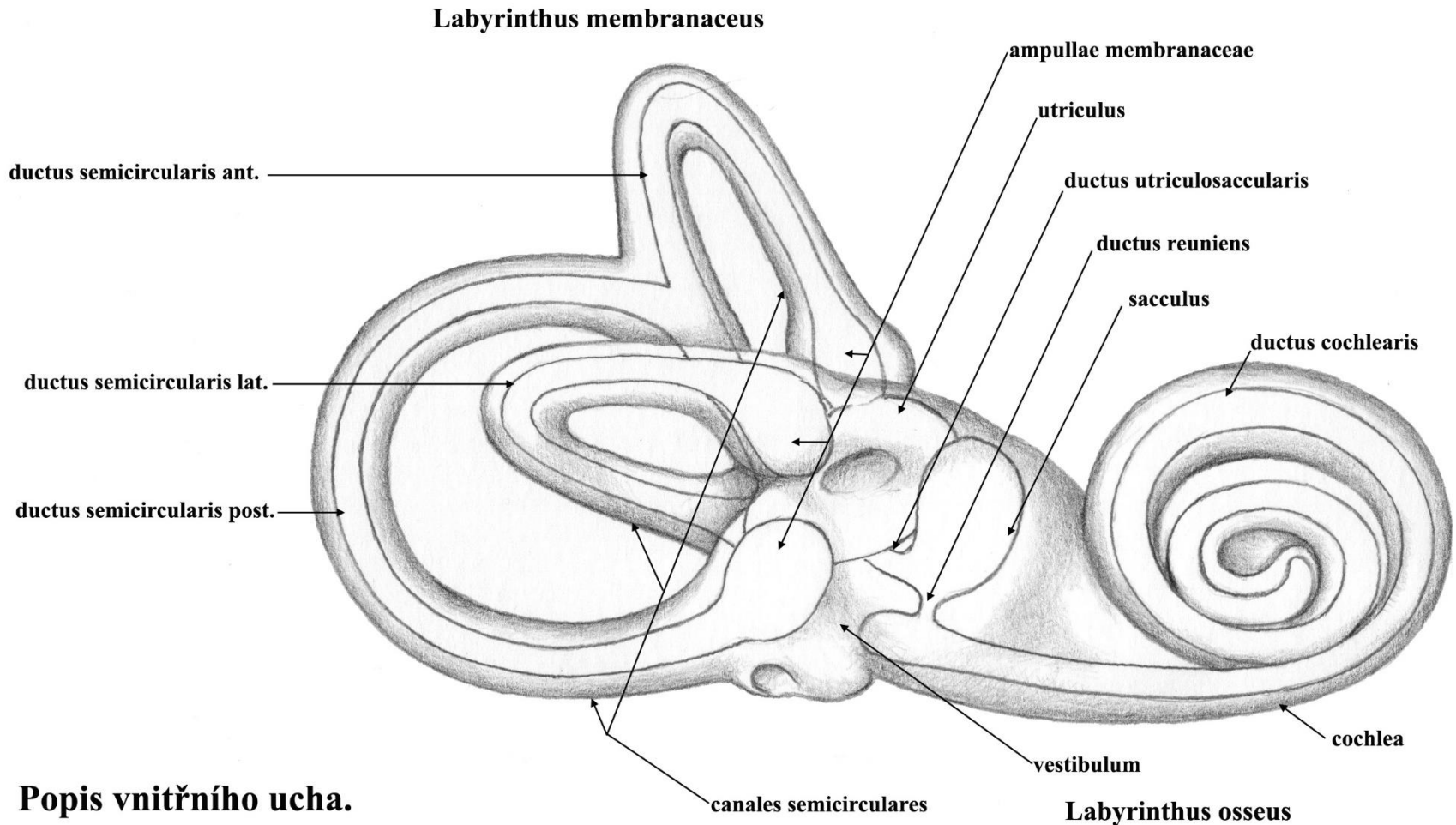
Frontální řez
+ okolní prostory



Přibližně sagitální řez
+ canalis n. facialis

Vnitřní ucho

Je ukryté v os temporale, stejně jako střední ucho + část zvukovodu a kostěná část sluchové trubice. Kostěný labyrint: délka asi 1,5 cm, hlemýžď šikmo dopředu. Uvnitř blanitý labyrint. Kostěný labyrint obsahuje perilymfu (svým složením odpovídá extracelulárním tekutinám), blanitý labyrint endolymfu (ICT).



Popis vnitřního ucha.

