

Žlázy s vnitřním vyměšhováním

David Kachlík

Endokrinní systém

- jeden ze dvou regulačních systémů (ES+ANS)
- fylogeneticky starší než nervový systém
- reguluje činnost ostatních systémů tak, aby mohly reagovat na měnící se požadavky vnějšího i vnitřního prostředí (udržuje homeostázu)
- nepochází z anatomicky podobných struktur
- sekrece do **krve** – nemá žádné vývody
- téměř všechny orgány a tkáně lidského těla tvoří hormony

Hormon

- řecky hormé (ὁρμή) = pobízet, rozběhnout
- chemický posel tvořený žlázou s vnitřním vyměšováním a přenášený krví k cílovým orgánům
 - proteiny (polypeptid) – *inzulín*
 - biogenní aminy – *adrenalin*
 - steroidy – *estrogeny*

Klinické souvislosti

- **hormonální přebytek**
 - nadprodukce primární žlázy
 - sekundární k nadměrné produkci stimulující látky (hormonu)

- **hormonální nedostatek**
 - primární selhání žlázy
 - sekundární k nedostatku stimulace látkou (hormonem)
 - rezistence cílového orgánu

Historie

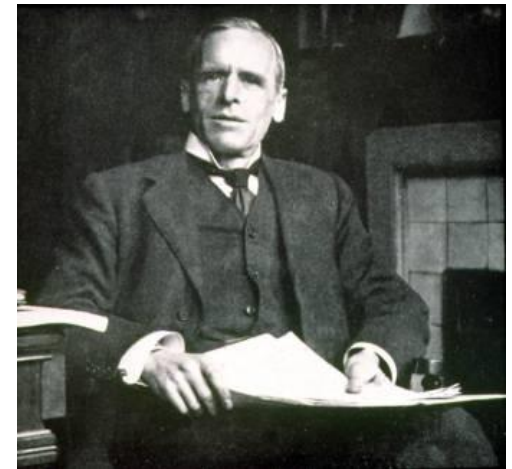
Thomas Wharton

- 1614-1673
- *Adenographia*
- první podrobný popis žláz



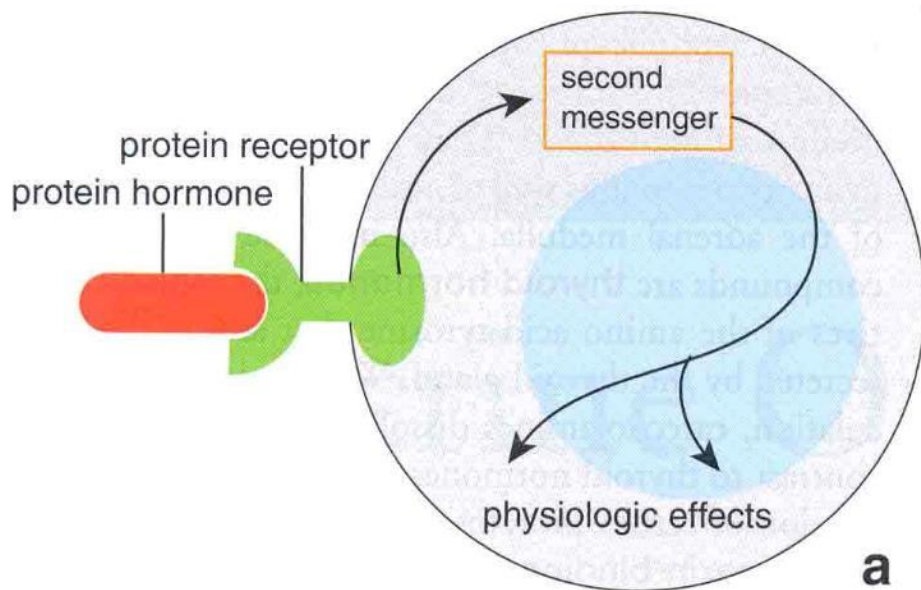
Ernest Henry Starling

- 1866-1927
- vytvořil obecná schéma „vnitřního vyměšování“
- použil již vytvořené slovo „hormony“



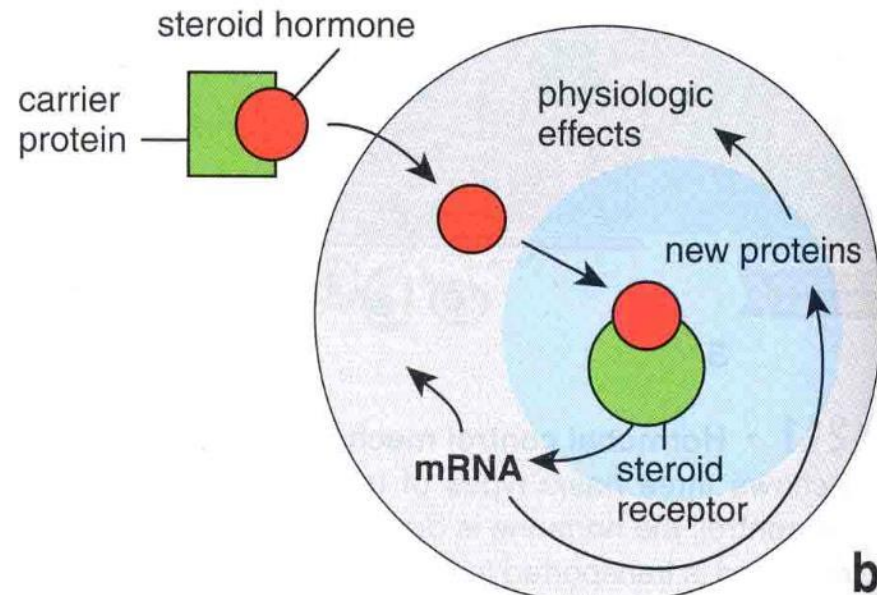
Hormonální signalizace

CELL SURFACE RECEPTORS



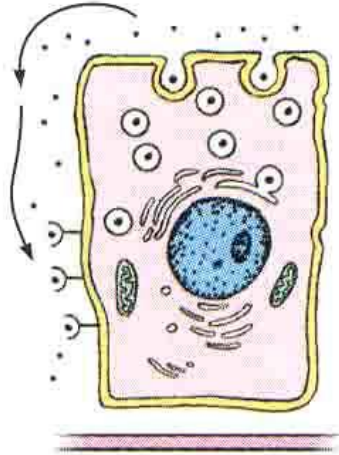
↑
peptidy a proteiny
biogenní aminy

INTRACELLULAR RECEPTORS

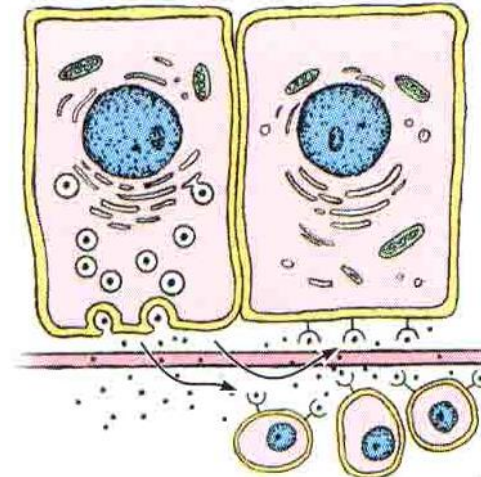


↑
steroidy
a další malé
hydrofóbní molekuly

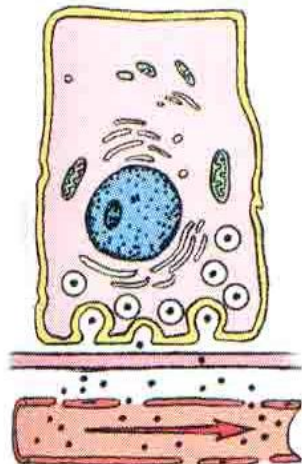
Působení hormonu na cílovou strukturu (orgán, buňku)



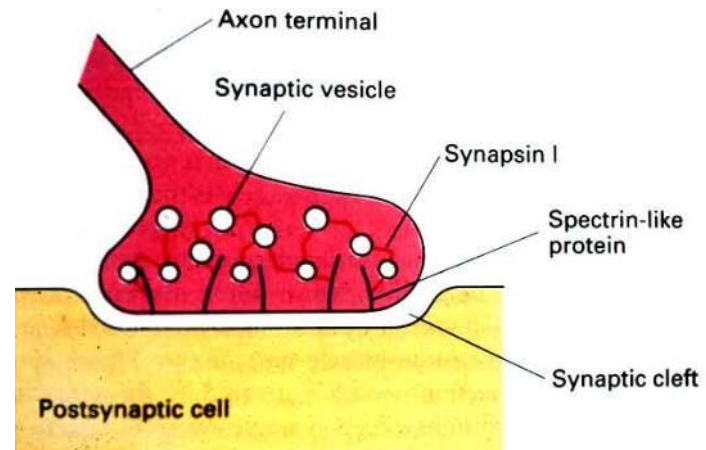
autokrinní sekrece



parakrinní sekrece



endokrinní sekrece



synaptická sekrece

Žlázy s vnitřním vyměšováním

Uspořádání

- žlázy
- roztroušené (diseminované) buňky
- neuroendokrinní buňky

Žlázy s vnitřním vyměšováním

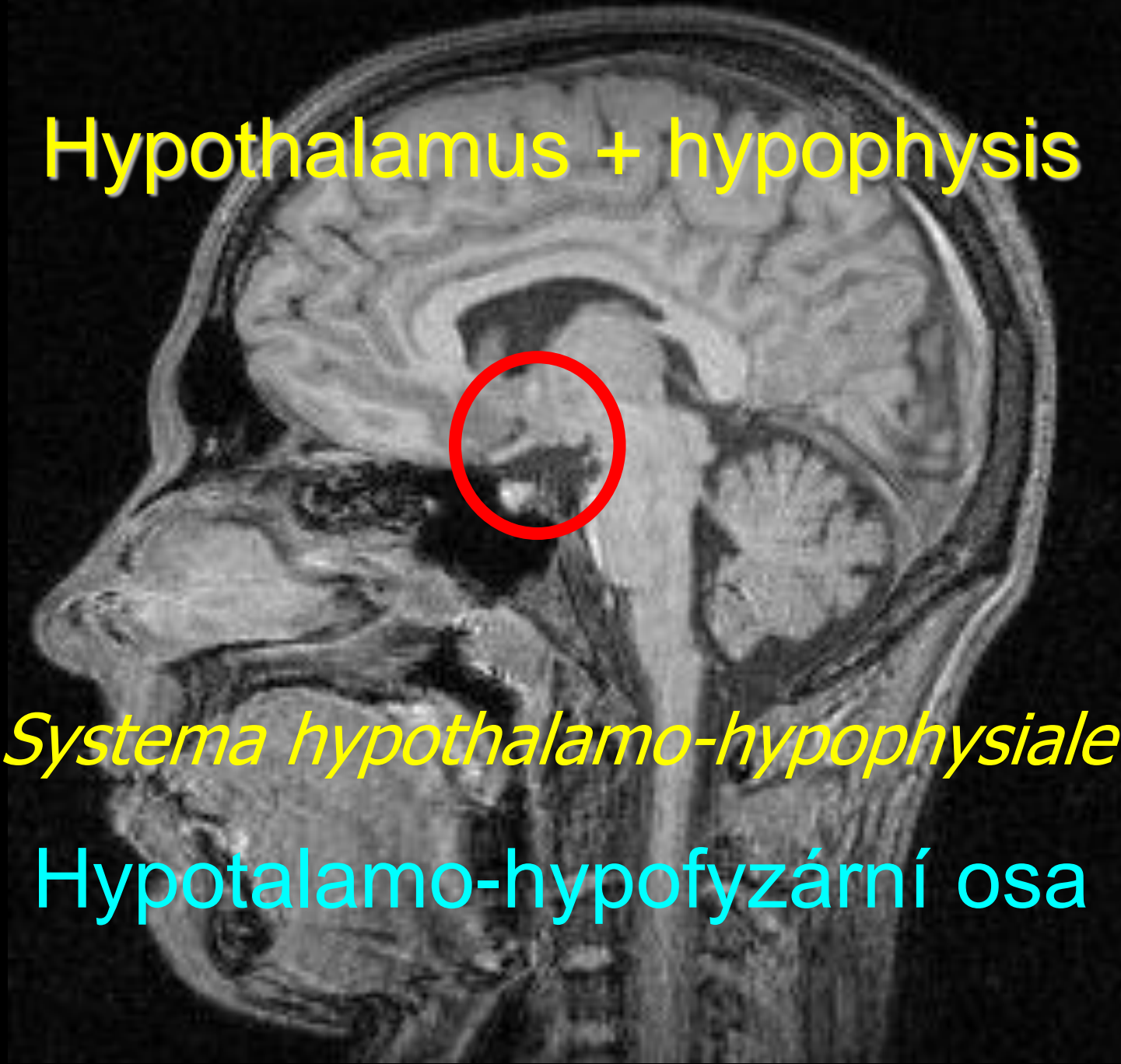
Přehled žláz

- podrbolí (*hypothalamus*)
- podvěsek (*hypophysis; gl. pituitaria*)
- štítná žláza (*glandula thyroidea*)
- příštítná tělíska (*gll. parathyroideae*)
- nadledviny (*gll. suprarenales*)
- slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky (*insulae pancreaticae*)
- šišinka (*gl. pinealis; corpus pineale; „epiphysis“*)

Hypothalamus + hypophysis

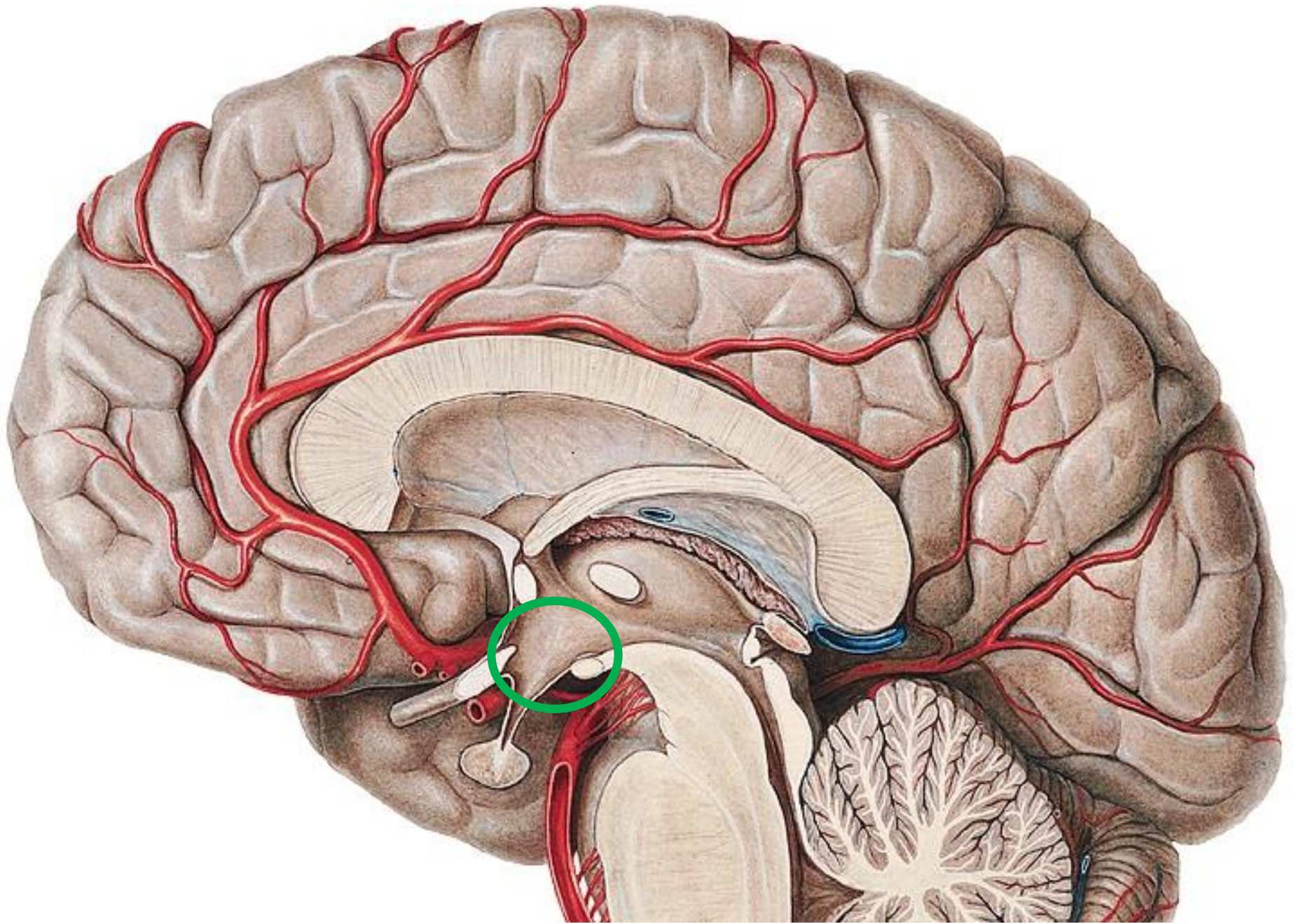
Systema hypothalamo-hypophysiale

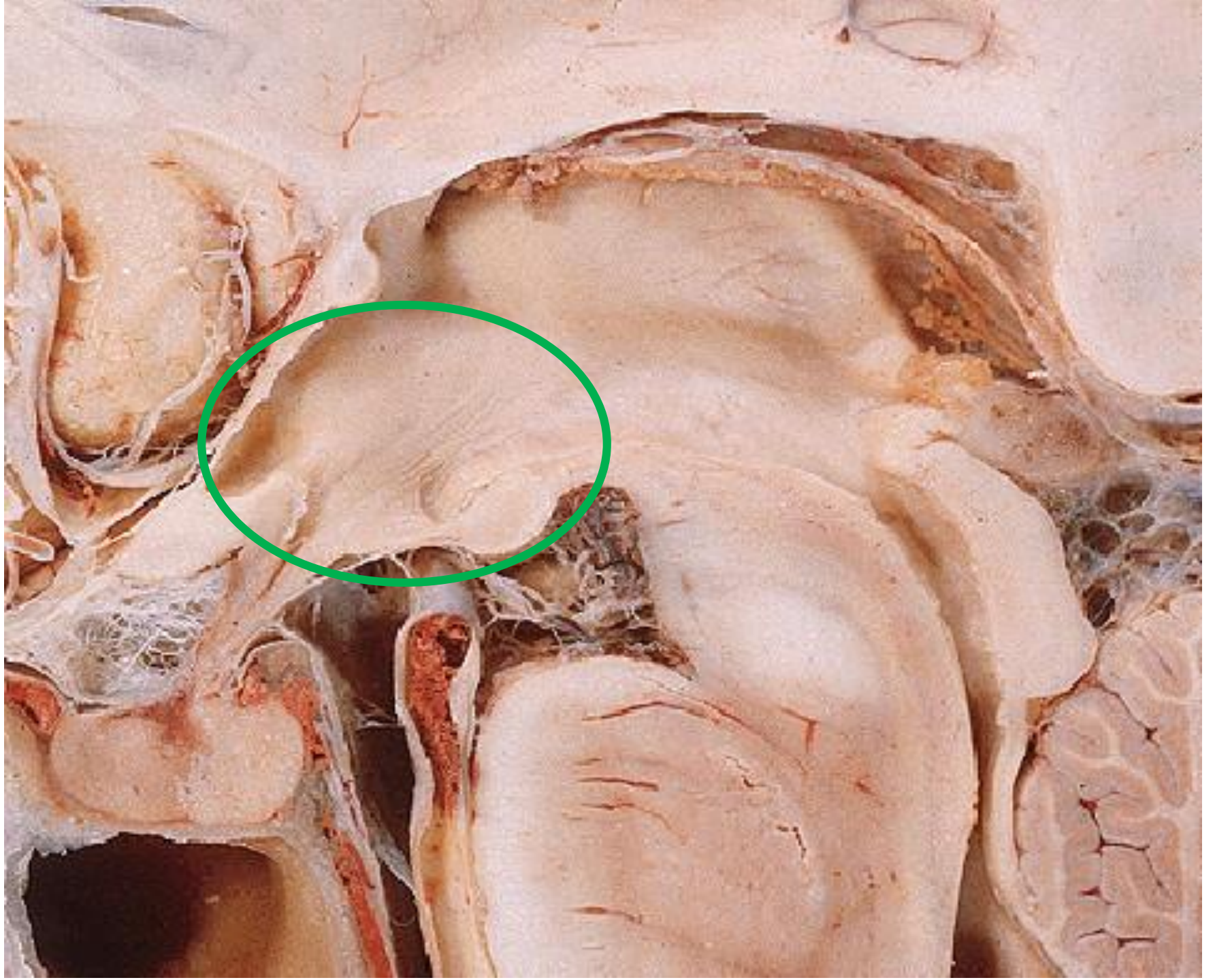
Hypotalamo-hypofyzární osa

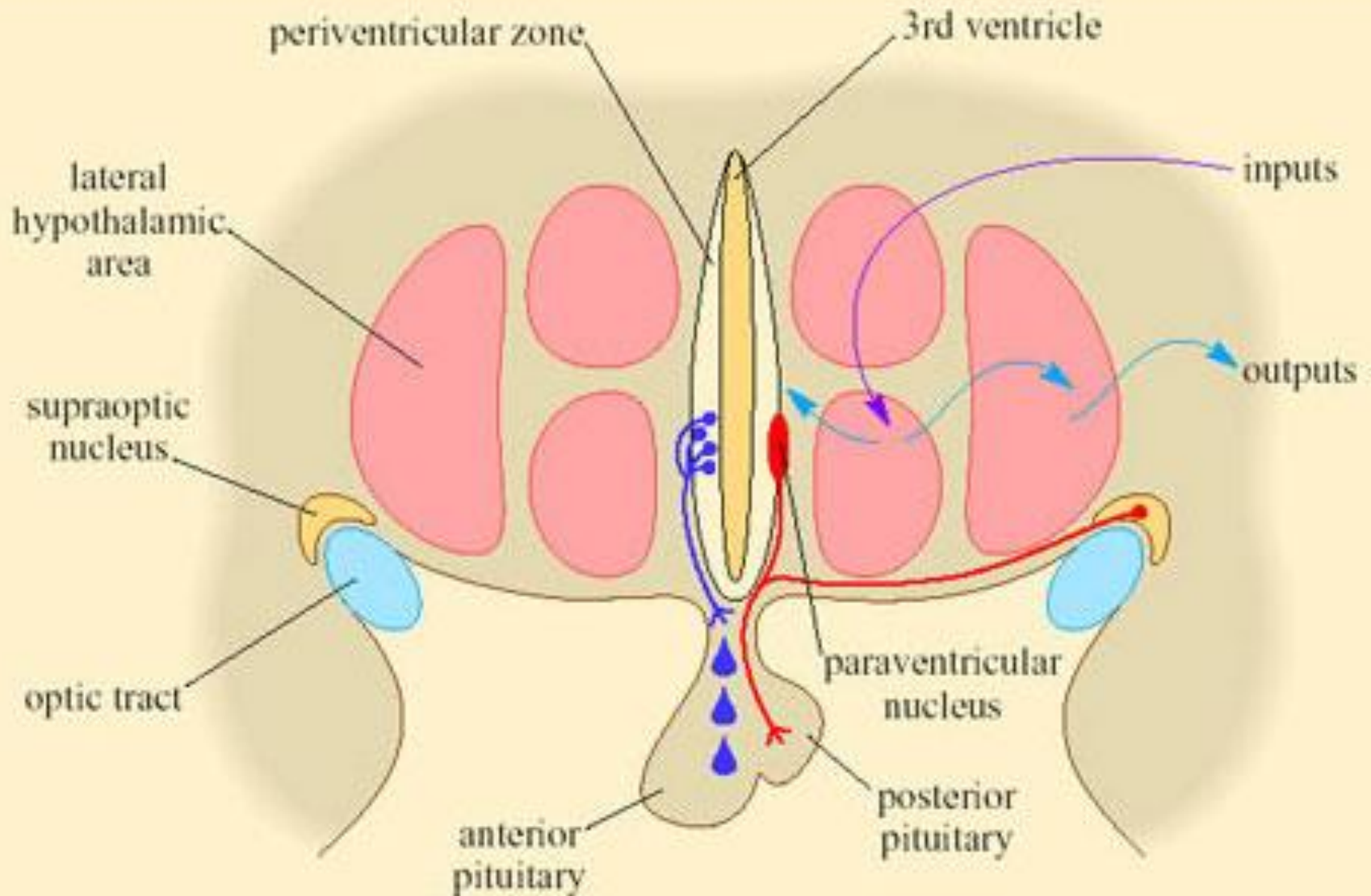


Podhrbolí – *Hypothalamus*

- bazální část mezimozku (*diencephalon*), bazálně od III. komory
- funkce
 - sběrné centrum informací z těla i okolí
 - nejvyšší autonomní ústředí
 - součást limbického systému
 - řídí ostatní žlázy s vnitřním vyměšováním
- corpora mammillaria, tuber cinereum, infundibulum, hypophysis