Senzorické dráhy z ucha

Sluchová dráha - umožňuje uvědomění si zvukových vjemů + jejich prostorové určení

1. neuron - bipolární buňky **ganglion cochleare** v modiolu (ose hlemýždě)
2. neuron - **ncll. cochleares** v mozkovém kmeni - axony tvoří lemniscus lateralis
3. neuron - **colliculus inferior** v mesencefalu
4. neuron - **corpus geniculatum mediale** v diencefalu - axony tvoří radiatio acustica ve spodní části capsula interna a končí v primární sluchové kůře – gyrus temporalis sup. (Heschlovy závity), area 41, 42

Vestibulární dráha - umožňuje vědomé vnímání polohy hlavy vůči gravitaci a pohybovému zrychlení. Ještě významnější jsou neuvědomělé reflexy.

1. neuron - bipolární bb. **ganglion vestibulare** na dně vnitřního zvukovodu
2. neuron - **ncll. vestibulares** v mozkovém kmeni
3. neuron - **thalamus** (VPM) - axony končí v gyrus postcentralis, area 2

Reflexy - zejména:

- a) prostřednictvím mozečku aktivace posturálních svalů – vyrovnávání postoje
- b) spojení do fasciculus longitudinalis medialis – systém pro koordinaci okohybných a krčních svalů

Hlavové nervy

Svazky nervových vláken vycházející z mozku. Koncepce je do jisté míry tradiční a neodráží zcela vývojové a další aspekty.

Číslování – zepředu dozadu, dle vyjímání mozku při pitvě.

Význam – lidské smysly, začátek dýchacího systému, zpracování potravy (slinění, polykání), podíl na regulaci oběhového systému...

n. I olfactorius

n. II opticus

n. III oculomotorius

n. IV trochlearis

n. V trigeminus

n. VI abducens

n. VII facialis

n. VIII vestibulocochlearis

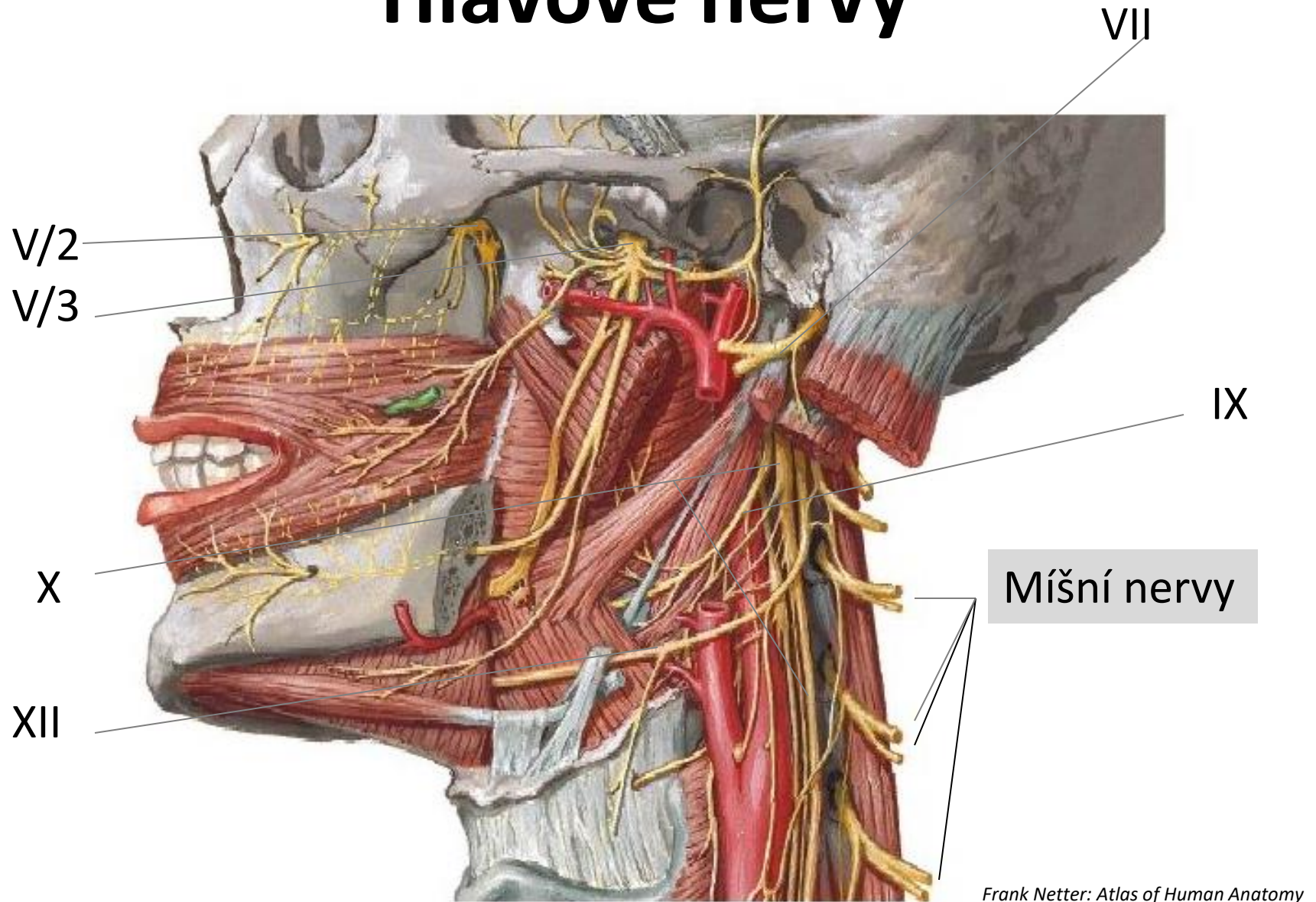
n. IX glossopharyngeus

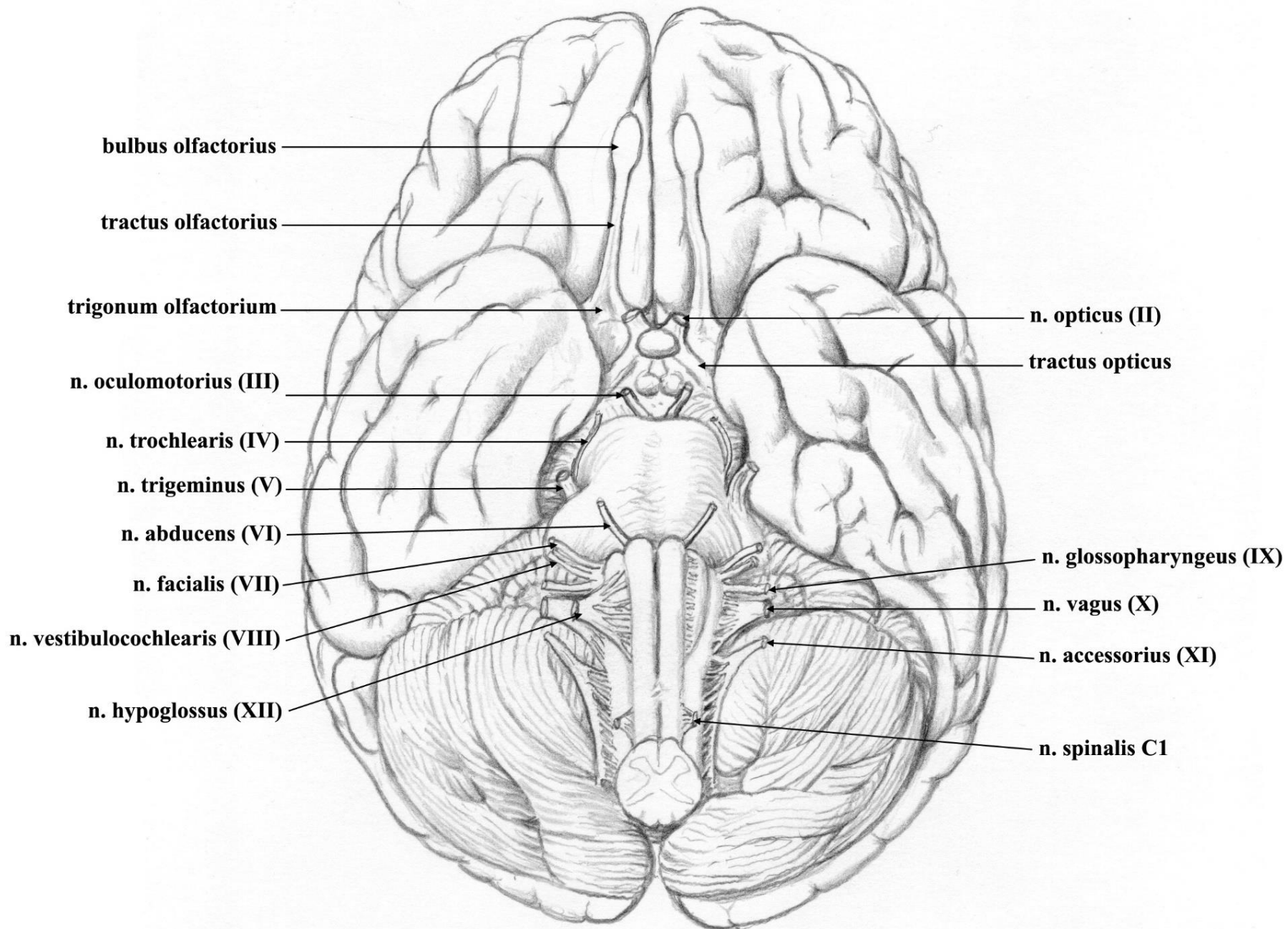
n. X vagus

n. XI accessorius

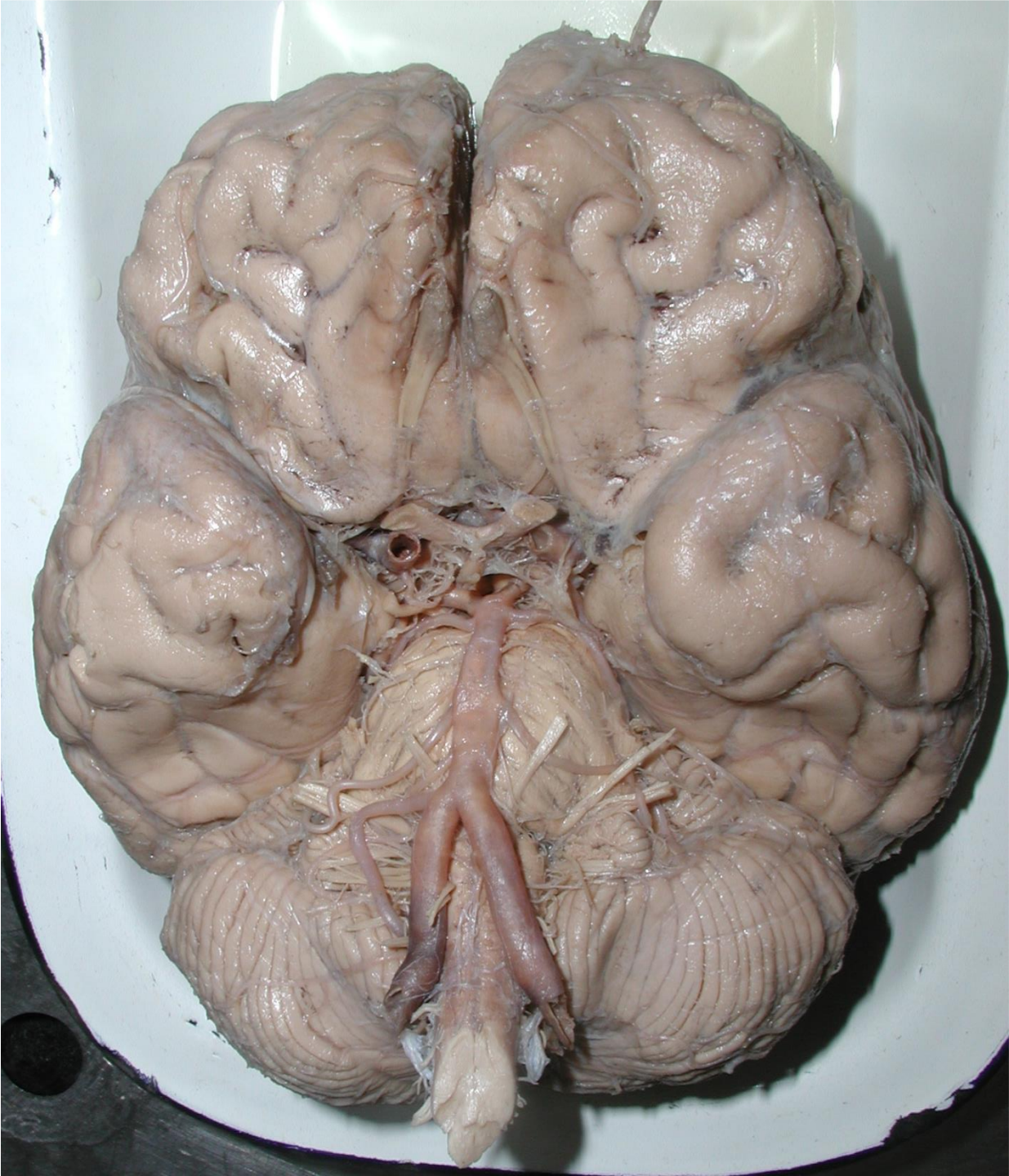
n. XII hypoglossus

Hlavové nervy





Výstupy hlavových nervů z mozku.



n. I = n. olfactorius

Nerv není během svého průběhu spojen v kompaktní celek = jde o soubor axonů buněk regio olfactoria sliznice dutiny nosní, v podobě cca 20 svazků fila olfactoria;

Průchod bazí: lamina cribrosa ossis ethmoidalis.

Výstup z mozku - bulbus olfactorius.

Nerv je součástí čichové dráhy, přináší do mozku čichovou informaci.

n. II = n. opticus

Jeden z nejsilnějších hlavových nervů, vede od zadního pólu očního bulbu po chiasma opticum, kde navazuje na diencephalon.

Průchod bazí: canalis opticus.

Nerv je součástí zrakové dráhy. Přináší zrakovou informaci.

n. III = n. oculomotorius

Větví se v očnici, kde inervuje většinu okohybných svalů. Též akomoduje čočku a vede impulz k mióze.

Výstup z mozku: fossa interpeduncularis bazálně na mesencephalon.