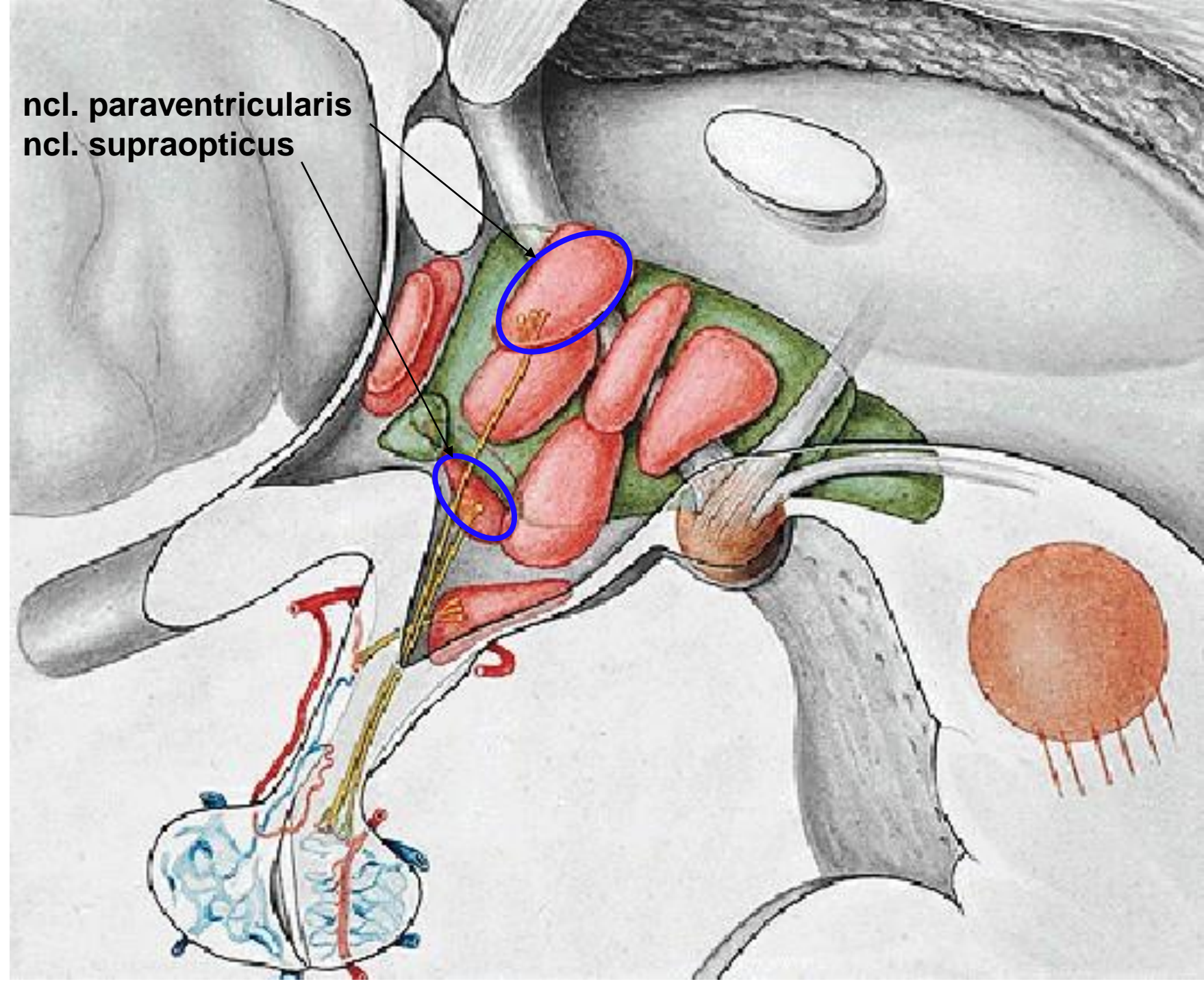




Hypothalamus

- přední hypothalamus
 - **ncl. paraventricularis + supraopticus** – **oxytocin a vazopresin (ADH)**
- střední hypothalamus (tuber cinereum)
 - **ncl. arcuatus** a okolí – řízení adenohypofýzy
 - uvolňovací (releasing) = **liberiny**
 - hormony **SRH, PRH, GnRH, TRH, CRH**
 - tlumivé (inhibiting)= **statiny**
 - hormony **somatostatin, PIH** (= dopamin)
- zadní hypothalamus (corpora mammillaria)

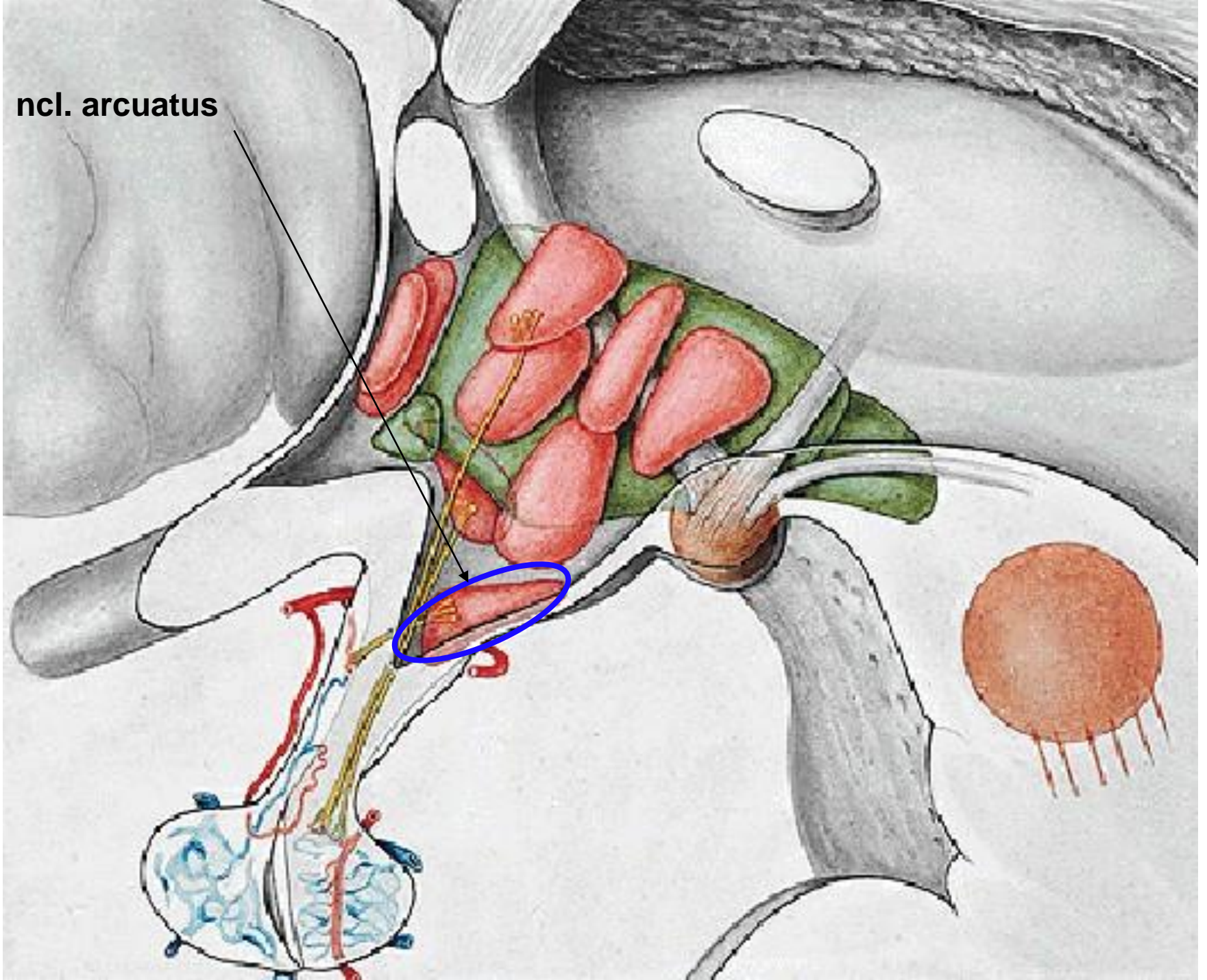
ncl. paraventricularis
ncl. supraopticus



Hypothalamus

- přední hypothalamus
 - **ncl. paraventricularis + supraopticus** –
oxytocin a vazopresin (ADH)
- střední hypothalamus (tuber cinereum)
 - **ncl. arcuatus** a okolí – řízení adenohypofýzy
 - uvolňovací (releasing) = **liberiny**
 - hormony **SRH, PRH, GnRH, TRH, CRH**
 - tlumivé (inhibiting)= **statiny**
 - hormony **somatostatin, PIH** (= dopamin)
- zadní hypothalamus (corpora mammillaria)

ncl. arcuatus



Hypothalamus

GnRH

CRH

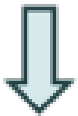
TRH

PRH

GHRH

ADH

Oxytocin



Adenohypophysis

Neurohypophysis

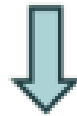
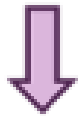
FSH/LH

ACTH

TSH

PROLACTIN

GH



Target organ

Gonads

Adrenal
Cortex

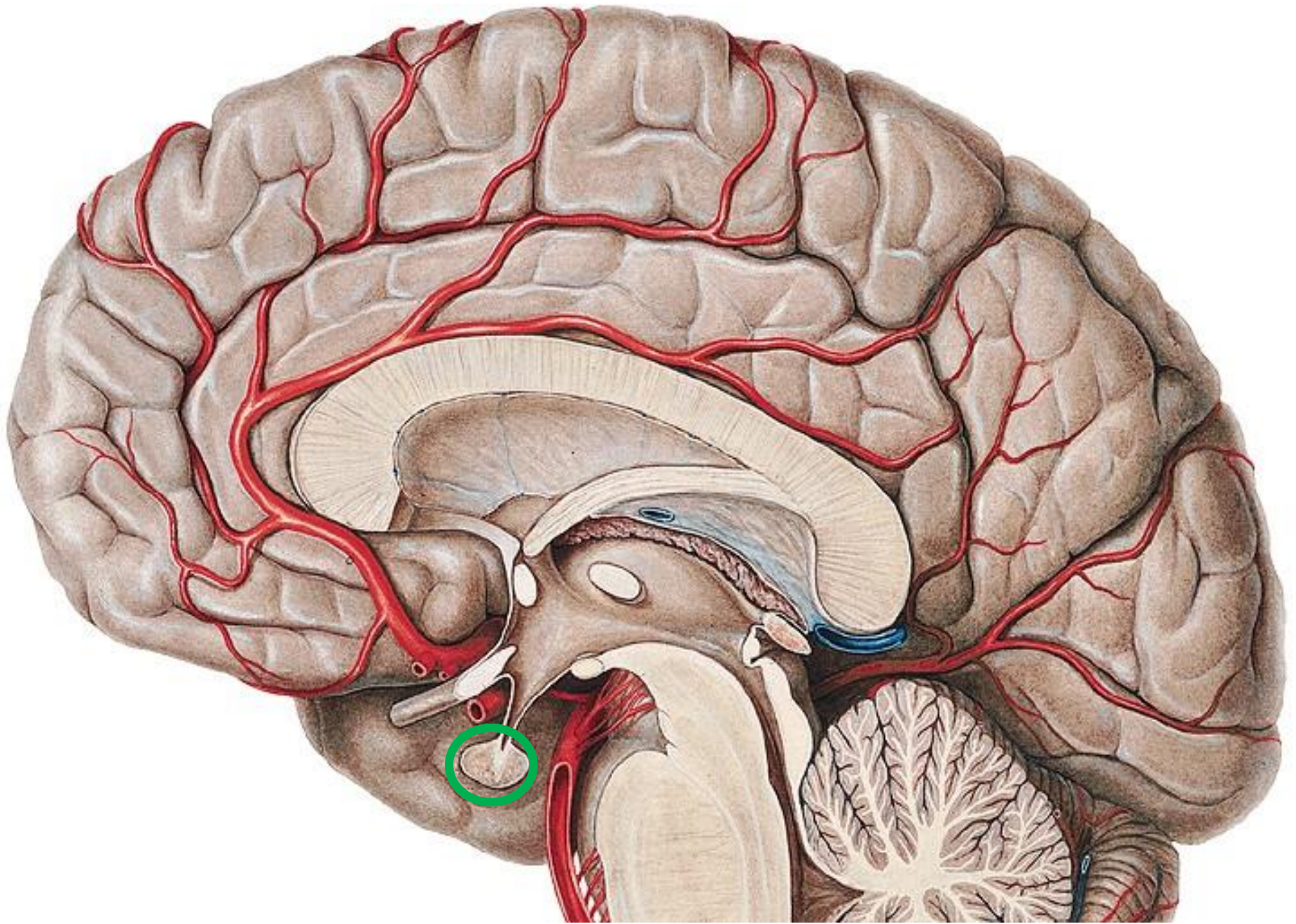
Thyroid

Mammary
gland

Liver
(and all
body)

Kidney

Mammary
gland



Podvěšek – *Hypophysis; Glandula pituitaria*

Historie

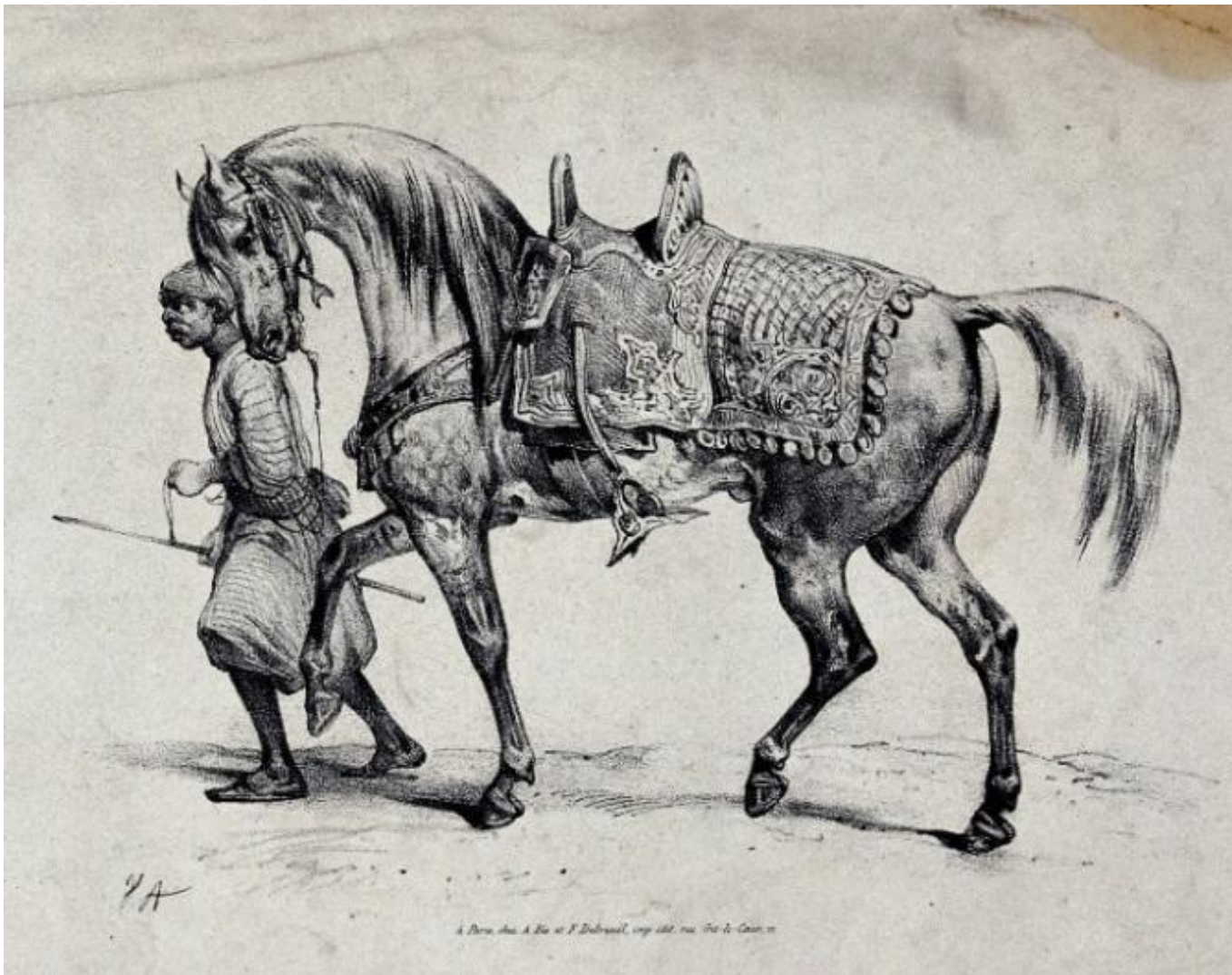
- *Galén* – (lat. pituita, řec. phlegma = hlen) – tvorba hlenu pro nosní sliznici
- *Schneider* – 1655 odmítl Galénovu teorii
- *Minkowski, Hutchinson* – souvislost poruch růstu a hypertrofie podvěšku
- ***Cushing*** – vysvětlil funkci podvěšku

„dirigent endokrinní soustavy, ministerský předseda“

Podvěsek – anatomie

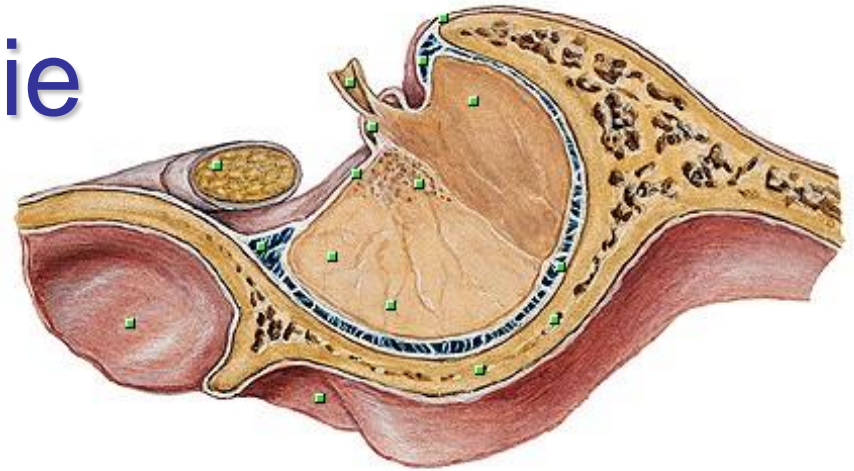
„dvojitá žláza“

- dvě rozdílné tkáně
- tvoří ji dva laloky
 - přední = adenohypofýza
 - zadní = neurohypofýza
- uložena v *sella turcica ossis sphenoidalis*
 - transsfenoidální operační přístup
- kryta tvrdou plenou – *diaphragma sellae*
 - foramen diaphragmatis *Pacchioni* – obsahuje podvěskovou stopku (*infundibulum*)

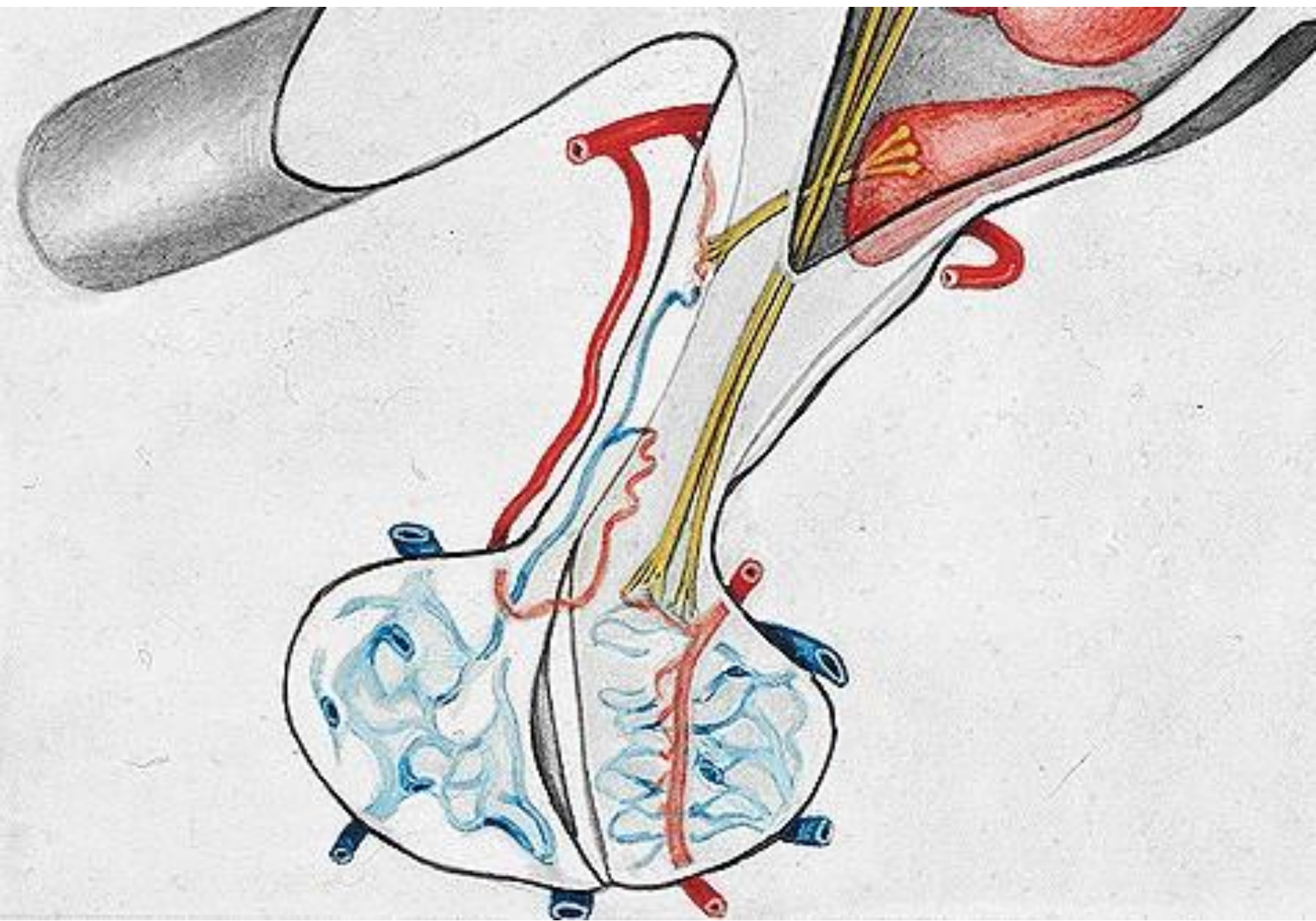


Tekiner, Halil. (2015). A cultural history of the Turkish saddle. *Journal of Turkish Studies*. 10. 319–319.
10.7827/TurkishStudies.8071.