Prochází skrz sinus cavernosus

Průchod bazí: skrz fissura orbitalis superior do očnice

n. IV = n. trochlearis

Nejtenčí hlavový nerv motorický pro jeden okohybný sval:

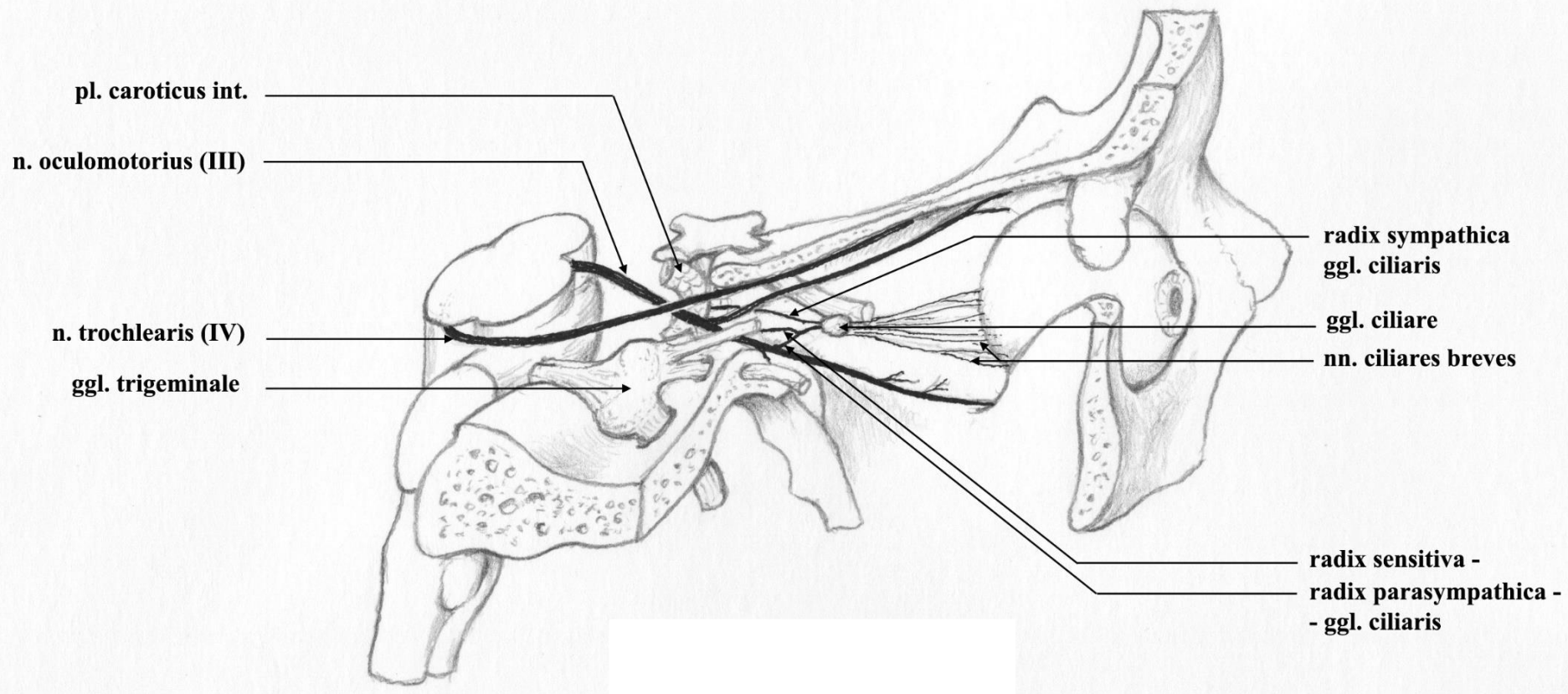
m. obliquus superior

Výstup z mozku: dorzálně na mesencephalon.

Prochází skrz sinus cavernosus

Průchod bazí: skrz fissura orbitalis superior do očnice

Obrázek – n. III + IV



n. V = n. trigeminus

Nejsilnější hlavový nerv, tzv. trojklanný: základní trojvětvení již v cavitas cranii, každá větev má jiný průchod kostěnou bází.

Inervuje senzitivně splanchnokranium (kůži obličeje, oko, nosní a ústní dutinu, paranazální dutiny, zuby a čelistní kloub, dura mater,...) a motoricky žvýkací svaly.

Výstup z mozku: bazolaterálně v pontu.

Dvě z jeho třech primárních větví procházejí v sinus cavernosus.