Podvěšek – anatomie

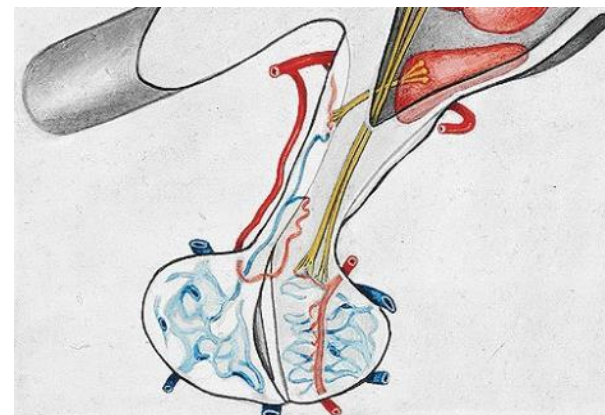


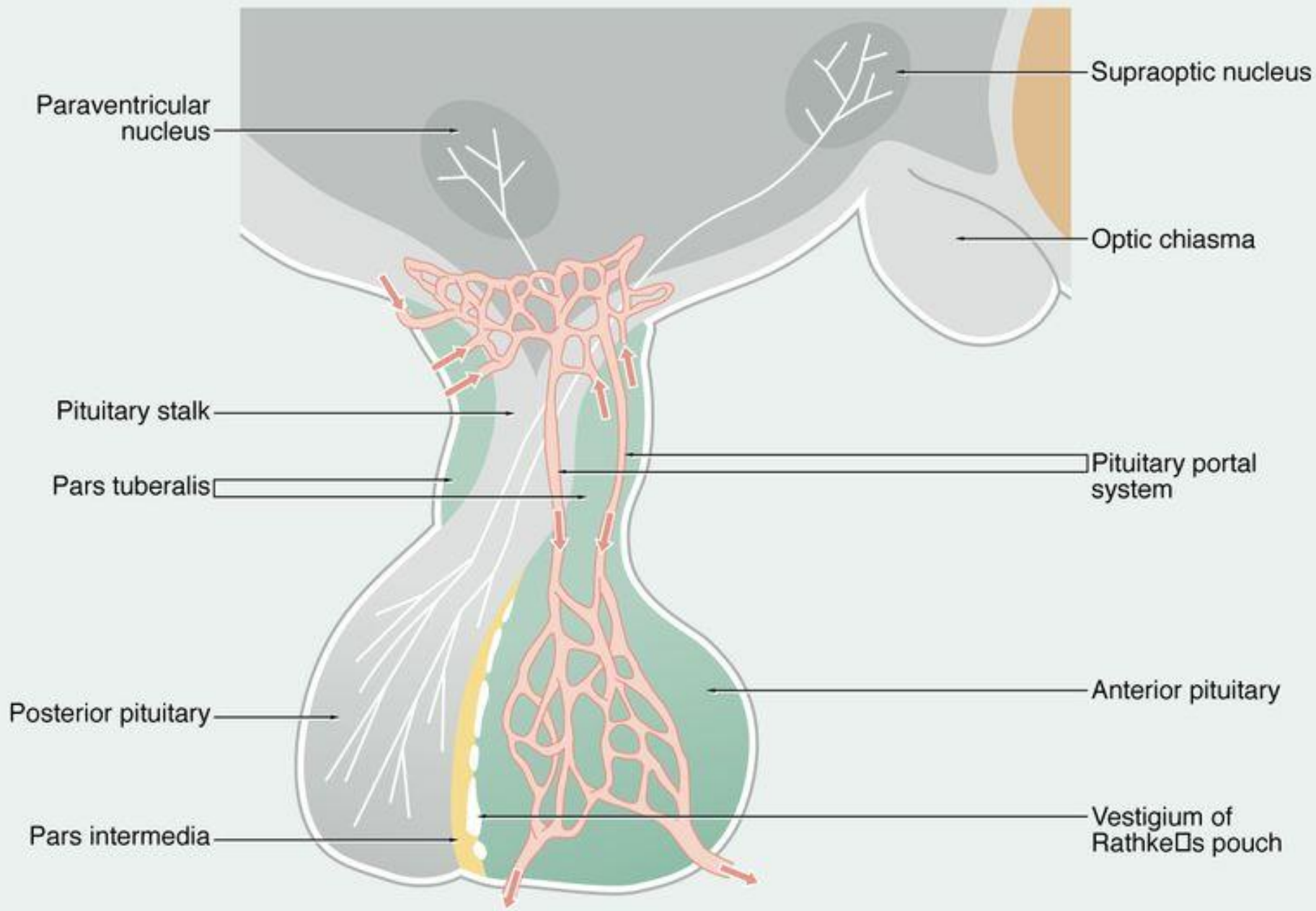
- 0,5 g (těhotenství 1,5 g)
- 10 x 12 x 6 mm
- přední lalok
(*adenohypophysis; lobus anterior*)
 - **pars distalis** (*principalis*) – největší část (75 %)
 - *pars intermedia* – mezi oběma laloky
 - *pars tuberalis* – nahoře u infundibula
- zadní lalok (*neurohypophysis; lobus posterior*)
 - *lobus nervosus* (*pars nervosa*) – vlastní zadní lalok
 - *infundibulum* – spojení s hypothalamem

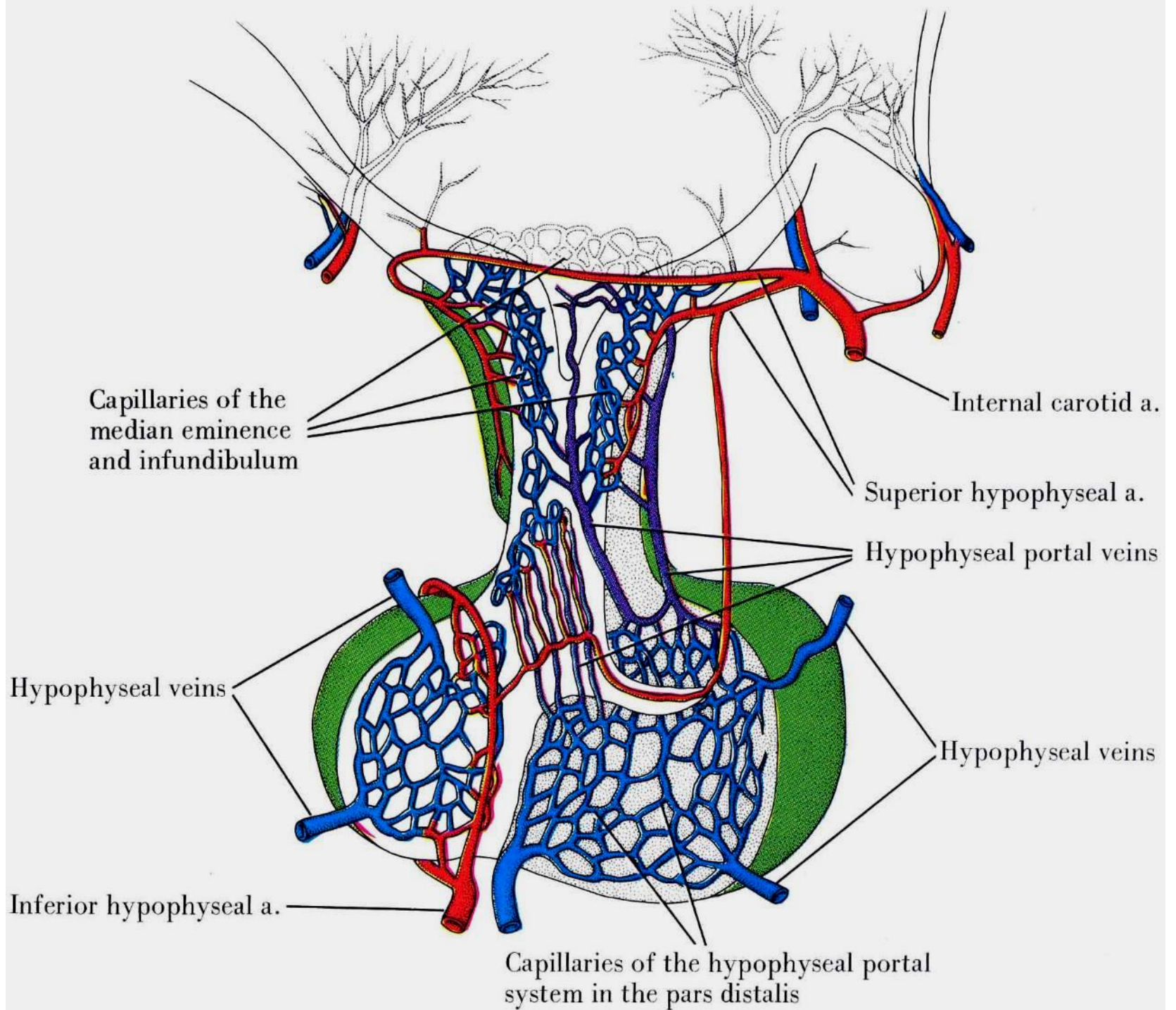


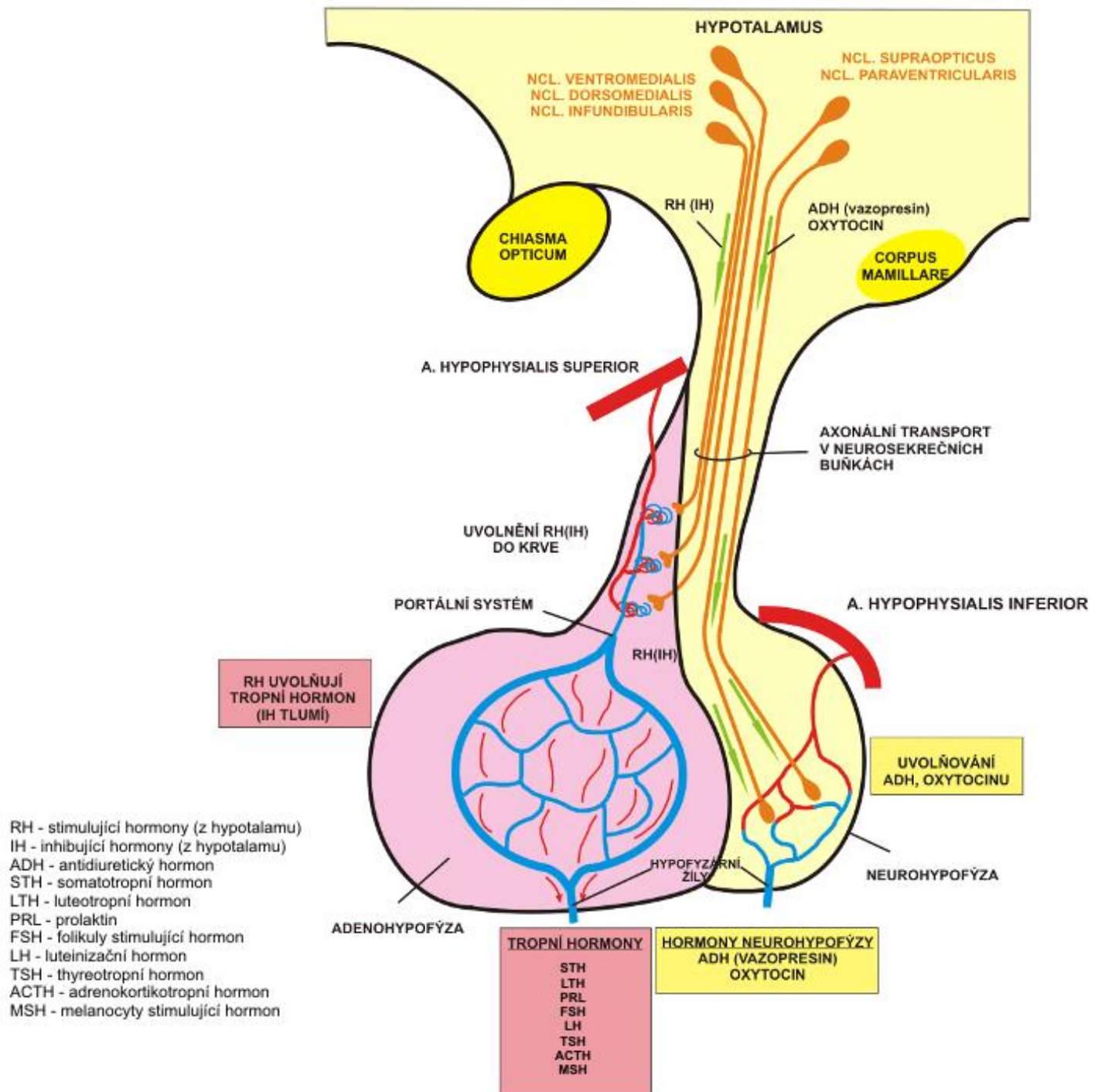
Podvěsek – cévní zásobení

- a. hypophysialis inferior (z C4 = pars cavernosa ACI) pro zadní lalok
- **hypofyzální portální systém**
 - a. hypophysialis **superior** (z C7 = pars communicans ACI) skrz hypothalamus → primární vlasečnicová síť → vv. hypophysiales portales to adenohypophysis → sekundární vlasečnicová síť →
 - vv. hypophysiales do sinus cavernosus





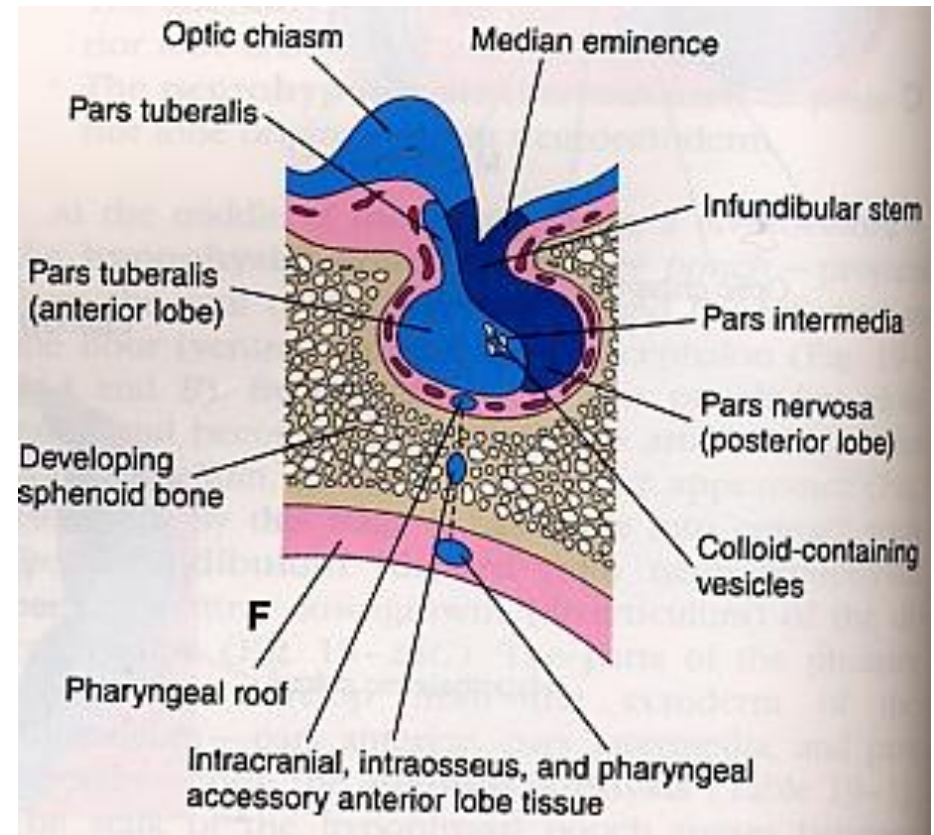
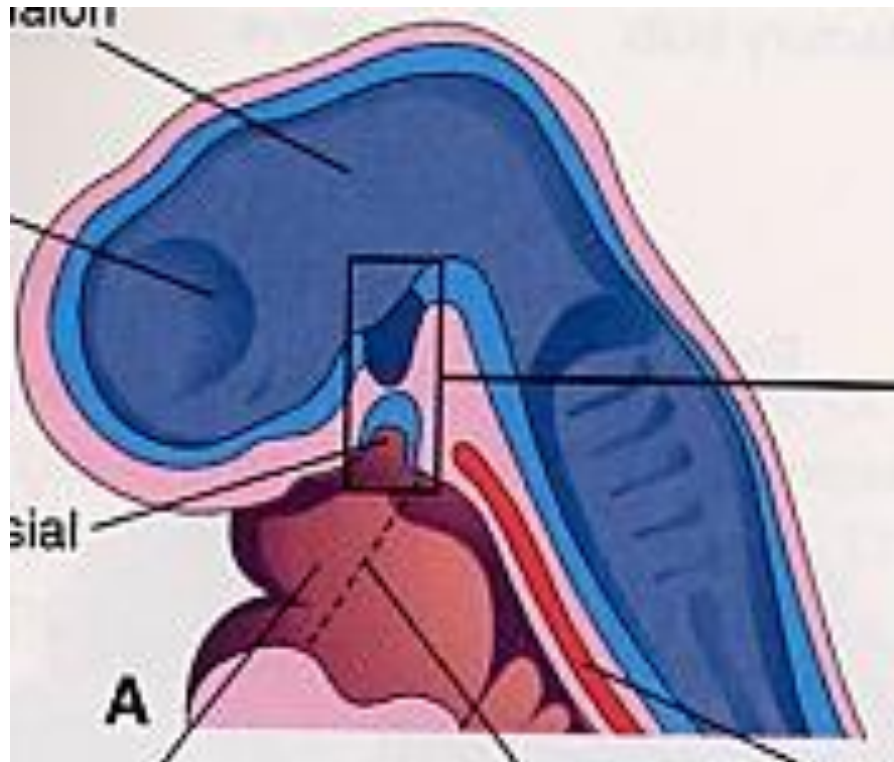


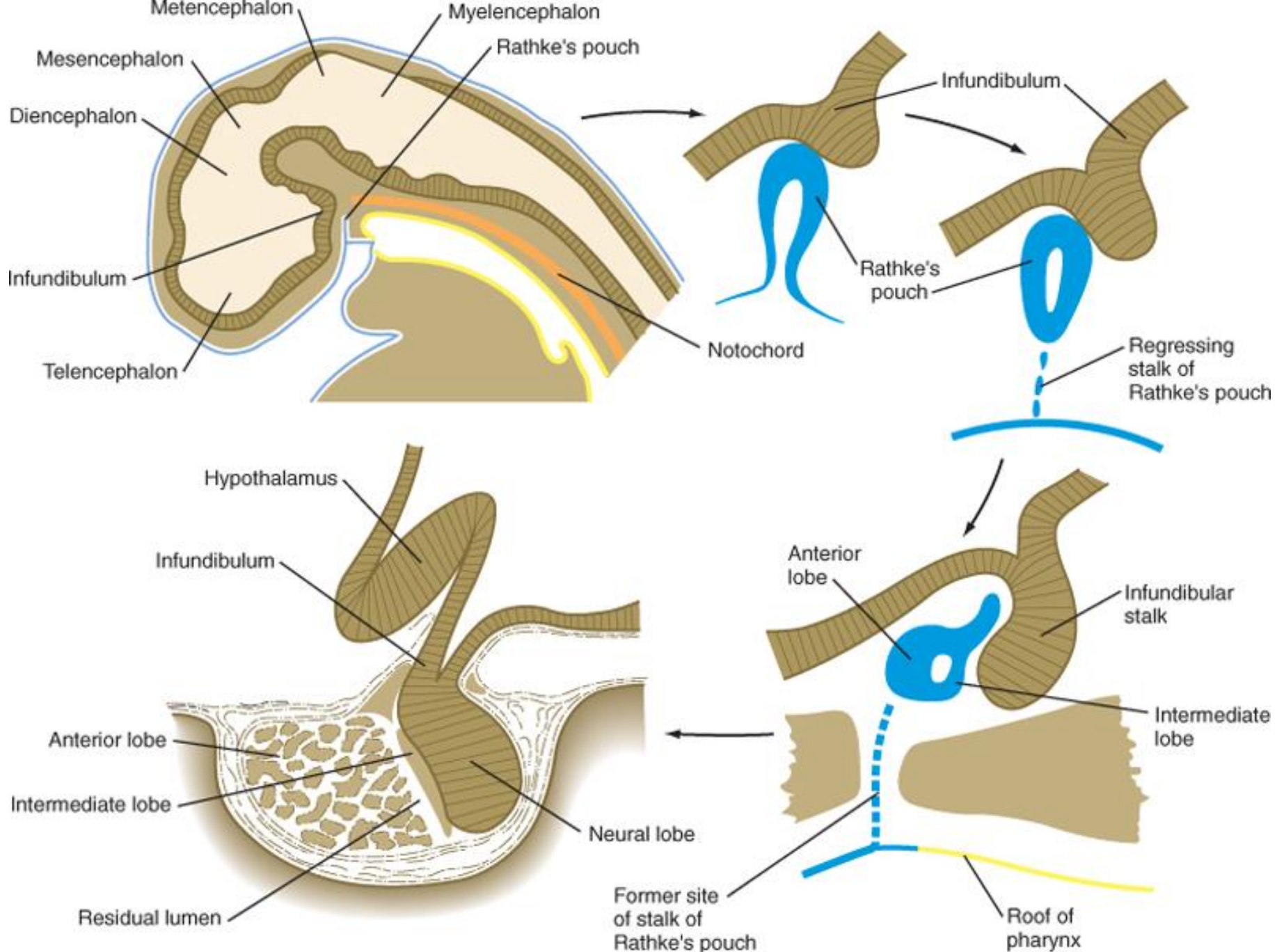


Podvěsek – vývoj

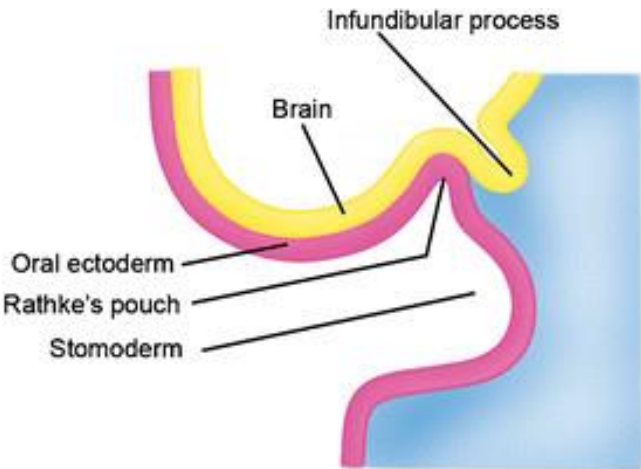
- **Rathkeho výchlípka – ektoderm**
 - 3. týden: ve stropě ústní dutiny (*stomodeum*)
 - výchlípka směrem k mezimozku
 - oddělení výchlípky, proliferace přední stěny
 - vytvoří přední lalok
- **výchlípka báze mezimozku – neuroektoderm**
 - vytvoří zadní lalok
 - diferenciaci v pituicyty (glie)

Podvěšek – vývoj

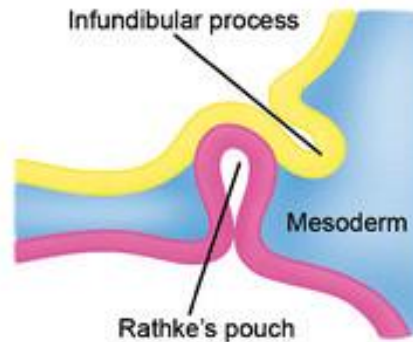




Podvěšek – vývoj



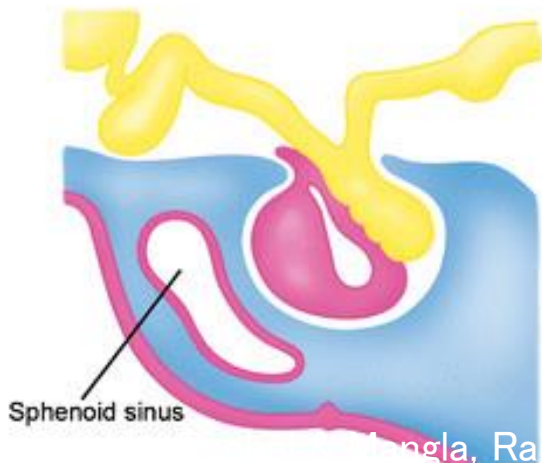
1. Start of development of Rathke's pouch and infundibular process



2. Growth of the mesoderm is limited by the neck of Rathke's pouch



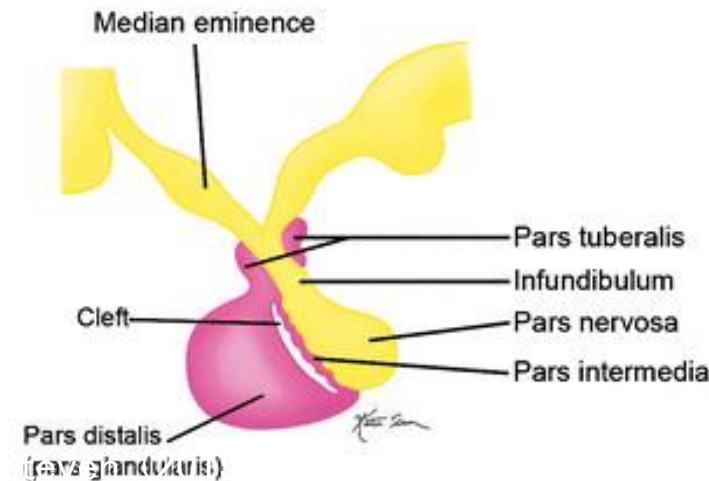
3. Rathke's pouch "compressed"