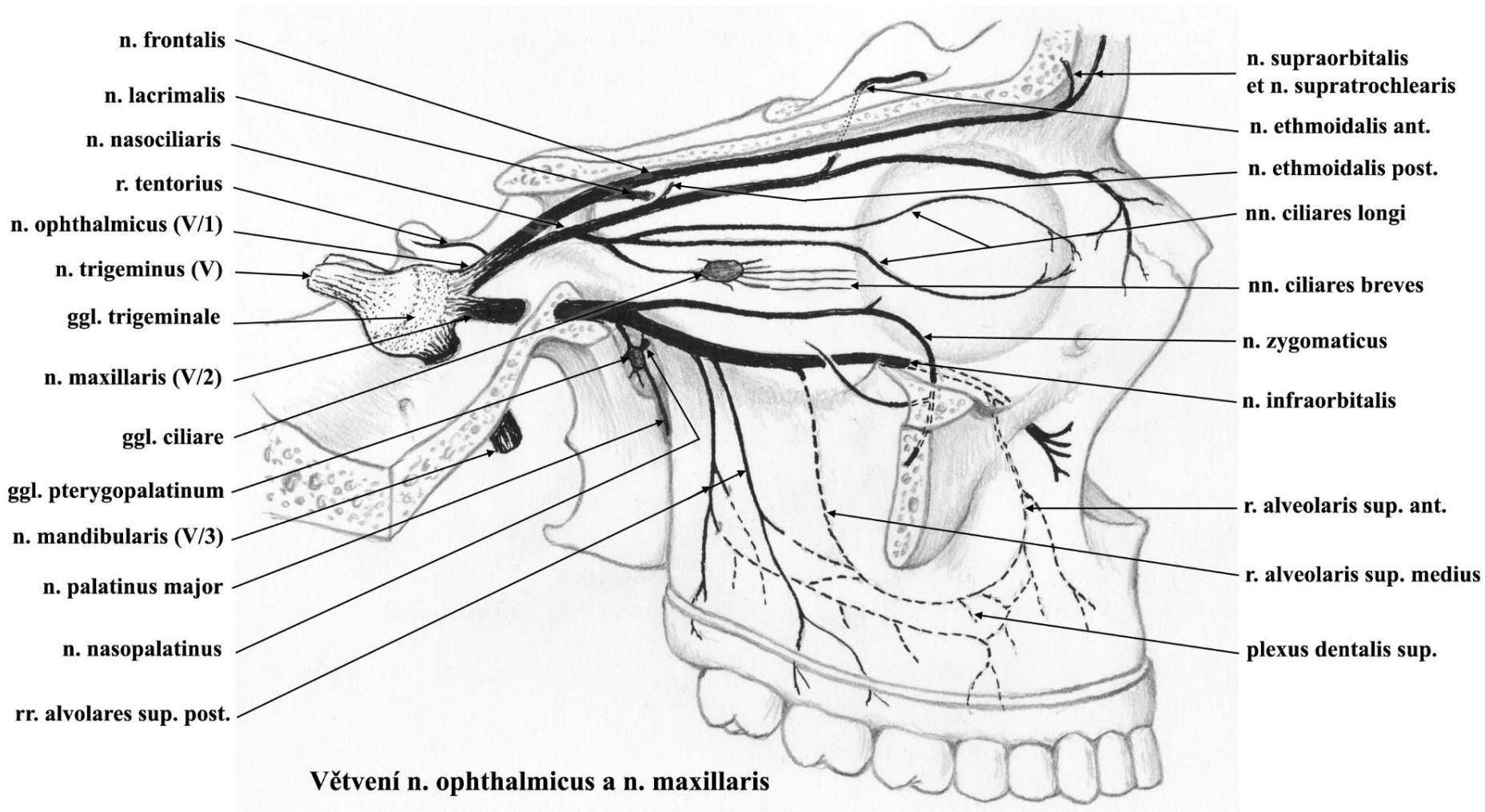
Větve:

N. ophthalmicus: prochází skrz fissura orbitalis sup. do očnice,
3 hlavní větve: n. frontalis, n. lacrimalis, n. nasociliaris.

N. maxillaris: prochází skrz for. rotundum do fossa pterygopalatina,
2 větší větve: n. infraorbitalis, n. zygomaticus; další větve na patro a do nosní dutiny.

N. mandibularis: prochází skrz for. ovale do fossa infratemporalis,
3 největší větve: n. alveolaris inf., n. lingualis, n. auriculotemporalis

Obrázek – n. V/1 + V/2



n. VI = n. abducens

Tenký hlavový nerv pro jeden okohybný sval: m. rectus lateralis, který způsobuje pohled do strany.

Výstup z mozku: sulcus bulbopontinus.

Prochází skrz sinus cavernosus

Průchod bazí: skrz fissura orbitalis superior do očnice

n. VII = n. facialis

Nerv se smíšenou funkcí, prochází dlouhým zahnutým průběhem skrz pyramidu spánkové kosti:

- 1) vstupuje do porus acusticus internus,
- 2) na dně zvukovodu vstupuje do canalis n. facialis v os temporale
- 3) lebku opustí ve foramen stylomastoideum, po té prochází skrz příušní slinnou žlázu.