4. "Compressed" segment integrates the neural process, forming pars distalis, pars intermedia, and pars tuberalis

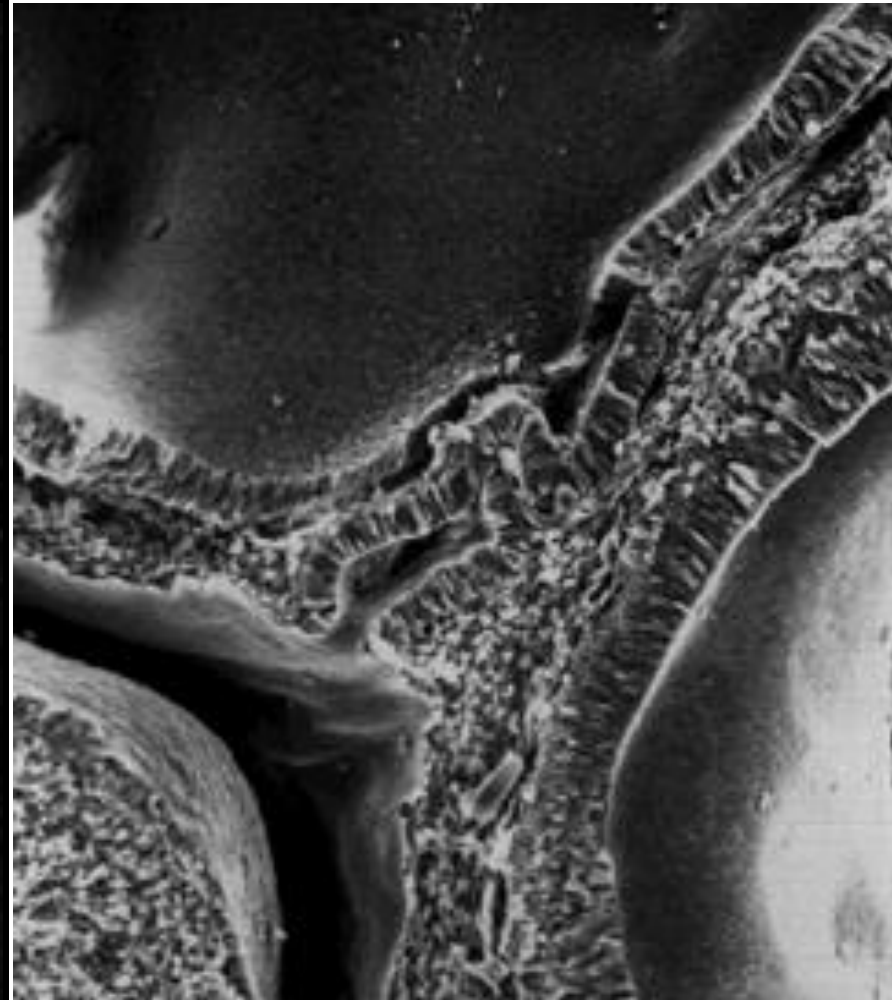
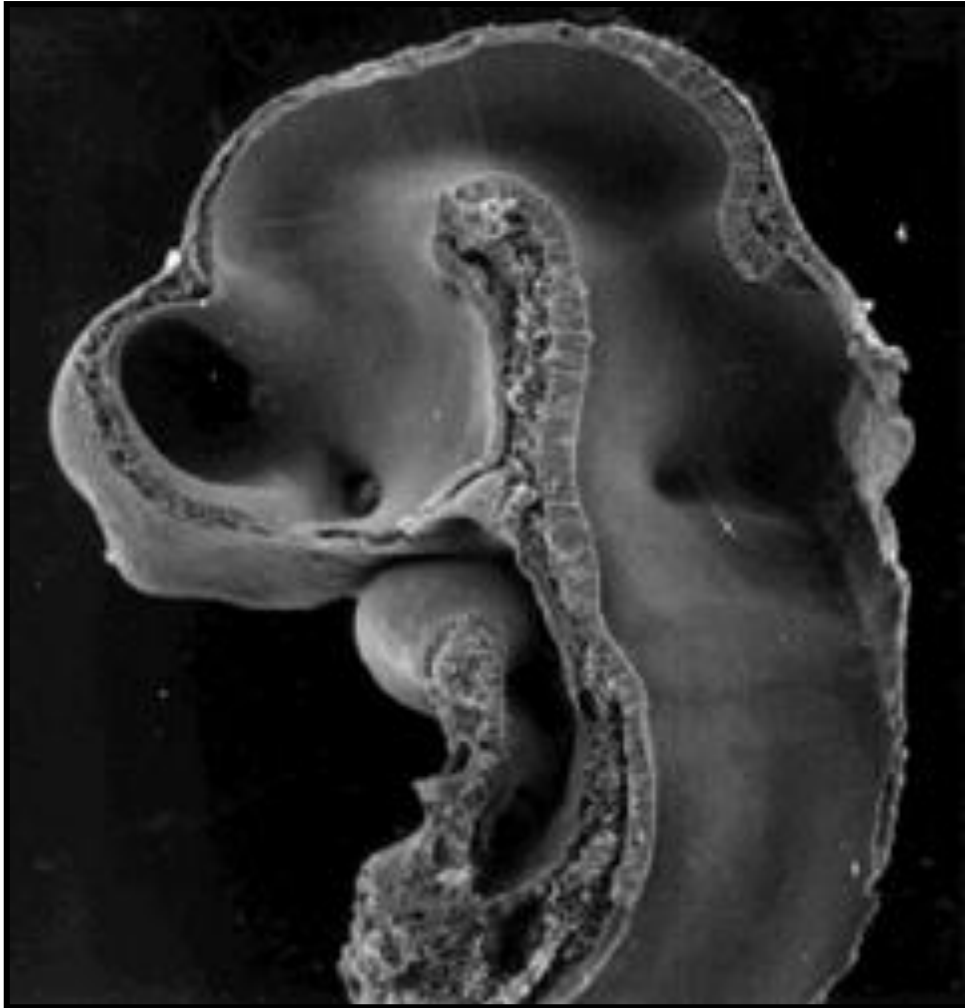


5. Pars tuberalis wraps around the infundibular stalk



6. Closure form

Podvěsek – vývoj



Pars distalis adenohypophysis

- provazce a shluky (*chordae et racemi endocrinocytorum*)
- mezi provazci fenestrované vlásečnice
- 4 typy buněk v HE barvení:
 - acidofilní (40 %)
 - bazofilní (10 %)
 - PAS-pozitivní
 - chromofóbní (50 %)
 - žádná granula, nediferencované buňky
 - folikulostelární
 - síťovité uspořádání, regulují aktivitu ostatních buněk

Pars distalis – acidofilní buňky

- α – cells (*endocrinocytus somatotropicus*)
 - hrubá granula, GER
 - okolo jádra zóna bez granul (GA)
 - **růstový hormon (somatotropin, GH)**
- ϵ – cells (*endocrinocytus prolactinicus*)
 - obvykle malé, nepočetné
 - zvýšení počtů v těhotenství a při kojení
 - drobná granula (zvětšení v těhotenství)
 - **prolaktin (PRL)**

Pars distalis – bazofilní buňky

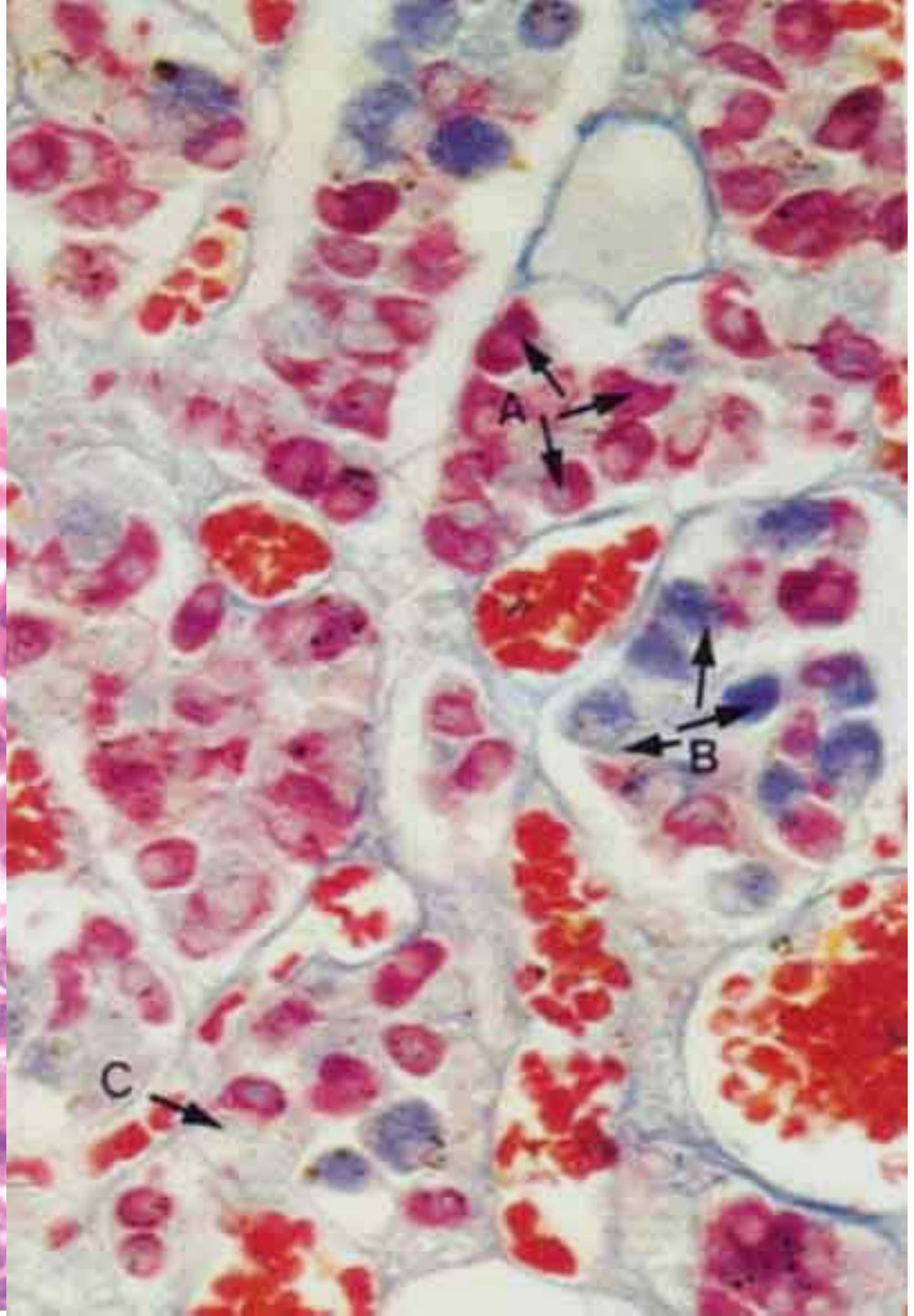
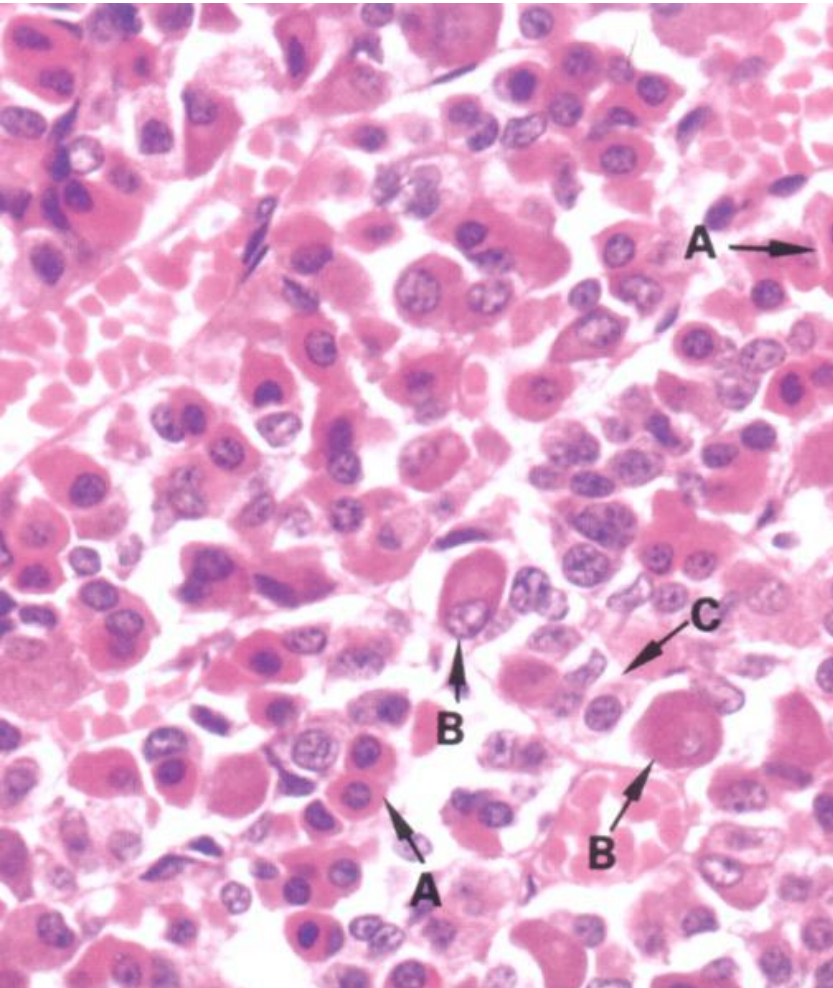
- β_1 – cells (*endocrinocytus corticotropicus*)
 - velká granula při buněčné membráně
 - **ACTH**, **β -MSH**, Met-enkefalin, endorfin
- β_2 – cells (*endocrinocytus thyrotropicus*)
 - velké buňky, malá granula u BM
 - **TSH**
- δ – cells (*endocrinocytus gonadotropicus*)
 - velké buňky, středně velká granula
 - **FSH**, **LH (lutropin)**

Pars distalis adenohypophysis

A = acidofilní buňky

B = bazofilní buňky

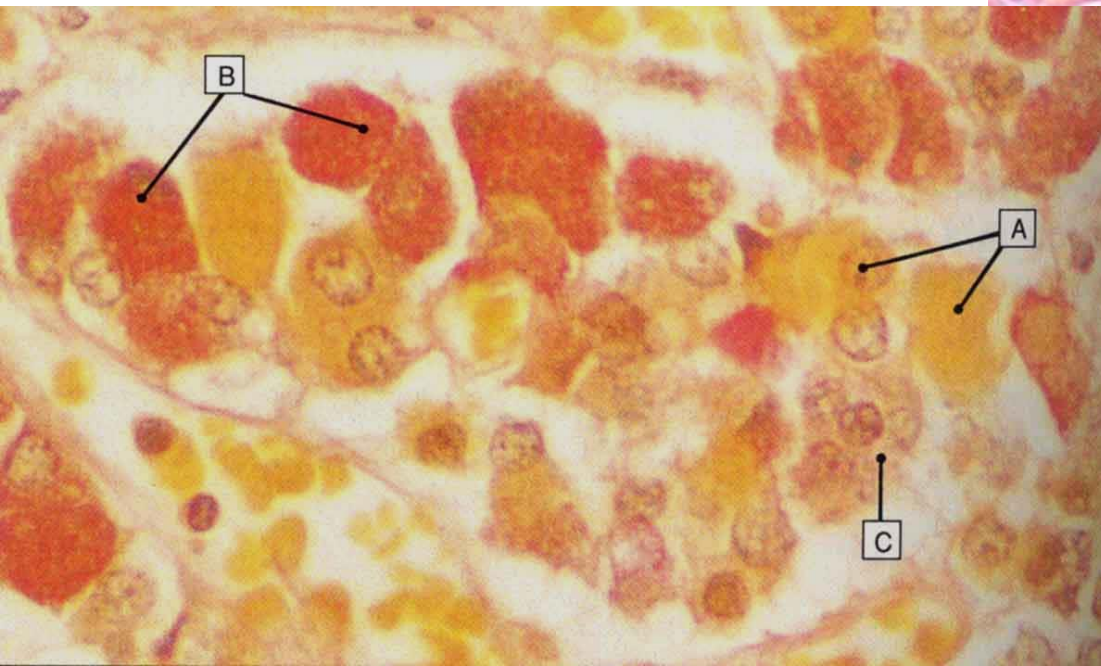
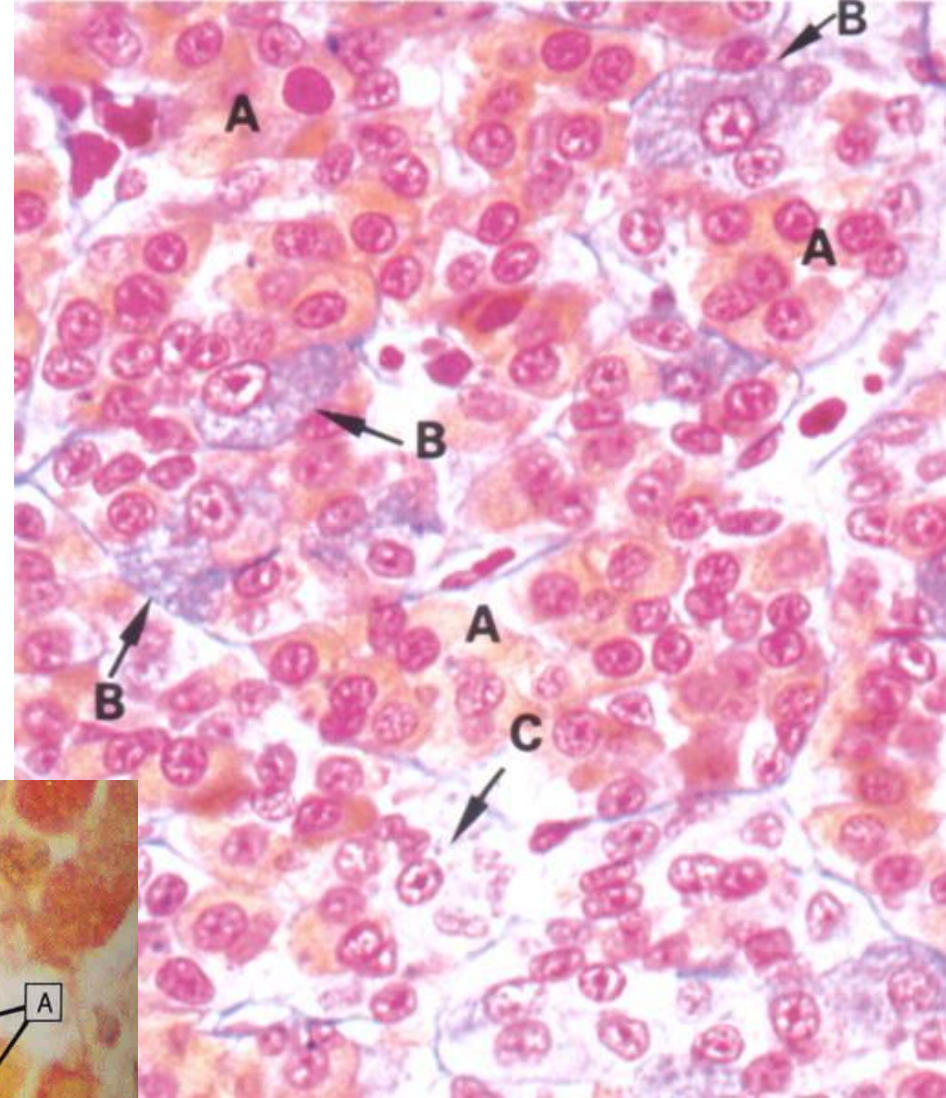
C = chromofóbní buňka



Pars distalis adenohypophysis

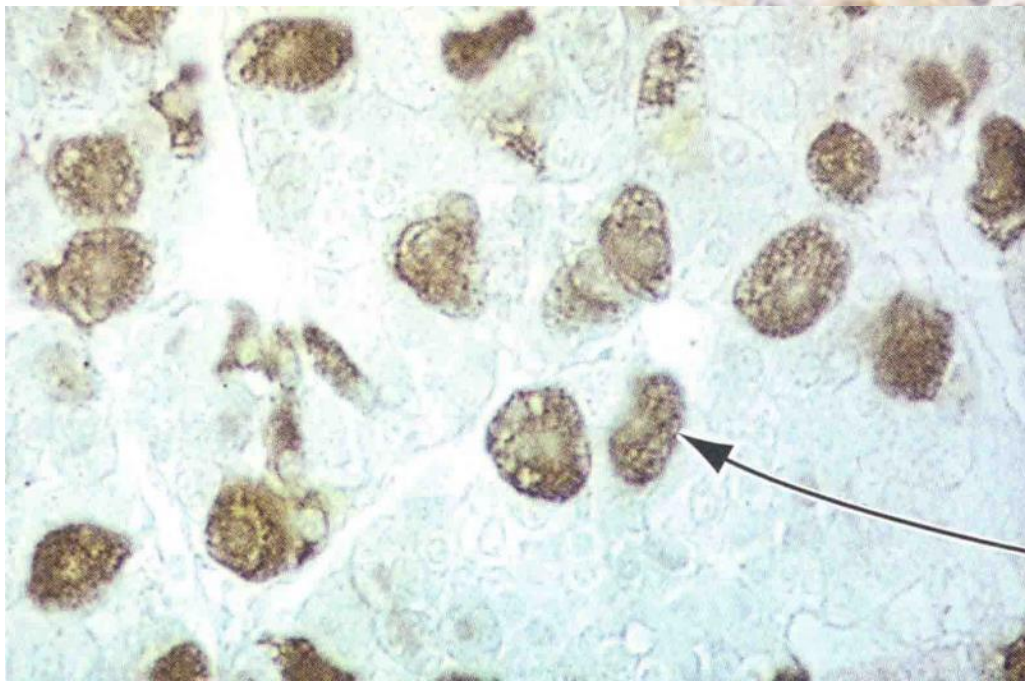
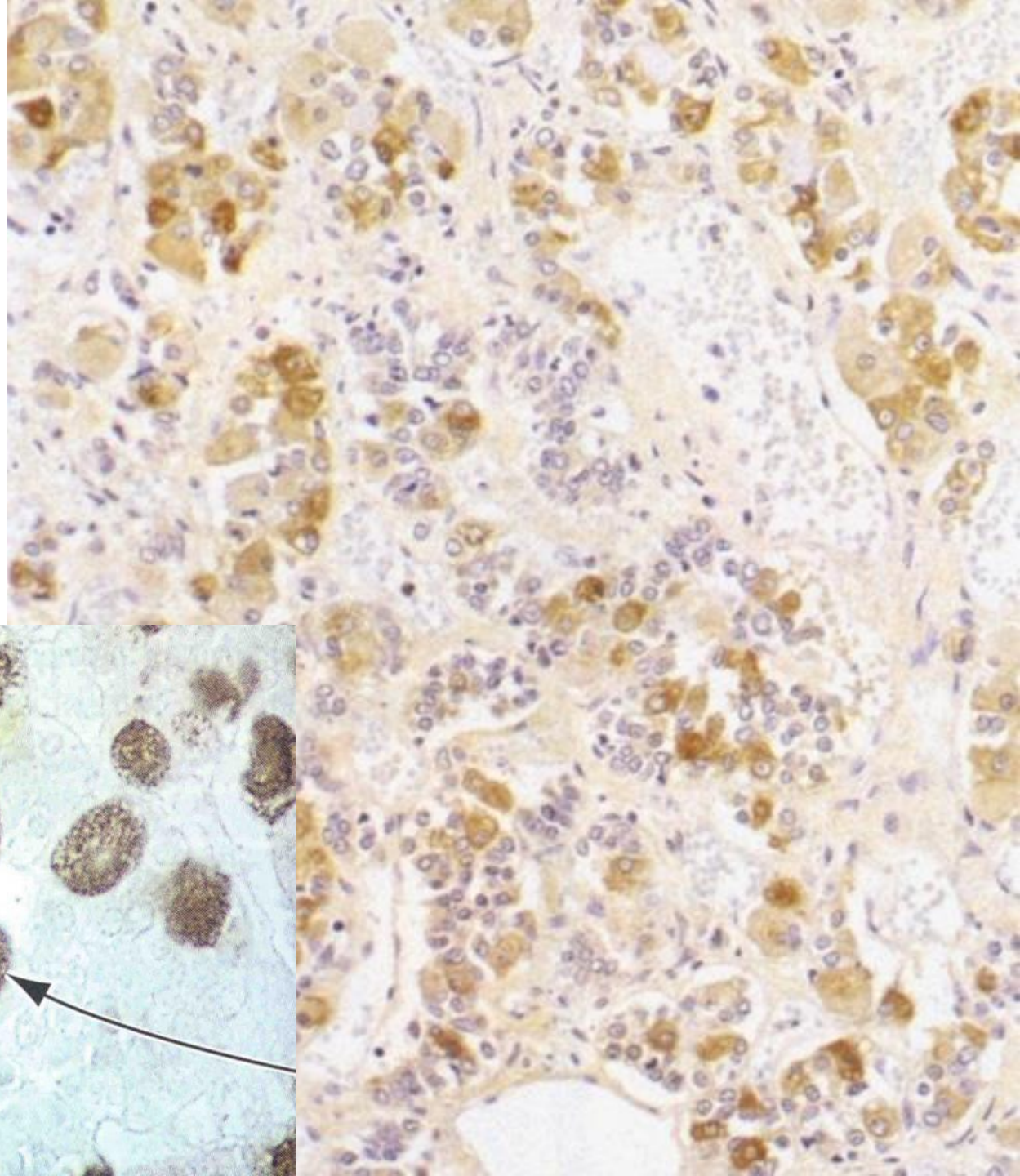
A = acidofilní buňky
B = bazofilní buňky
C = chromofóbní buňka