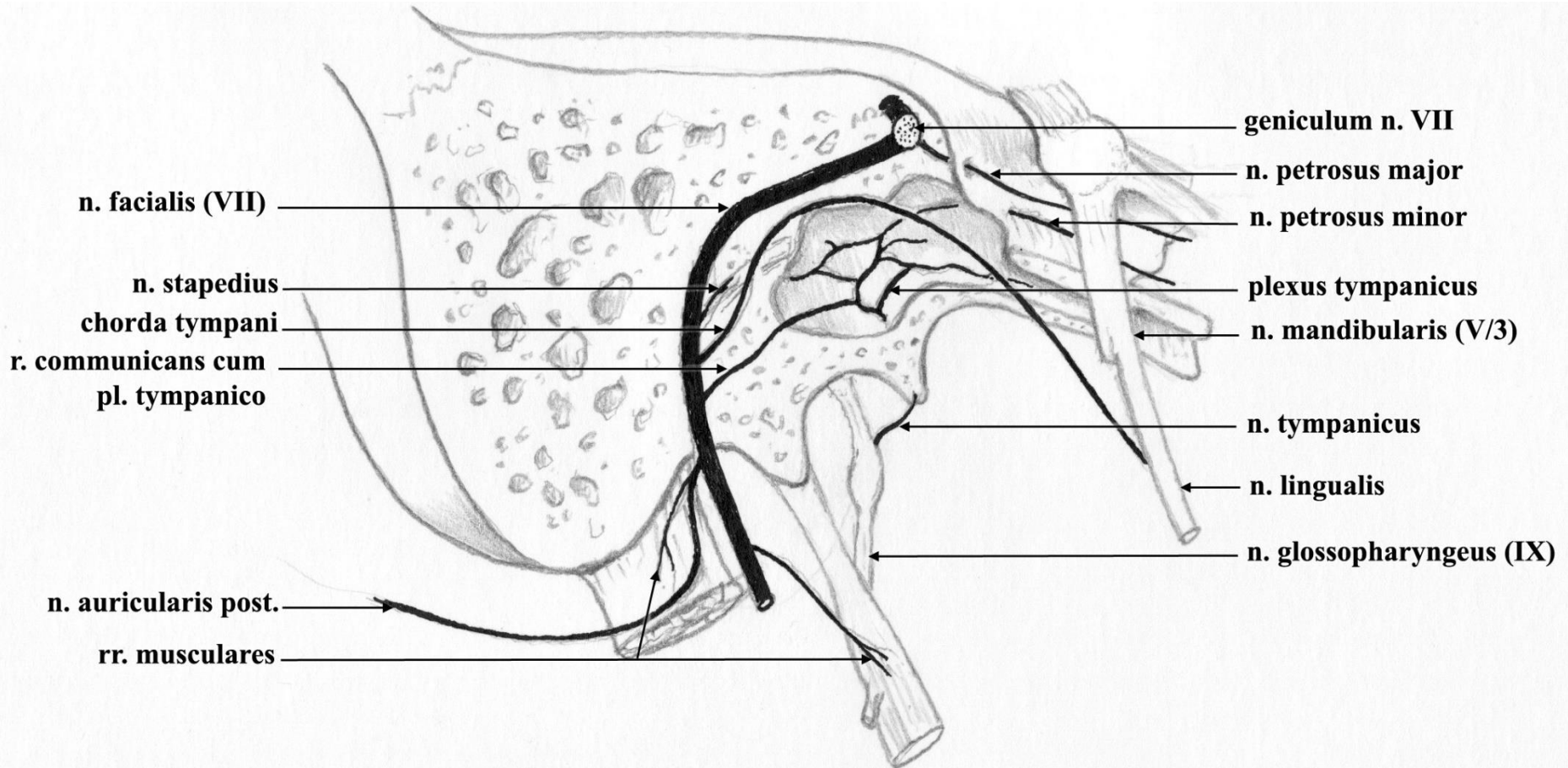
Inervuje mimické svaly, m. stapedius ve středním uchu, slzní žlázu a část slinných žláz. Spolu s n. facialis vstupují do mozku vlákna s chuťovou informací

n. VIII = n. vestibulocochlearis

Nerv z vnitřního ucha (sluch, informace z vestibulárního ústrojí).

Oba nervy (VII + VIII) vystupují z mozku v mostomozečkovém úhlu.

Obrázek – n. VII



Intratemporální větve n. facialis a jejich vztah k dalším hlavovým nervům.