modifikovaný azan
barvení PAS + oranž G + hematoxylin



Pars distalis adenohypophysis

- imunoperoxidázová reakce na LH
- imunoperoxidázová reakce na FSH



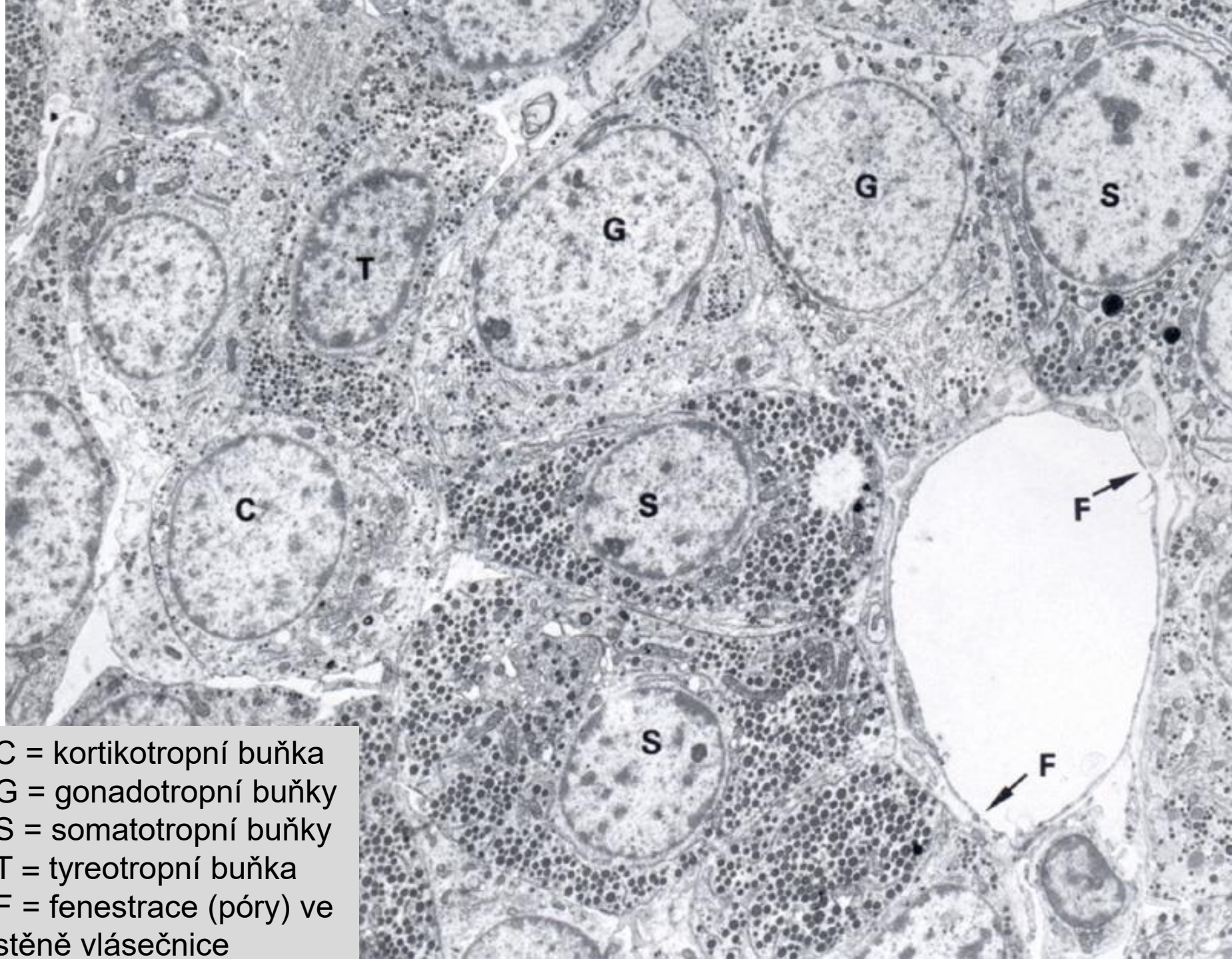
gonadotropní buňka

folikulostelární buňka

výběžky

folikulostelárních
buněk

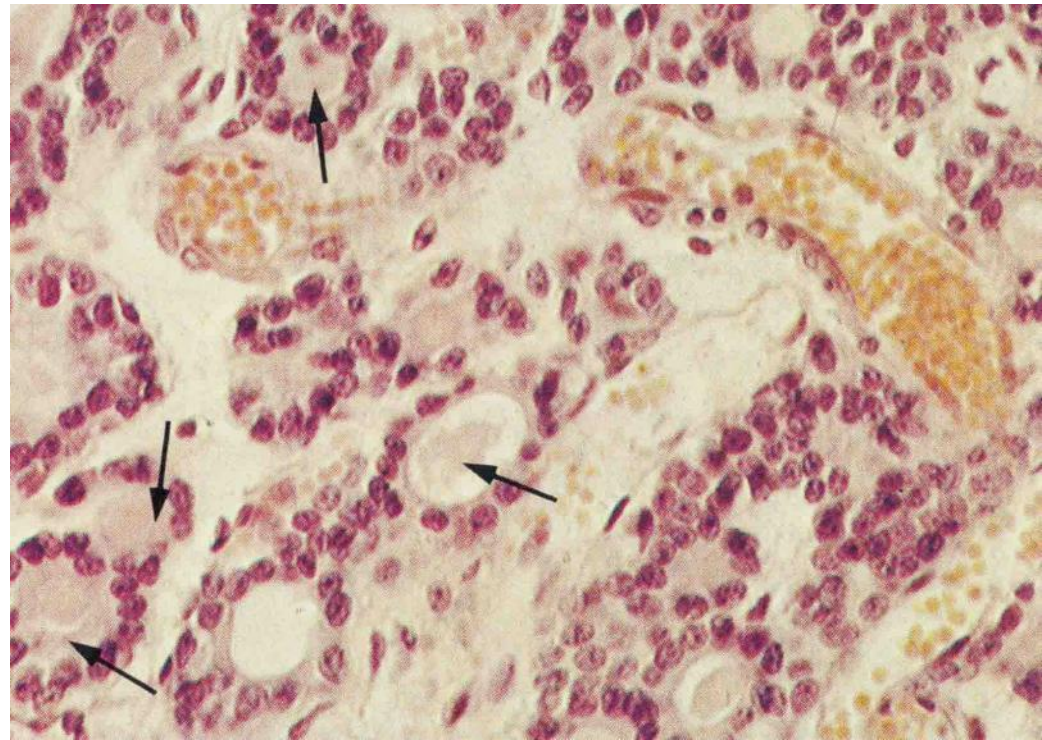




C = kortikotropní buňka
G = gonadotropní buňky
S = somatotropní buňky
T = tyreotropní buňka
F = fenestrace (póry) ve
stěně vlásečnice

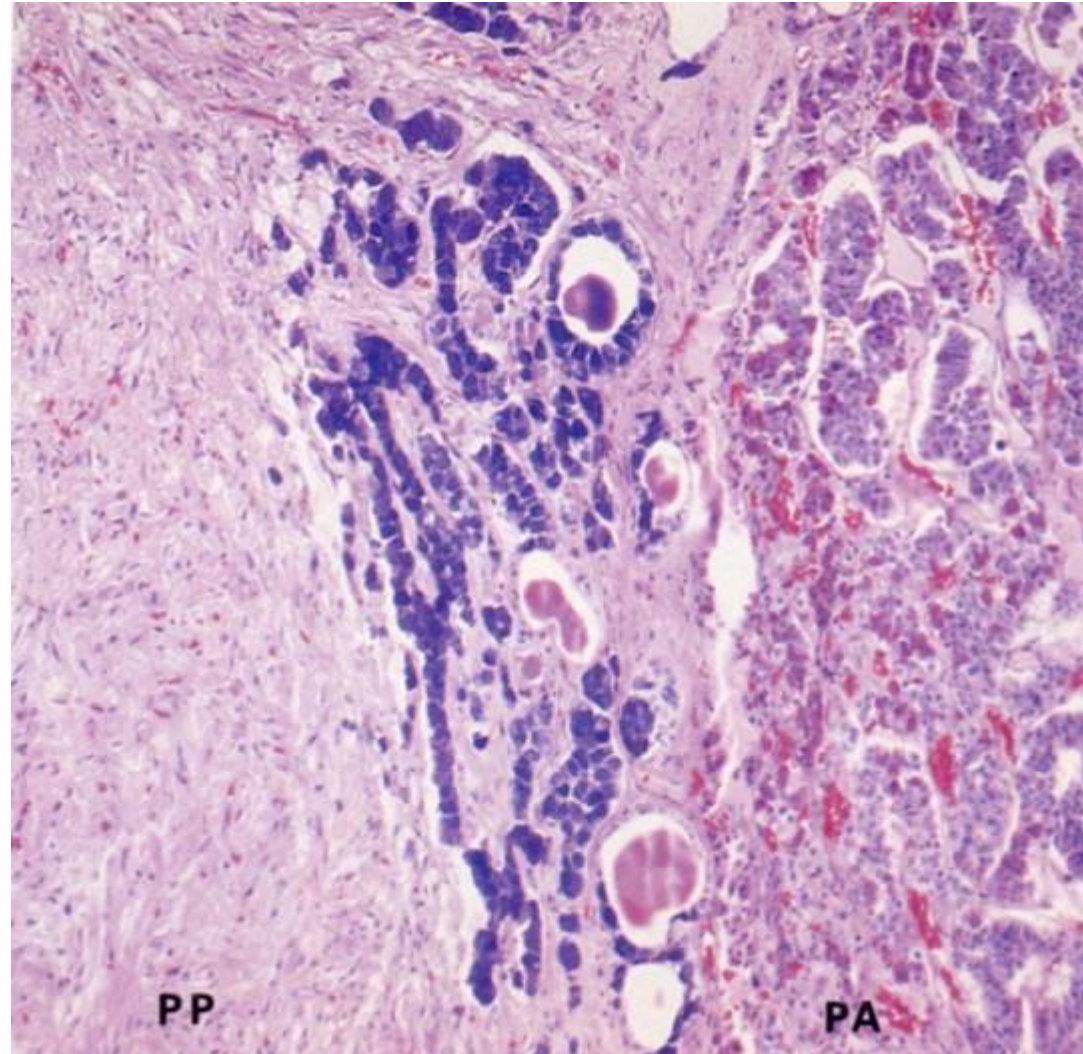
Pars tuberalis adenohypophysis

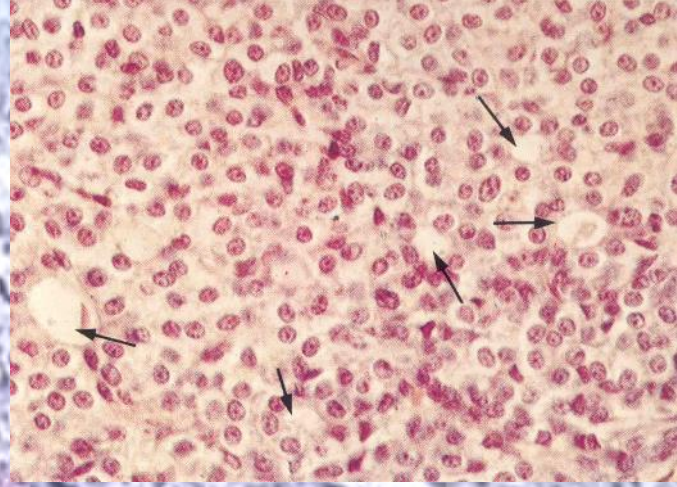
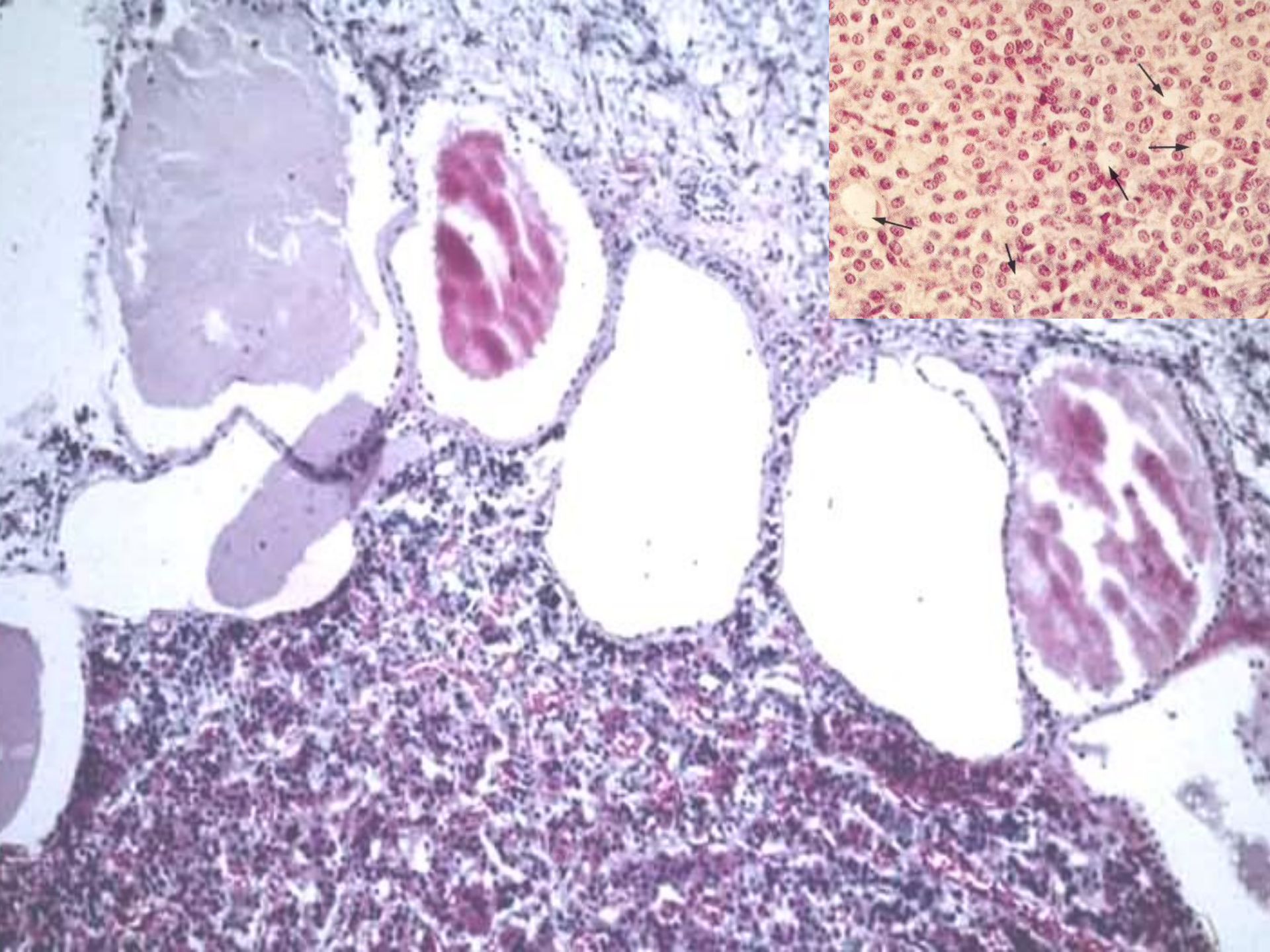
- obklopuje infundibulum
- četné vlasečnice
- většina je δ -buněk
 - trošku je β_2 -buněk

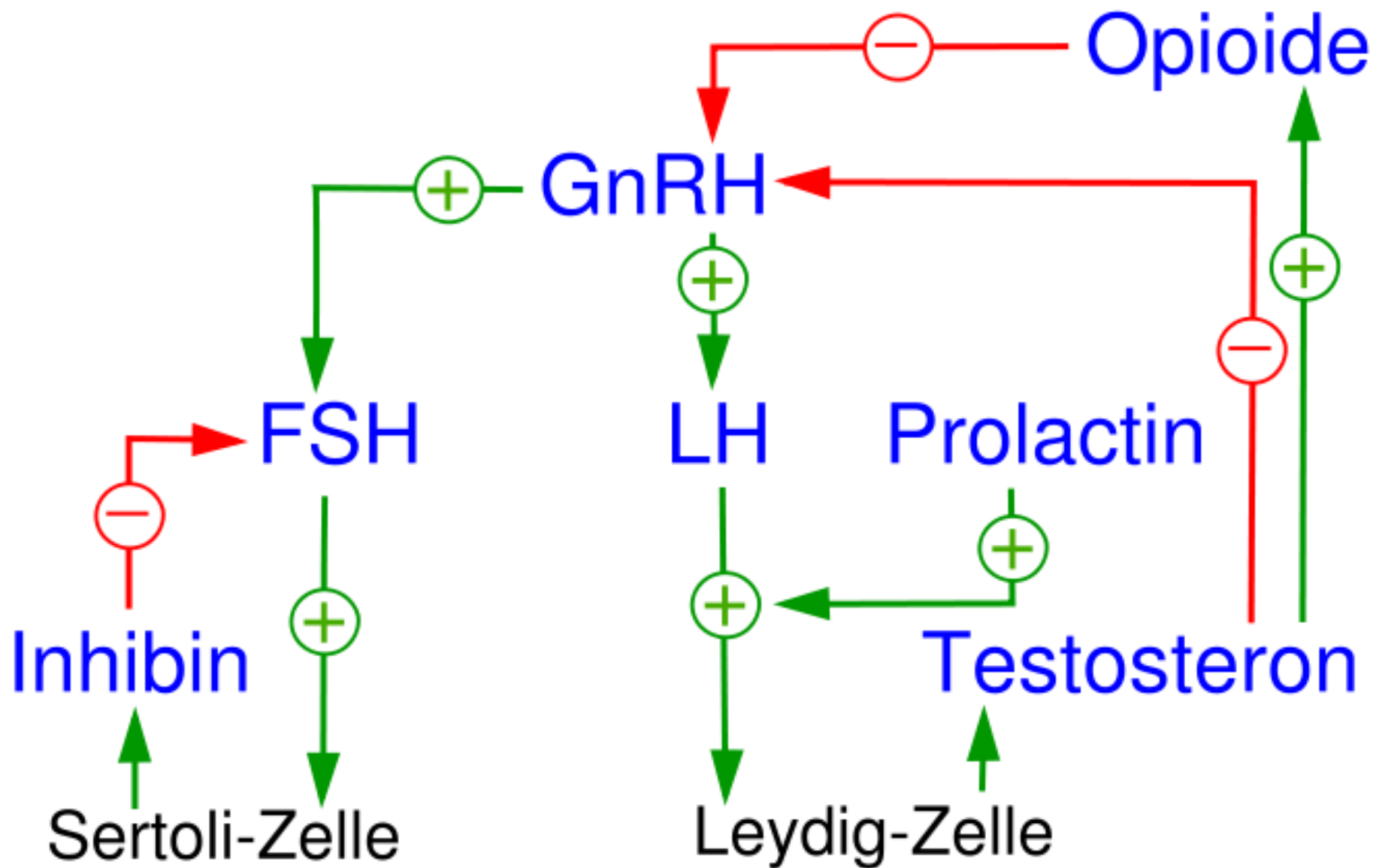


Pars intermedia adenohypophysis

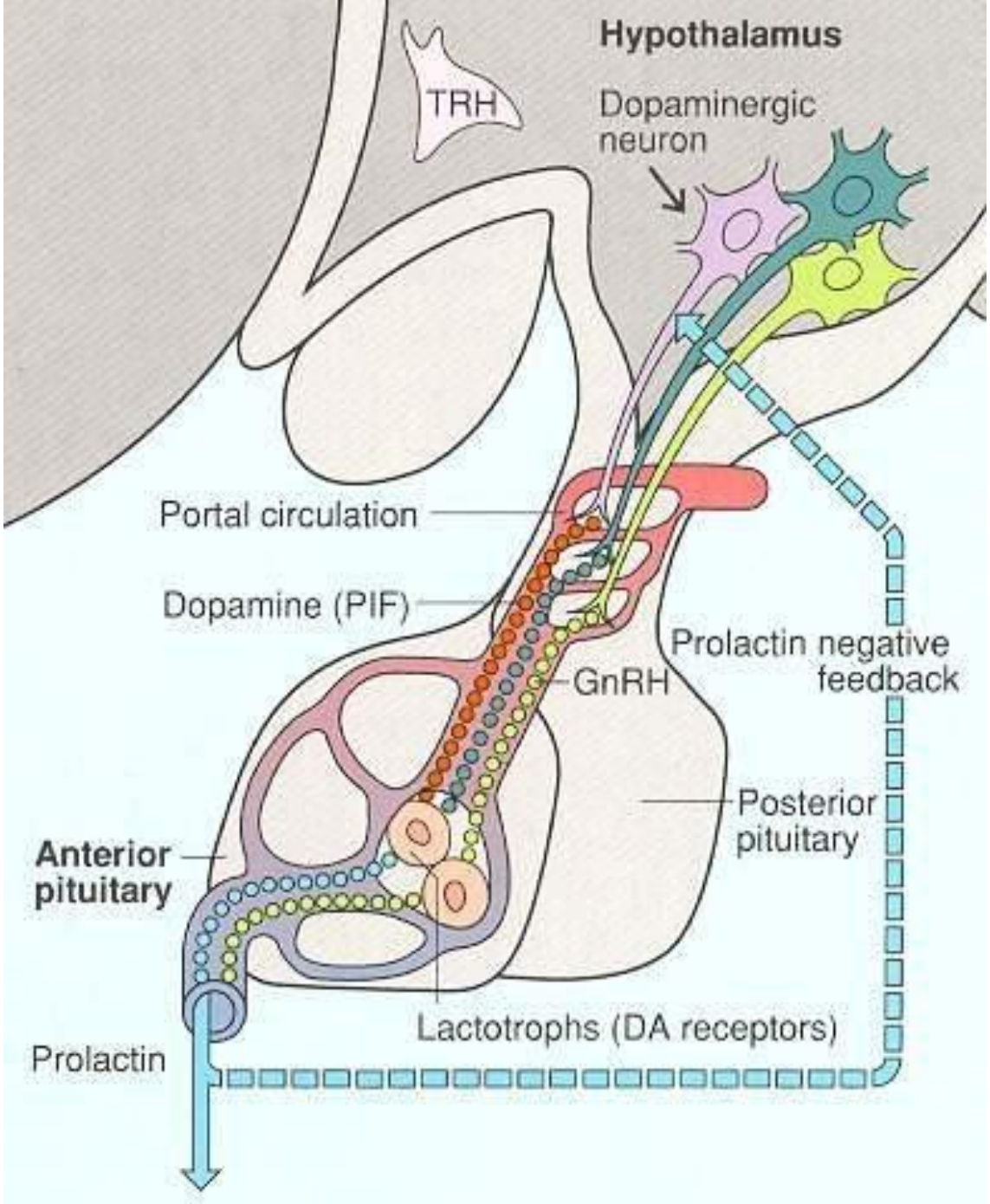
- *rudimentární*
- buňky tvoří trámce
- chromofóbní + bazofilní buňky (MSH)
- může být vytvořen váček (Ratkeho folliculus)
 - jednovrstevný epitel + koloid







- **PIH** (dopamine) z hypotalamu → inhibice →
- **prolaktin** z lobus anterior hypophysis



Zadní lalok = *Neurohypophysis*

- eminentia mediana
 - dno III. mozkové komory
 - četná nemyelinizovaná nervová vlákna
- stopka (*infundibulum*)
 - tractus hypothalamohypophysialis
 - neurofibra neurosecretoria (+ vesicula neurosecretoria) = nemyelinizovaná nervová vlákna
 - některá končí u vlásečnic
- lobus nervosus (pars nervosa)

Paraventricular nucleus
(primarily **oxytocin**)

Supraoptic nucleus
(primarily **antidiuretic hormone**)

Hypothalamic area

Mamillary body

Optic chiasma

Median eminence

Infundibulum
Infundibular process

Hypothalamo-neurohypophysial tract

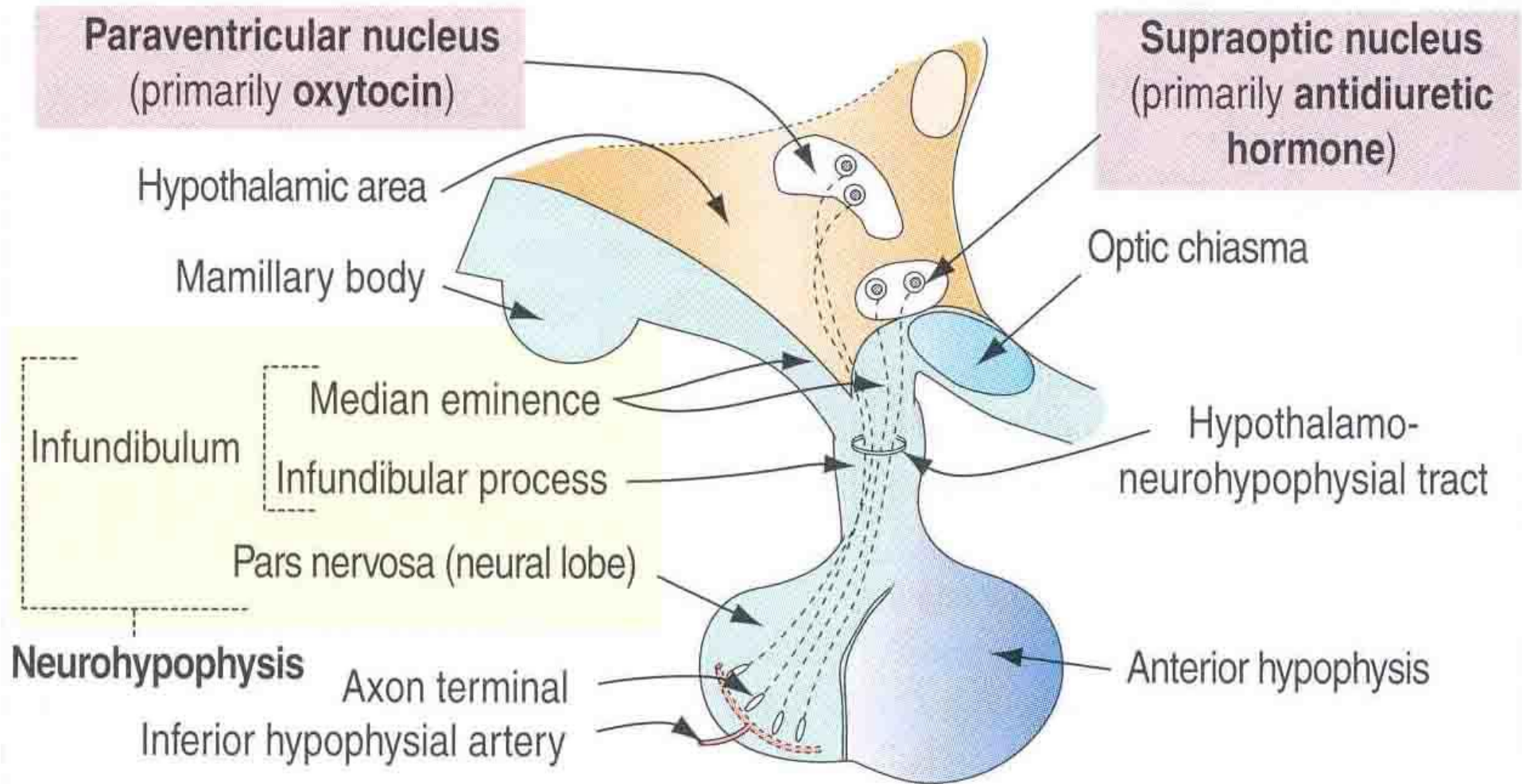
Pars nervosa (neural lobe)

Neurohypophysis

Axon terminal

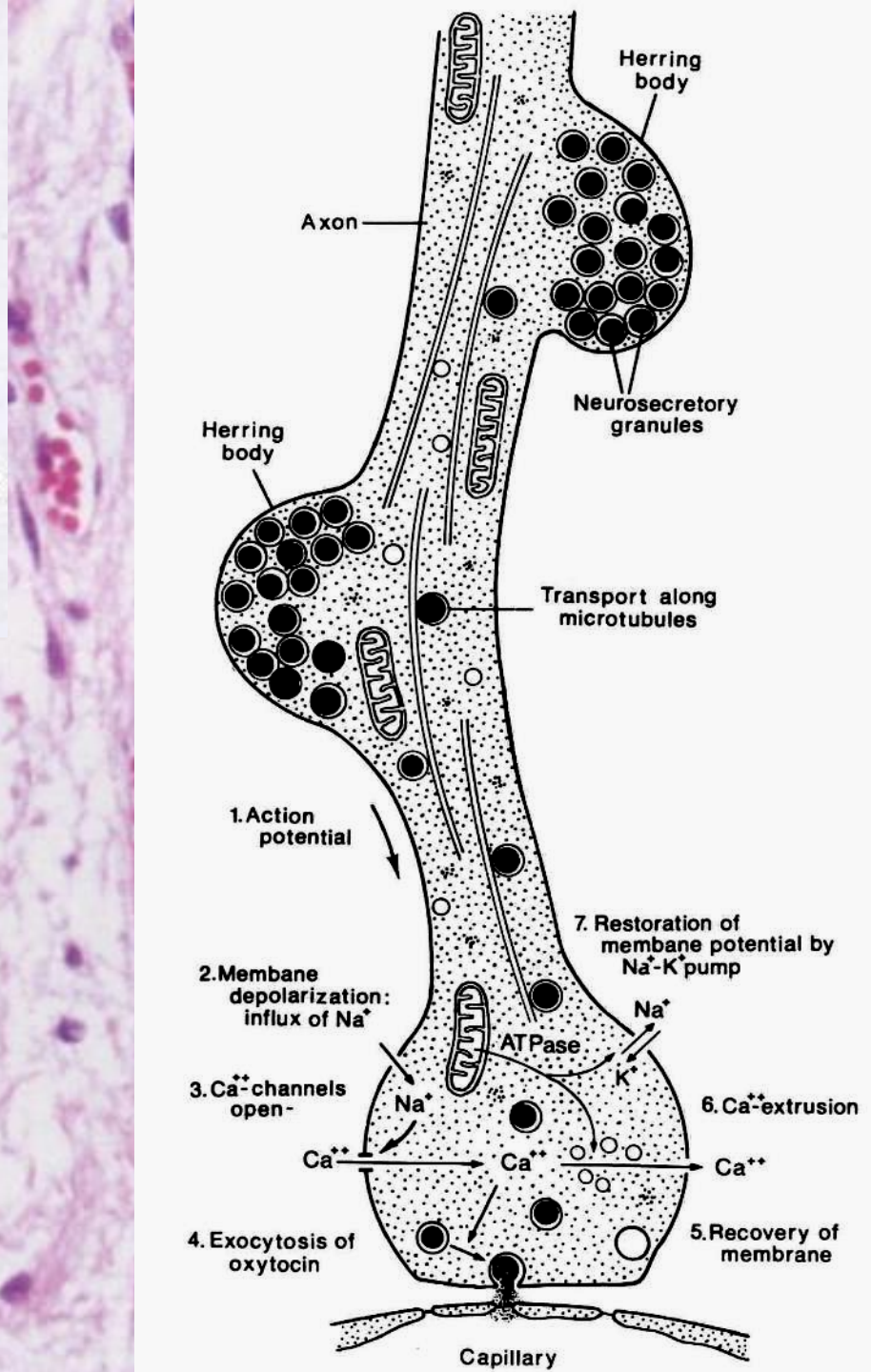
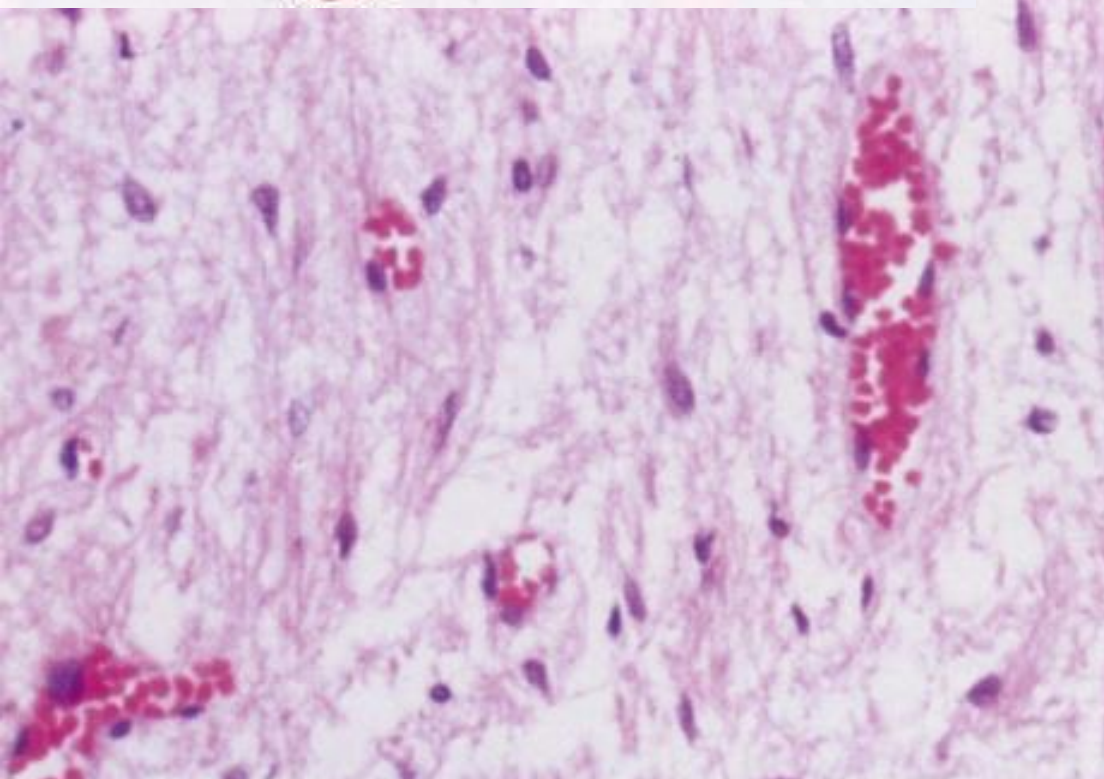
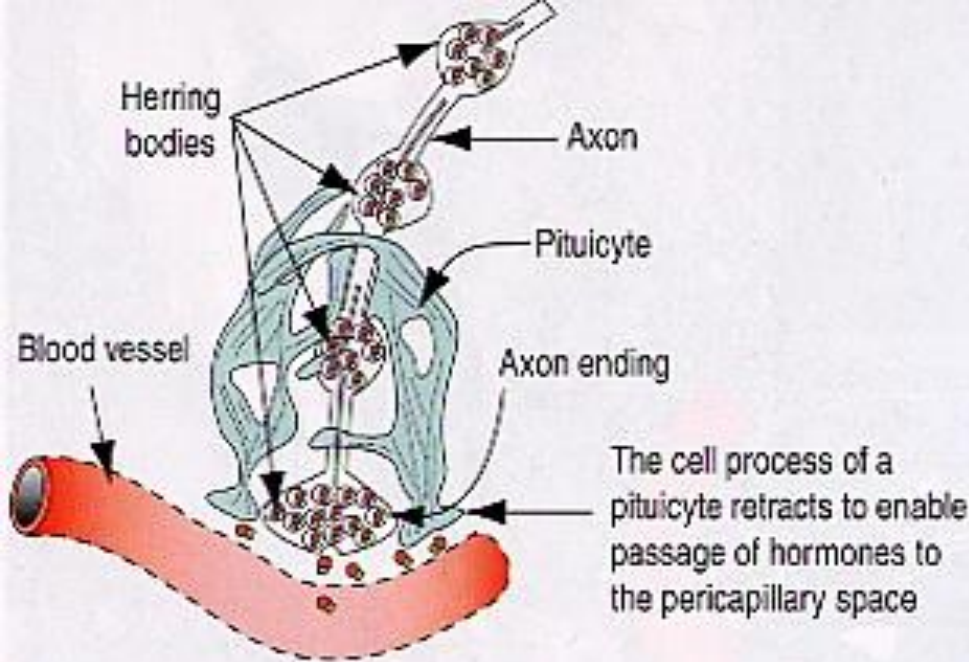
Inferior hypophysial artery

Anterior hypophysis



Lobus nervosus neurohypophysis

- nervová vlákna
 - axony neuronů hypotalamu
 - corpuscula neurosecretoria (Herringova tělíška) – nahromadění granul
 - **oxytocin** + **ADH** (adiuretin, antidiuretický hormon, vazopresin)
- pituicyty
 - gliové buňky
- vlásečnice
 - *synapsis neurohaemalis*



Vyšetření a nemoci

- CT
- hladiny hormonů
- nádory podvěsku – obvykle benigní, hormonaktivní
- Sheehanův syndrom – poporodní krvácení do podvěsku

Štítná žláza; Štítnice

Glandula thyroidea

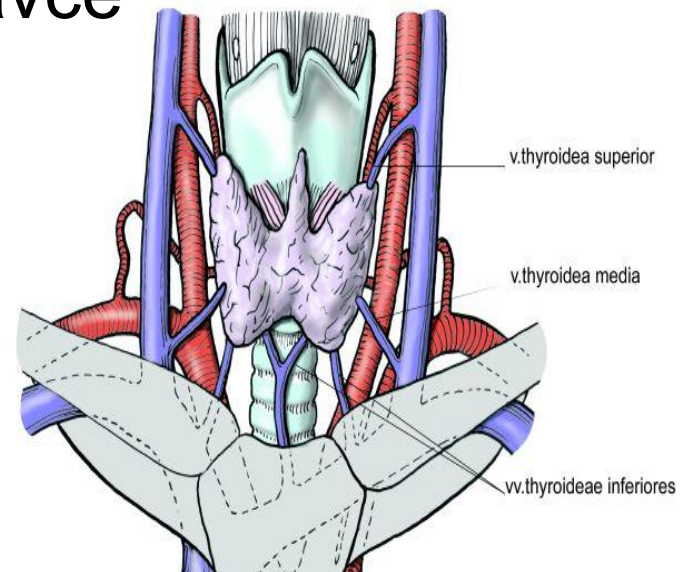
Štítná žláza – historie

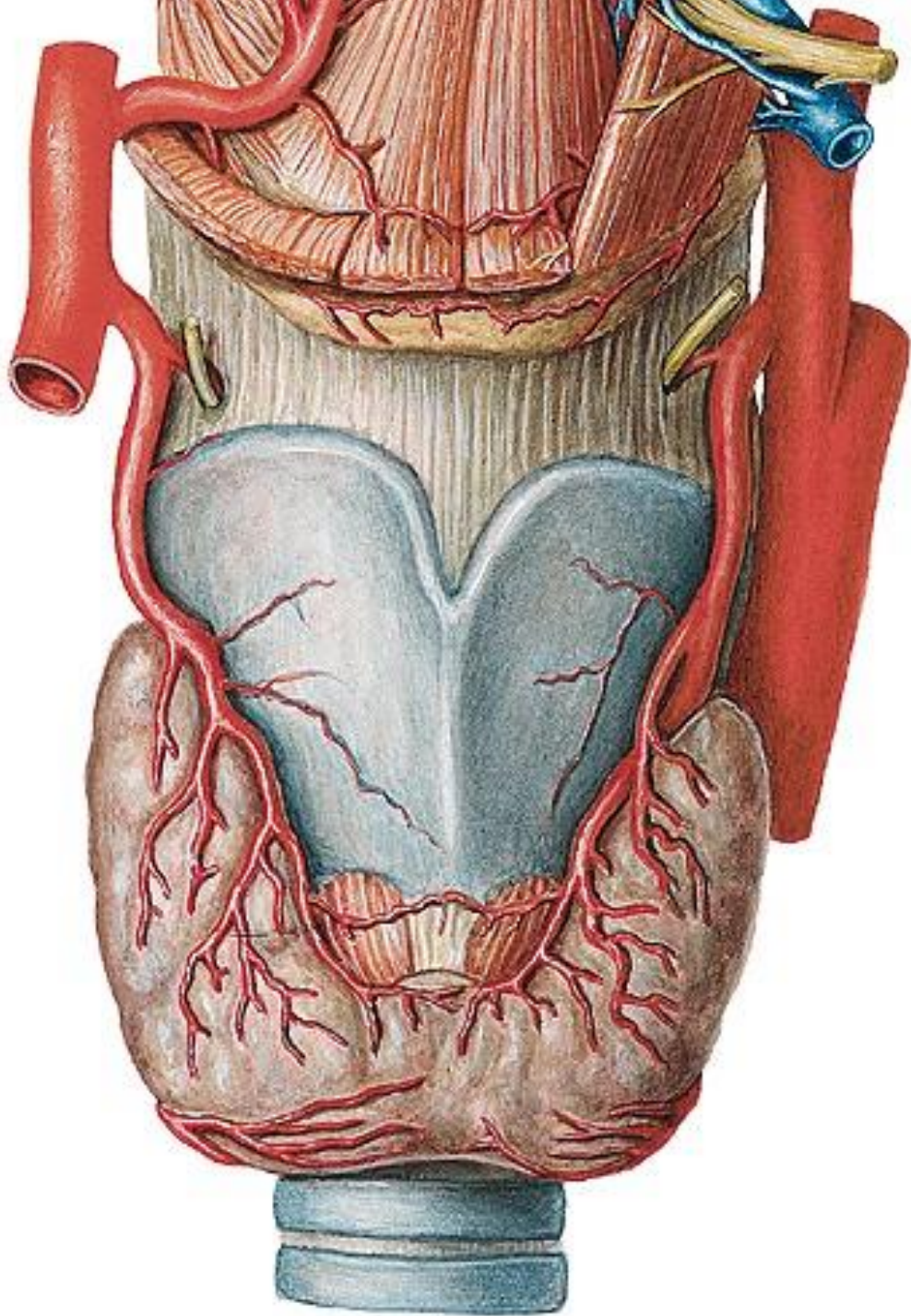


- Galén – zvlhčuje vnitřek hltanu
- Paracelsus – struma + kretenismus
- Wharton (1614-1673) – zkrášluje ženský krk
- Simon (1844) – žláza s vnitřním vyměšováním
- Murray (1891) – podání extraktu ze ŠŽ
- Baumann (1895) – ŠŽ obsahuje sloučeniny jódu

Štítná žláza – anatomie

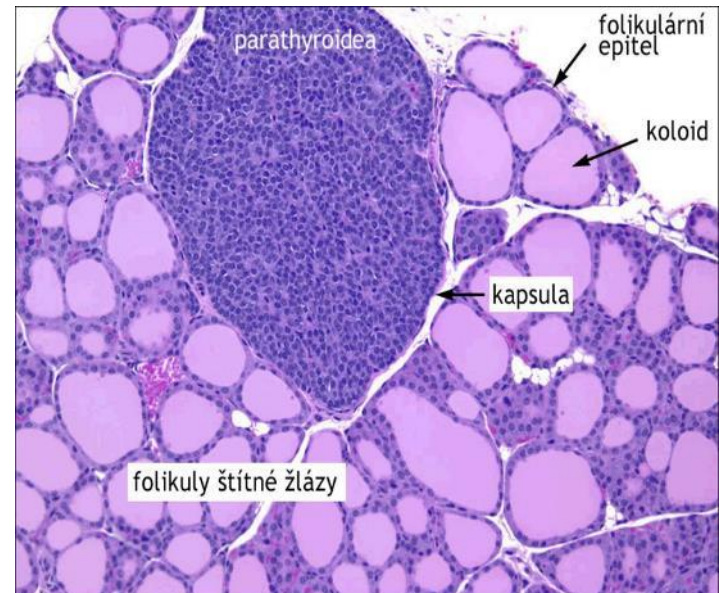
- nachází se na úrovni C6-C7
- tvar písmene H
- lobus dexter et sinister
- isthmus glandulae thyroideae
 - na 2.-4. průdušnicové chrupavce
 - výška isthmu asi 1,5 cm
- lobus pyramidalis (40 %)
 - délka laloku 5-8 cm
- 30-40 g (20-60 g)





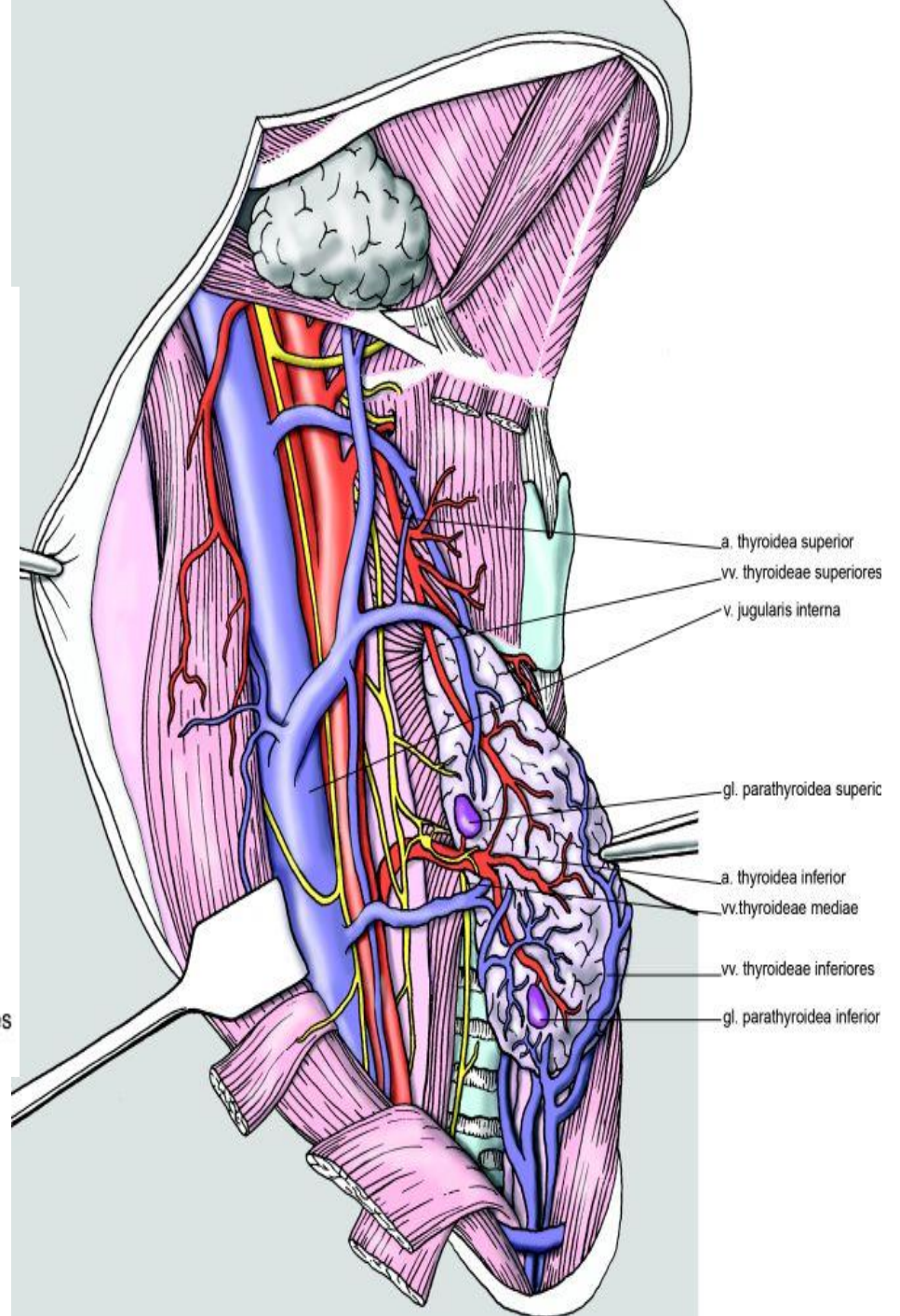
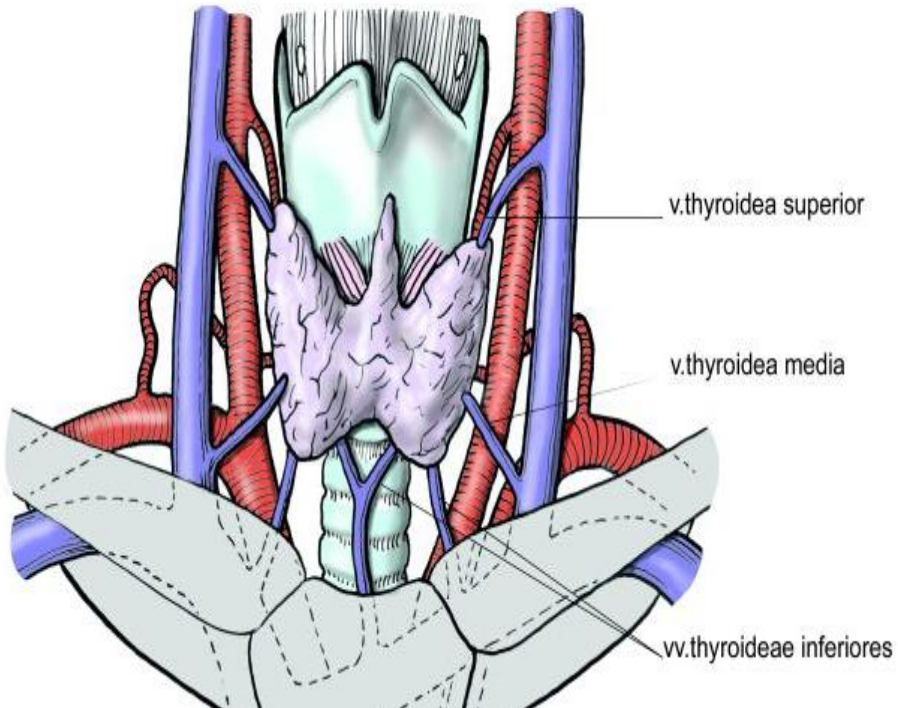
Štítná žláza – anatomie