n. IX = n. glossopharyngeus

n. X = n. vagus

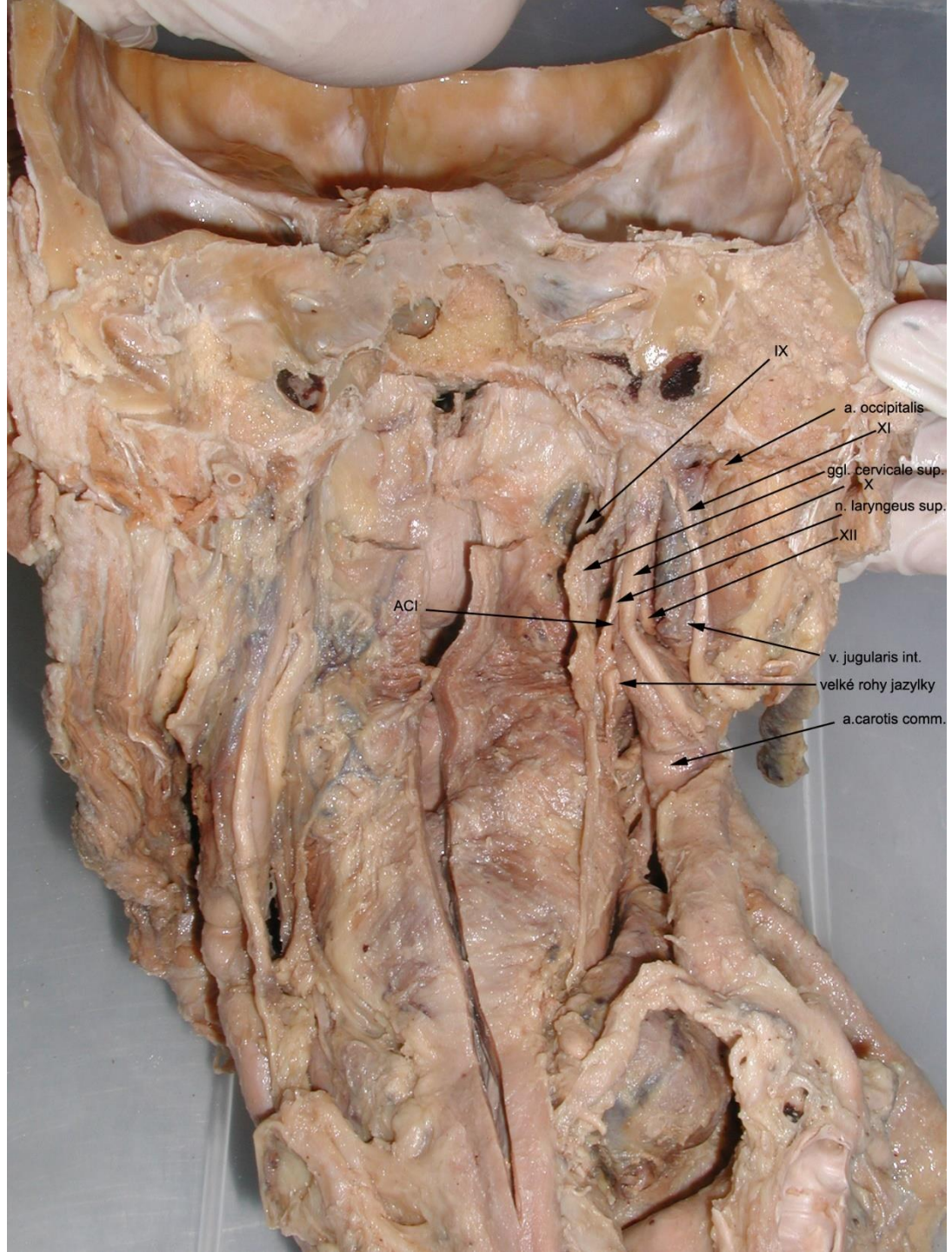
Smíšené nervy s plným spektrem vláken.

Oba vystupují z mozku v sulcus posterolateralis a procházejí bazí ve foramen jugulare

N. IX inervuje svaly měkkého patra a horní části hltanu, příušní žlázu, senzitivně isthmus faucium, středoušní dutinu a dura mater. Vede částečně chuť, chemorecepci z glomus caroticum, barorecepci ze sinus caroticus.

N. X inervuje svaly části hltanu a jícnu, svaly hrtanu. Parasympaticky inervuje orgány krku, hrudníku a horní poloviny břicha. Podílí se na vedení chuti a viscerosenzitivity, inervuje zevní zvukovod a dura mater.

N. X je známý svou délkou a rozsahem autonomní inervace. Shora dolů prochází postupně retrostyloidním prostorem, trigonum caroticum, zadním mediastinem a skrz bránici v hiatus esophagealis do supravezokolické části břicha, kde se přidává k autonomním pletením.



IX

a. occipitalis

XI

ggl. cervicale sup.

X

n. laryngeus sup.

XII

ACI

v. jugularis int.

velké rohy jazyky

a. carotis comm.

n. XI = n. accessorius

Nerv ze sulcus posterolateralis, ke kterému se přidává míšňí kořen z for. magnum. Inervuje m. sternocleidomastoideus a m. trapezius. Průchod bazí: foramen jugulare.

n. XII = n. hypoglossus

Inervace svalů jazyka. Sbíhá obloukem zezadu dopředu v trigonum caroticum.

Výstup z mozku: sulcus anterolateralis.

Průchod bazí: canalis nervi hypoglossi