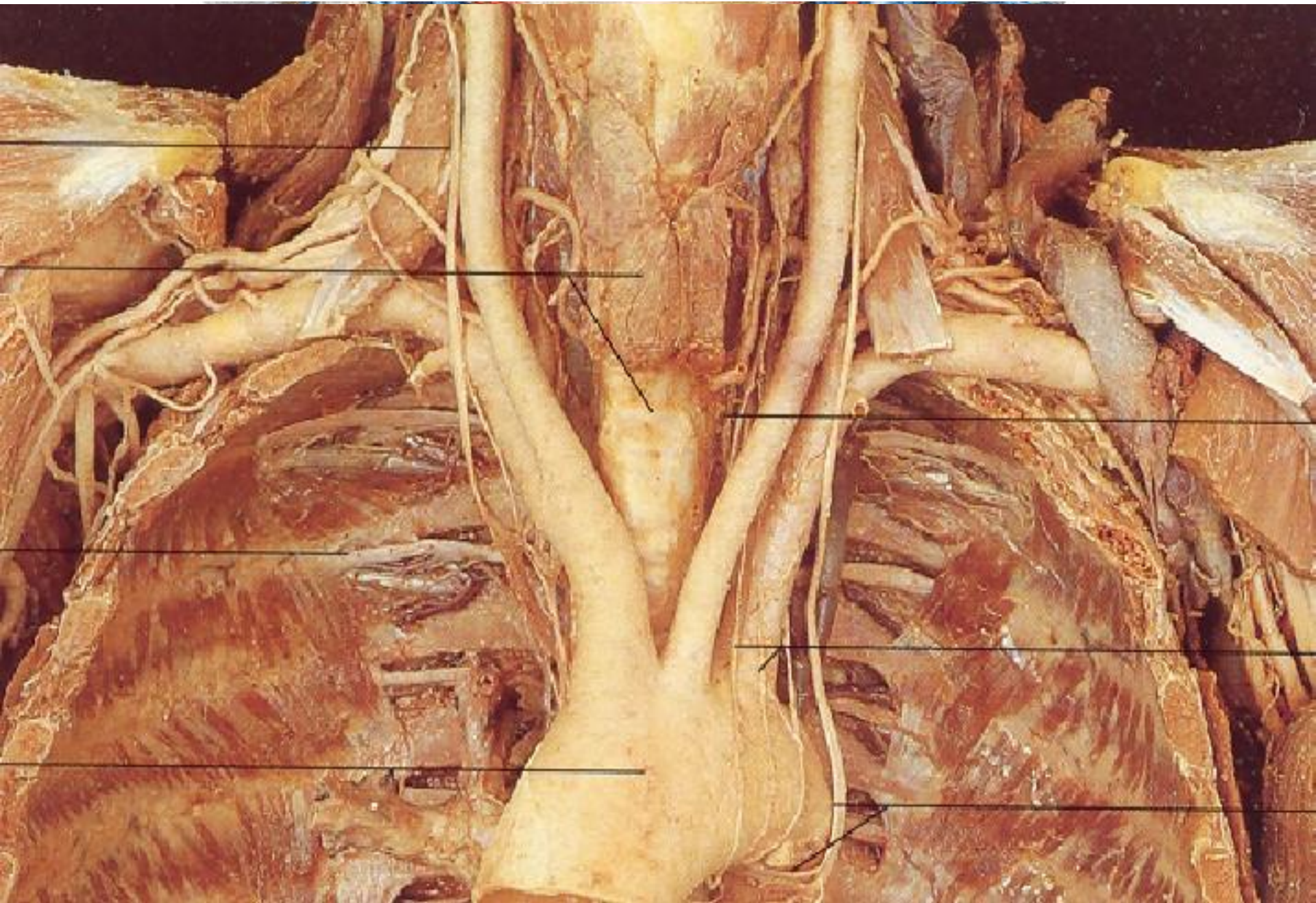
- **thyroxin T_4 , trijódothyronin T_3**
- **kalcitonin**
- capsula fibrosa – 2 vrstvy – stroma
 - septa (mezi lobuli)
- parenchyma
 - lobi →
 - lobuli →
 - folliculi (50–900 μm)



Štítná žláza – krevní cévy

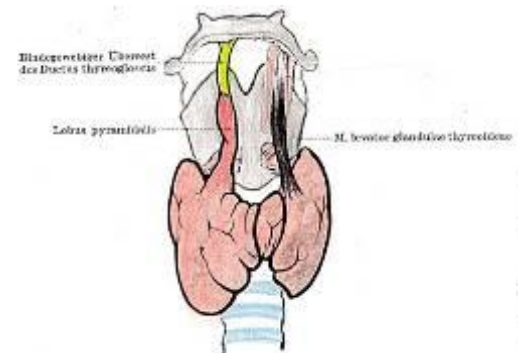
- a. thyroidea superior (← a. carotis externa)
- a. thyroidea inferior (← truncus thyrocervicalis)
 - **křížení s n. laryngeus recurrens**
- a. thyroidea ima *Neubaueri* (← arcus aortae)
 - 2%
- vv. thyroideae superiores
- vv. thyroideae mediae *Lichačevae-Kocheri* (50 %)
 - vv. jugularis interna
- vv. thyroideae inferiores → plexus thyroideus impar → v. brachiocephalica sinistra

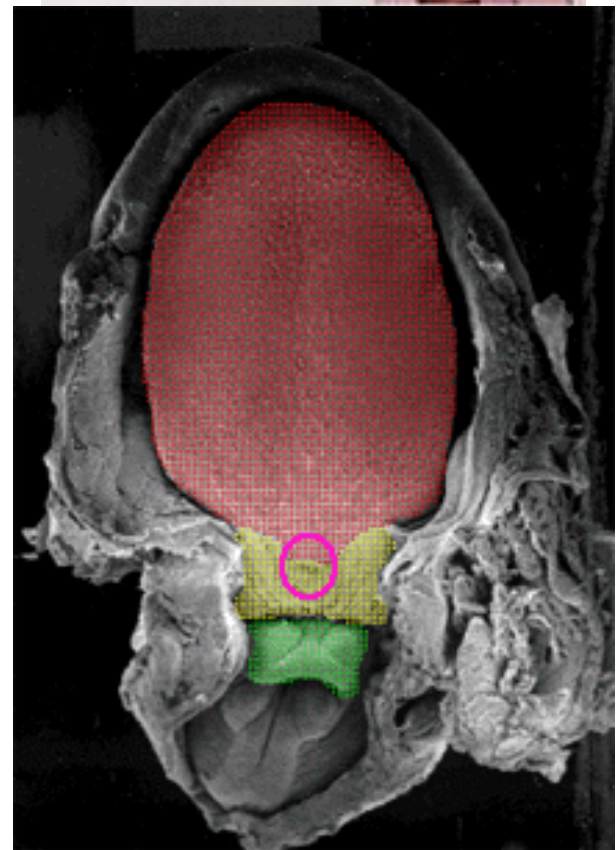
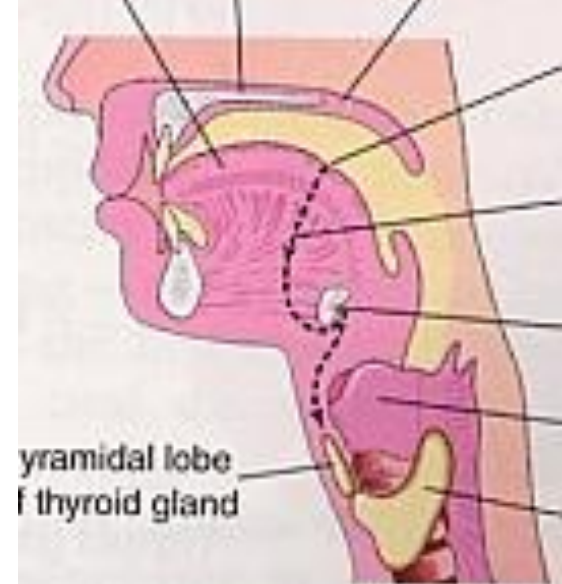
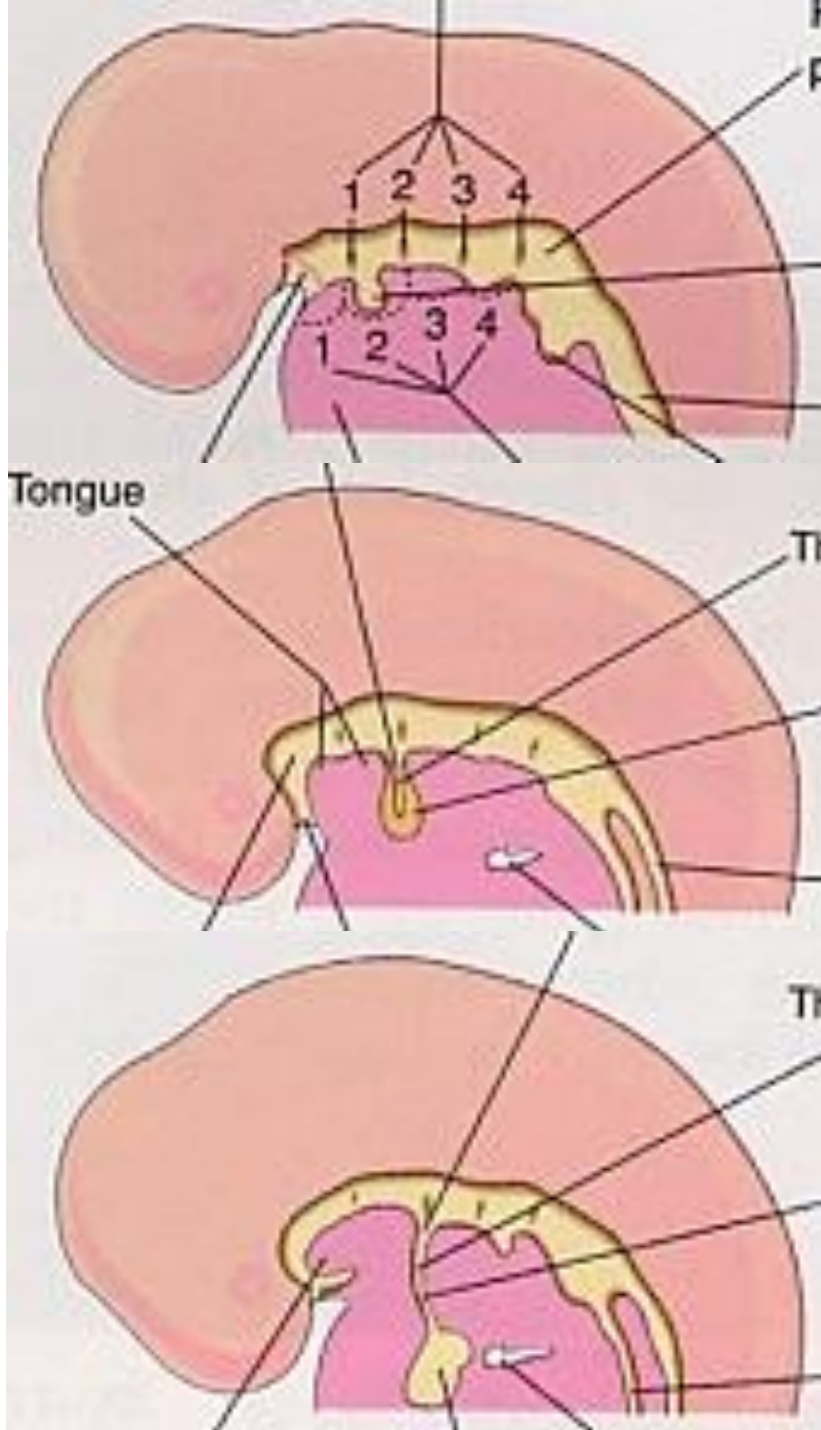


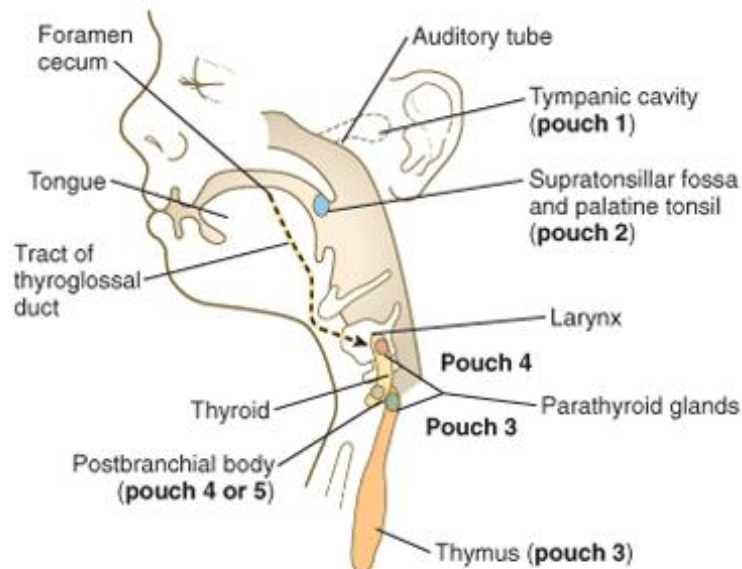
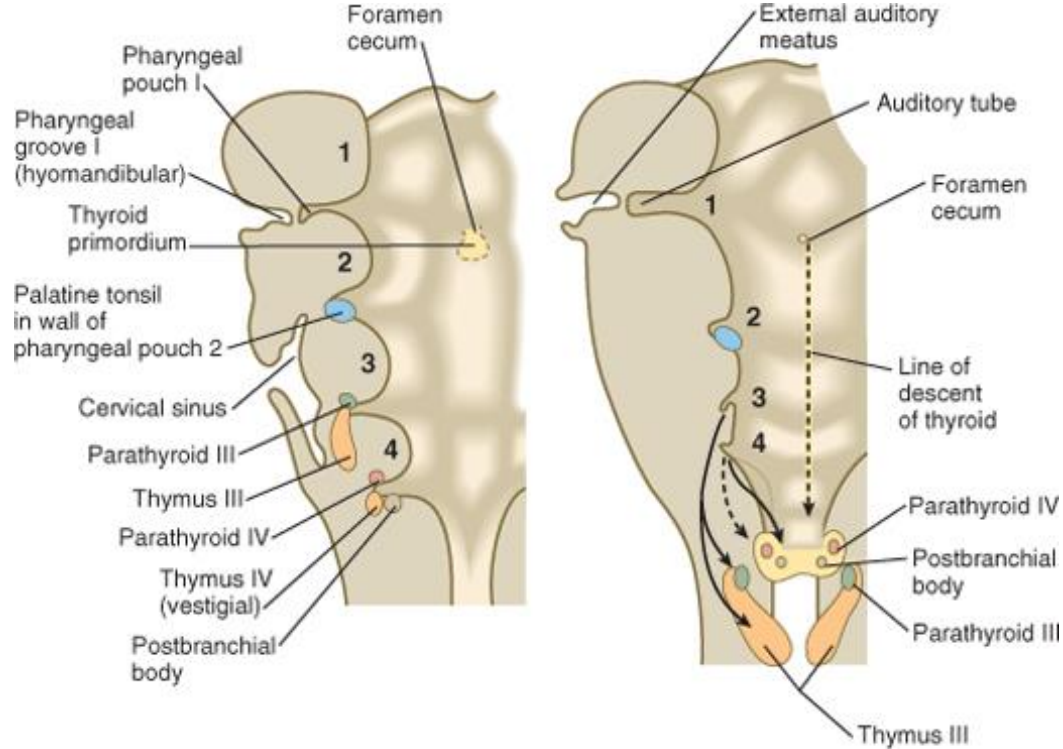


Štítná žláza – vývoj

- vývoj od 24. dne
- výchlípka endodermu primitivního hltanu
- relativní i absolutní sestup → *ductus thyroglossus*
- *foramen caecum*
- *gll. thyroideae accessoriae*
- vznik laloků
- *lobus pyramidalis*
- *ligamentum suspensorium gl. thyroideae* / *musculus levator glandulae thyroideae* (hladký)







Štítná žláza – histogeneze

- solidní endodermální struktura
- prorůstání okolního mezenchymu a cév
- vrůstání ultimofaryngeálních (ultimobranchiálních) tělísek
- 10. týden: rozdělení buněk do skupin
- jednoduchý epitel kolem průsvitu
- 11. týden: začíná tvorba koloidu

Štítná žláza – stavba

- pouzdro (*capsula fibrosa*)
- stróma
- septa (přepážky mezi lalůčky)
- lobus → lobulus → folliculus
- folikuly (50–900 μm)
 - kulovité
 - jednovrstevný epitel folikulárních buněk
 - obsahuje *colloidum* (koloid) – tyroglobulin
- folikulární buňky (*thyrocytus T*)
- parafolikulární buňky (*thyrocytus C*)

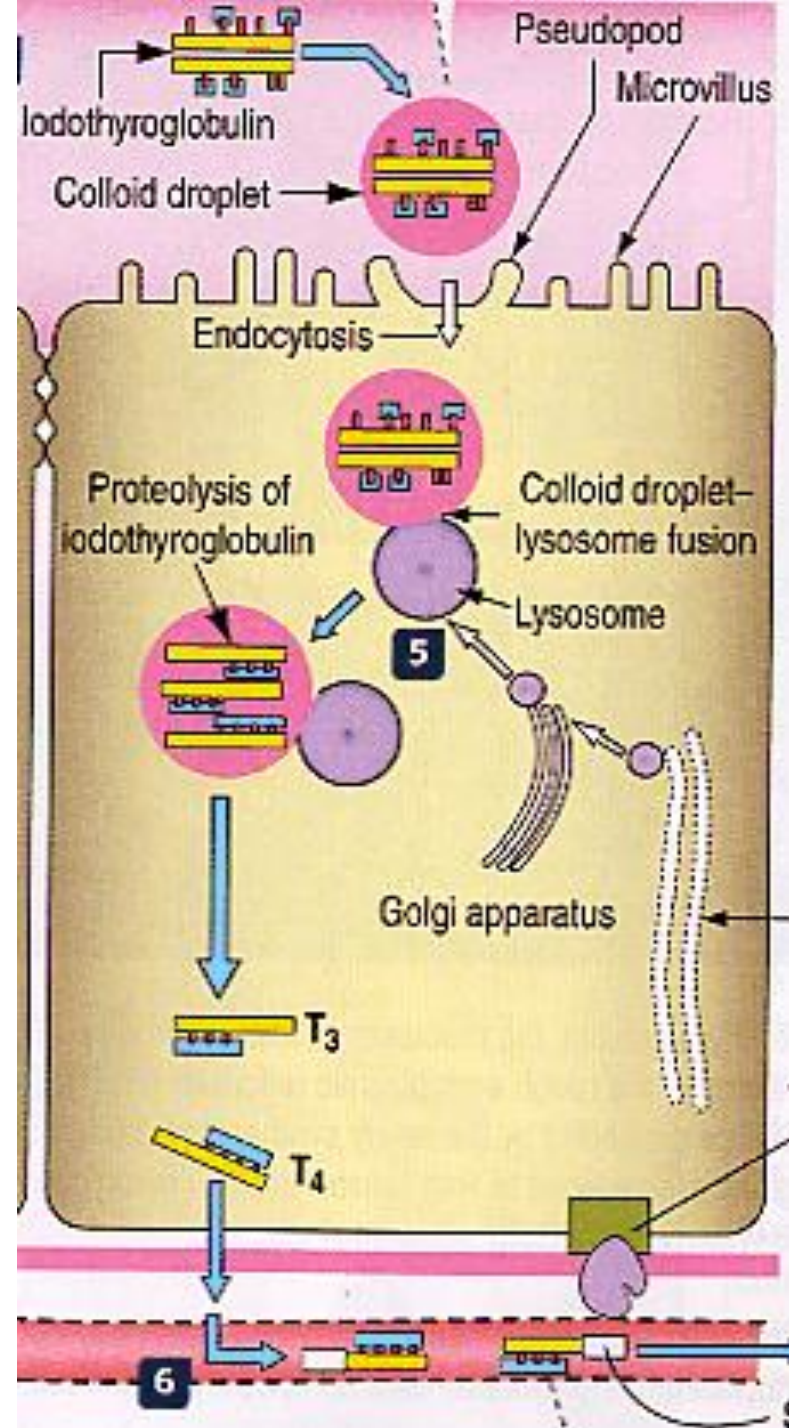
Folikulární buňky (*Thyrocytus T*)

- kulovité jádro
- hojné gER (bazálně) a mitochondrie
- četné lyzozómy

- tyroglobulin, vyštěpení T_4 a T_3

Syntéza hormonů štítné žlázy

- 1. jodidová pumpa pomocí ATP přečerpává jód z krve do koloidu
- 2. a 3. syntéza tyroglobulinu a peroxidázy, uložení v jednom sekrečním vakuolu a jejich uvolnění do koloidu exocytózou
- 4. jodizace tyroglobulinu pomocí peroxidázy v koloidu a vznik jódtyroglobulinu
- endocytóza jódtyroglobulinu
- 5. splynutí primárního lyzozómu s tímto vakuolem
- proteolýza jódtyroglobulinu na T₃, T₄ a další fragmenty
- uvolnění T₃ a T₄ do oběhu
- 6. navázání na transportní plazmatický protein



Parafolikulární buňky (*Thyrocytus C*)

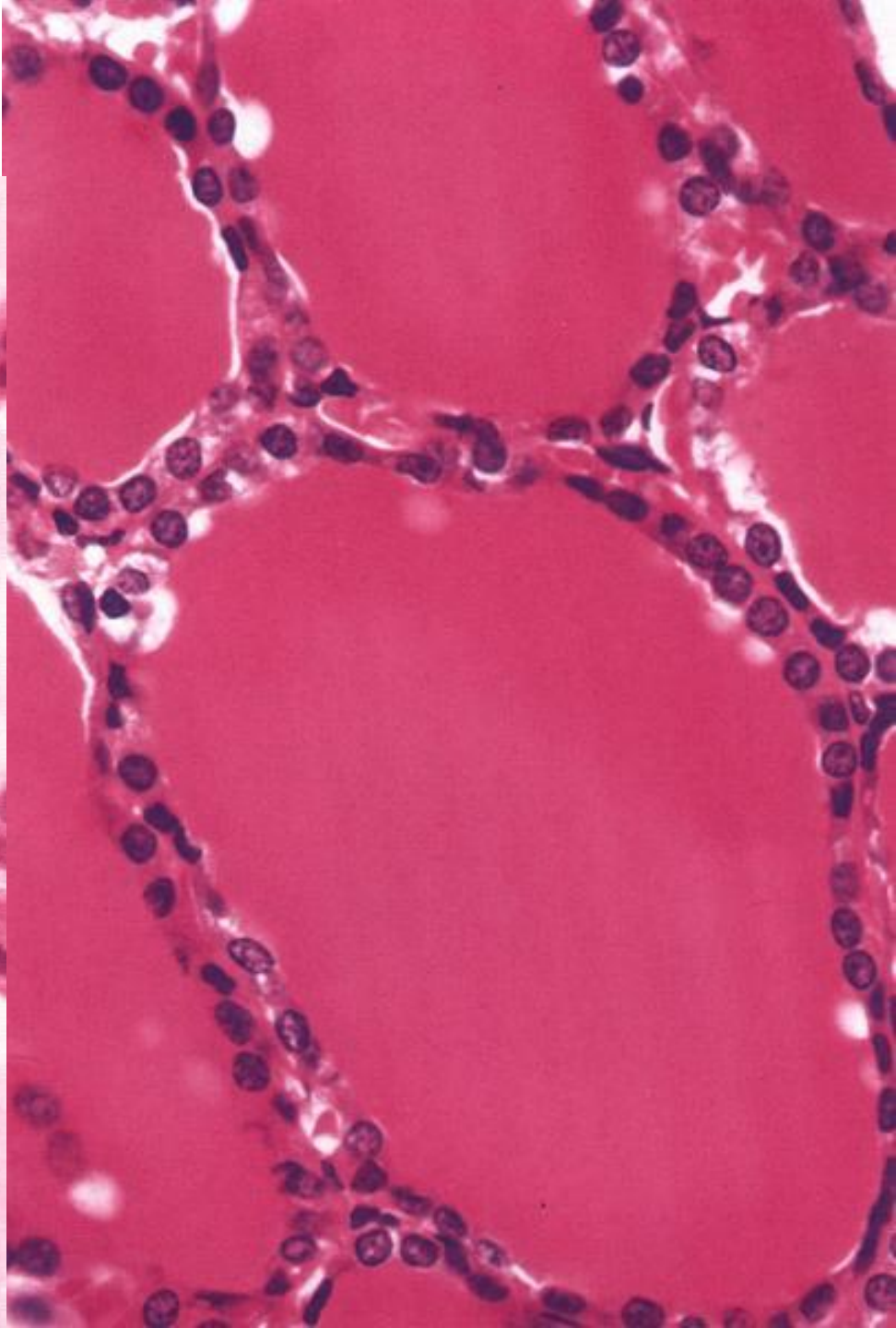
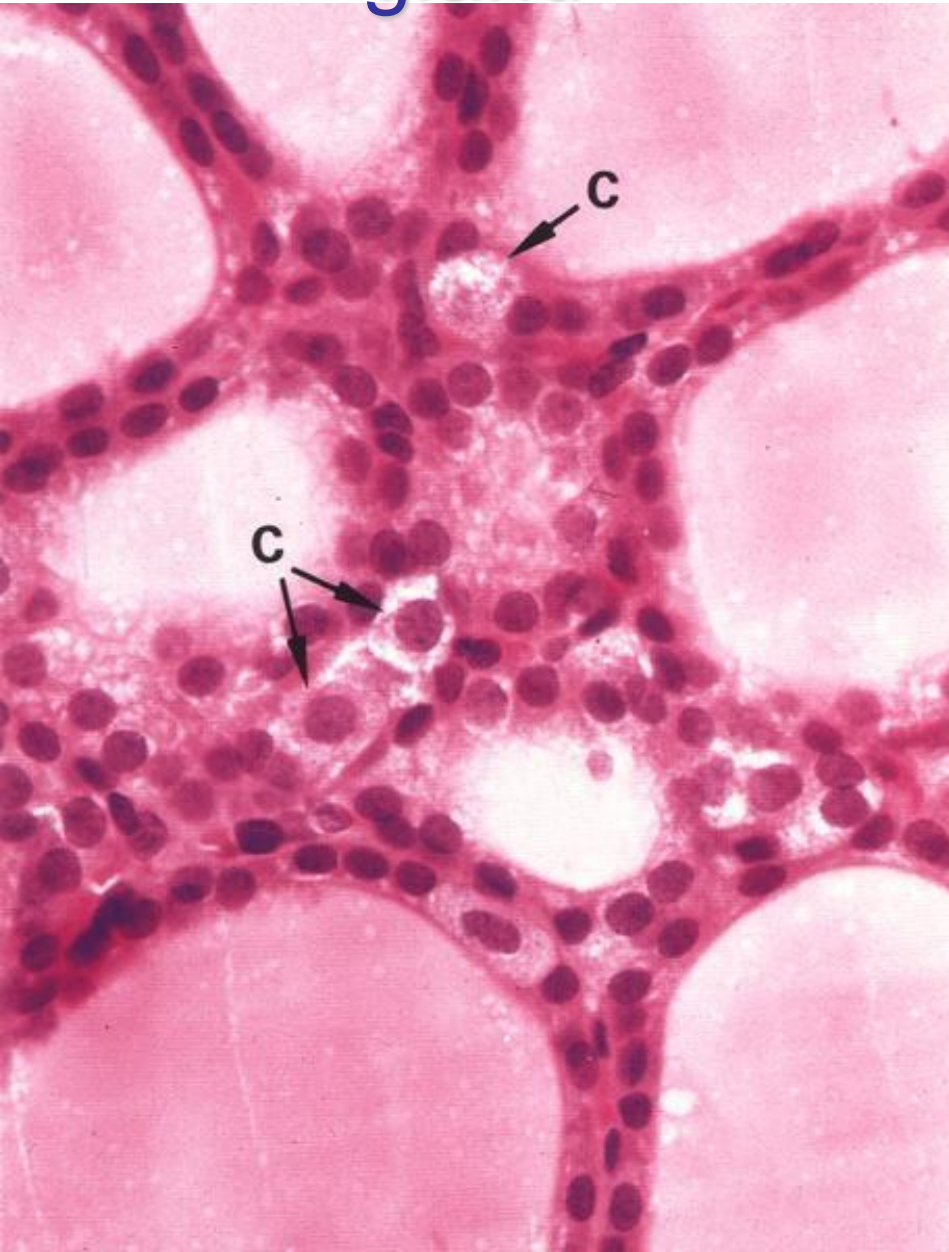
- C-buňky
- deriváty neurální lišty z ultimofaryngového tělíska
- leží mezi folikuly (jednotlivě, skupinky)
- větší, světlejší
- hojné gER i GA, MIT
- granula: kulovitá, temná
- tvorba a střežení **kalцитoninu**

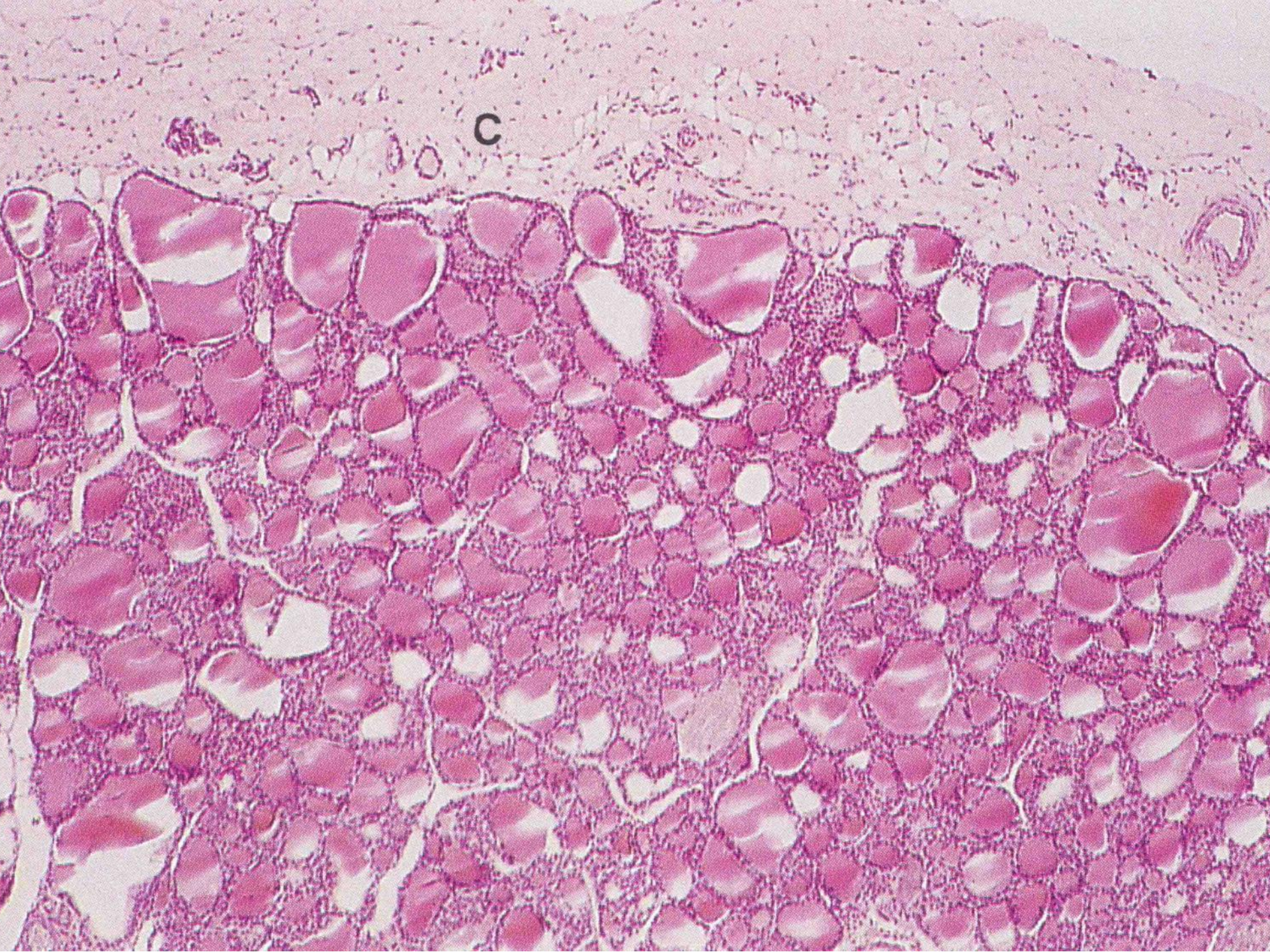
Kalcitonin

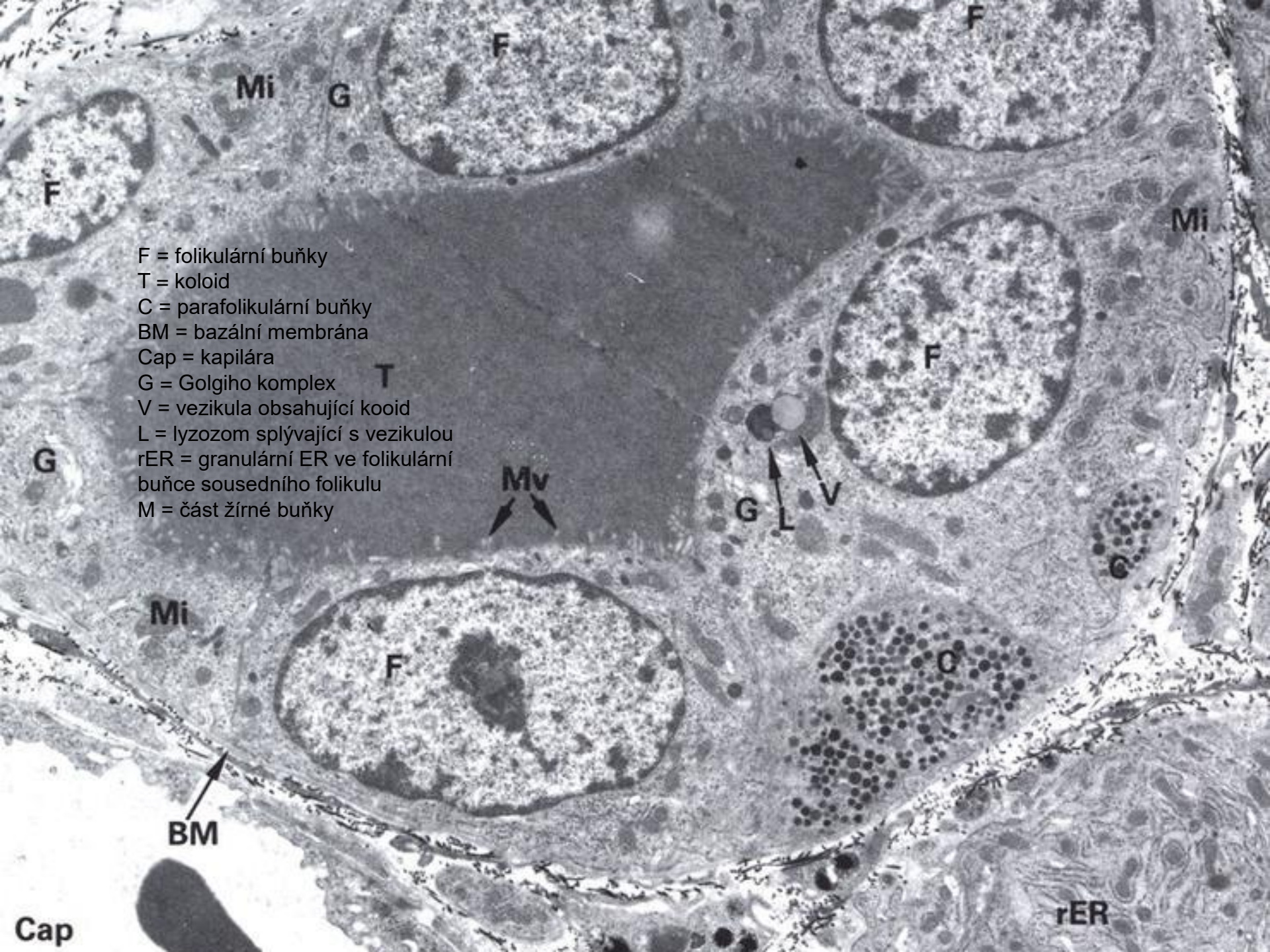
- snižuje hladinu vápníku v krvi (Ca^{2+})
- antagonist parathormonu

- inhibuje absorpci Ca^{2+} ve střevech
- inhibuje aktivitu osteoklastů v kostech
- inhibuje reabsorpci Ca^{2+} v ledvinových tubulech

Follicles of thyroid gland







F = folikulární buňky

T = koloid

C = parafolikulární buňky

BM = bazální membrána

Cap = kapilára

G = Golgiho komplex

V = vezikula obsahující kooid

L = lyzozom splývající s vezikulou

rER = granulární ER ve folikulární buňce sousedního folikulu

M = část žírné buňky

Cap

BM

Mi

G

F

Mi

G

F

F

Mi

F

T

Mv

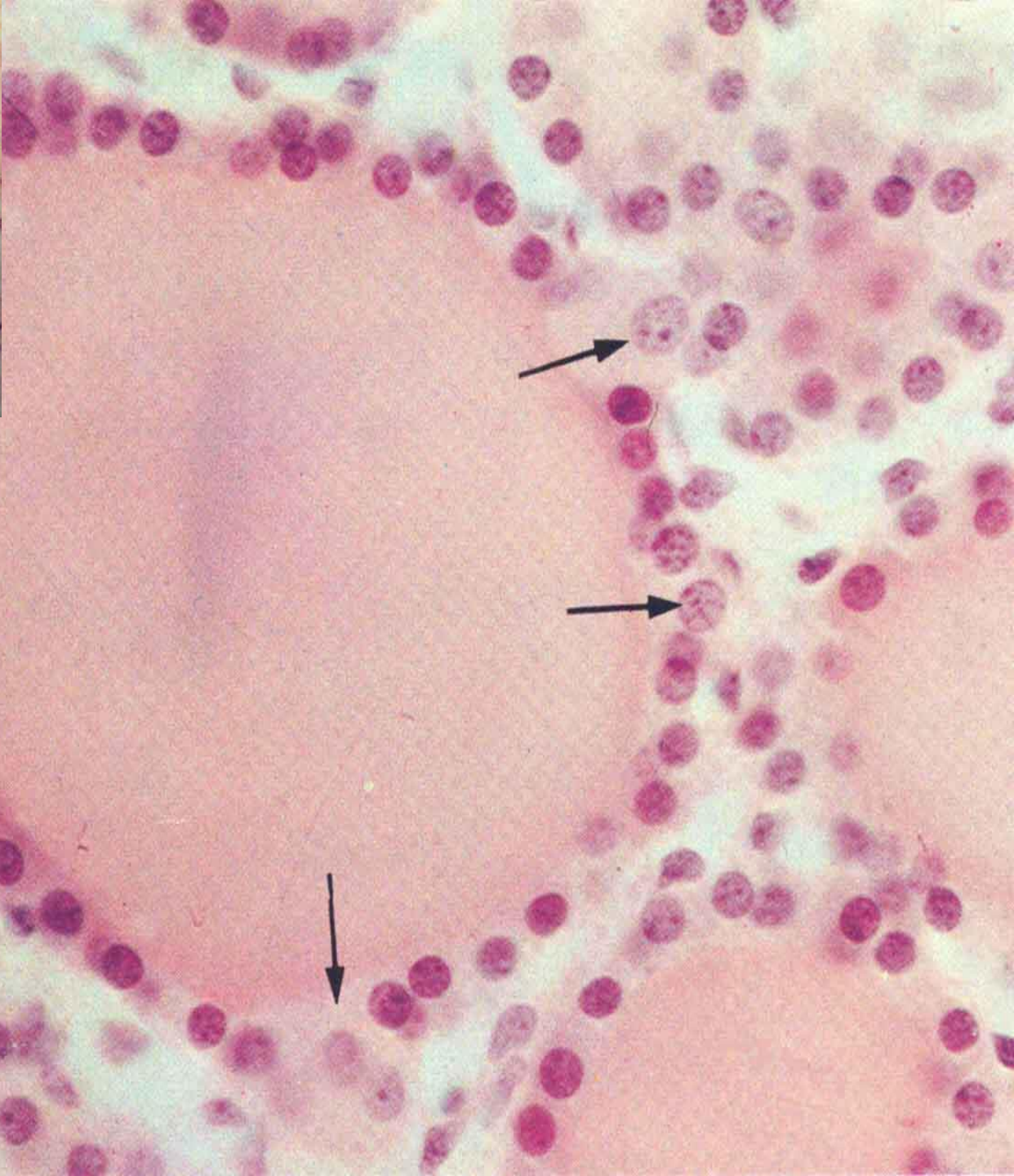
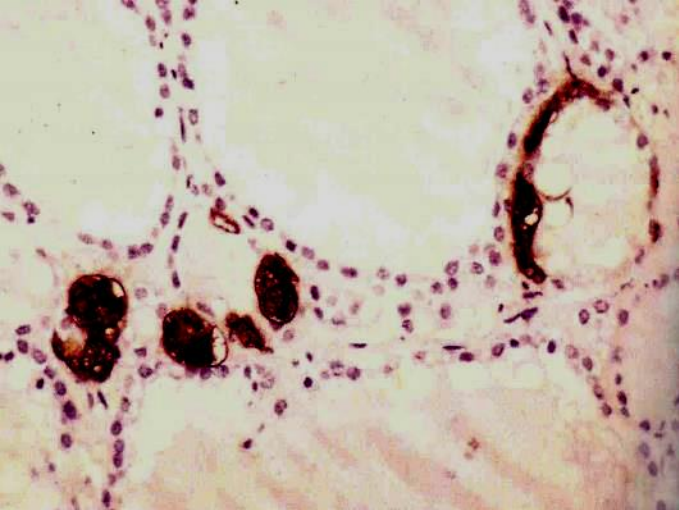
G

L

V

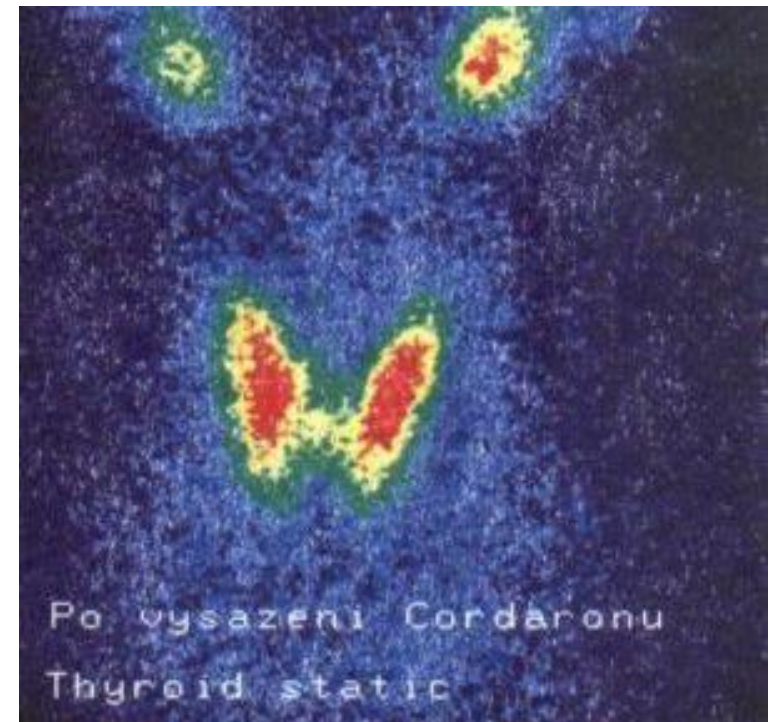
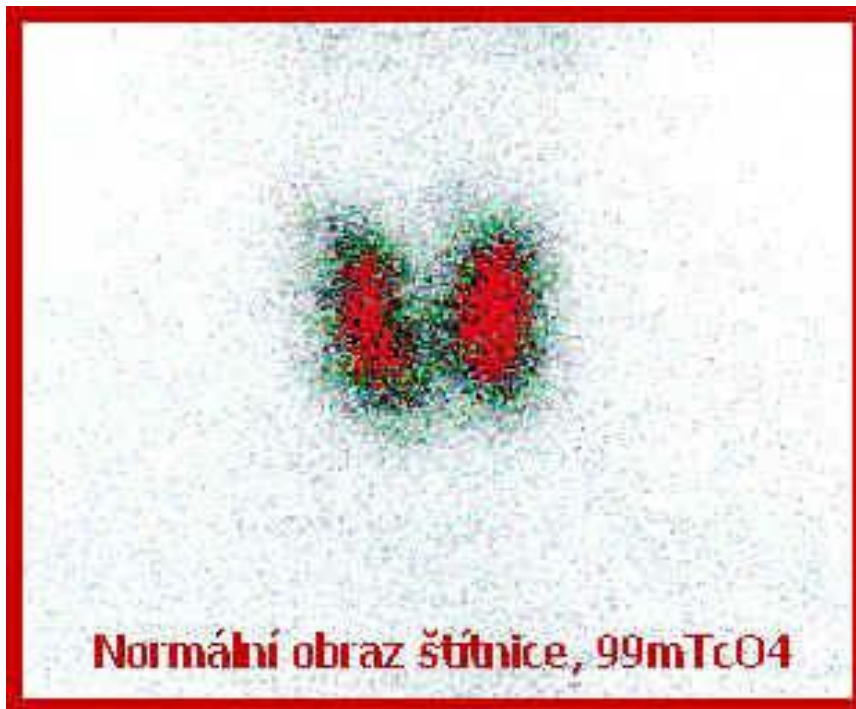
C

rER



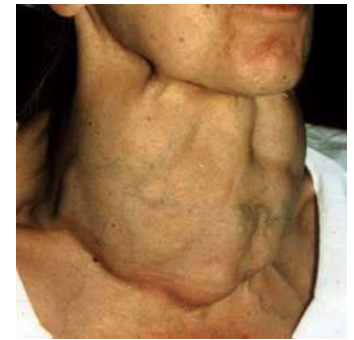
Štítná žláza – vyšetření

- ultrazvuk
- scintigrafie s radioaktivním jódem 131



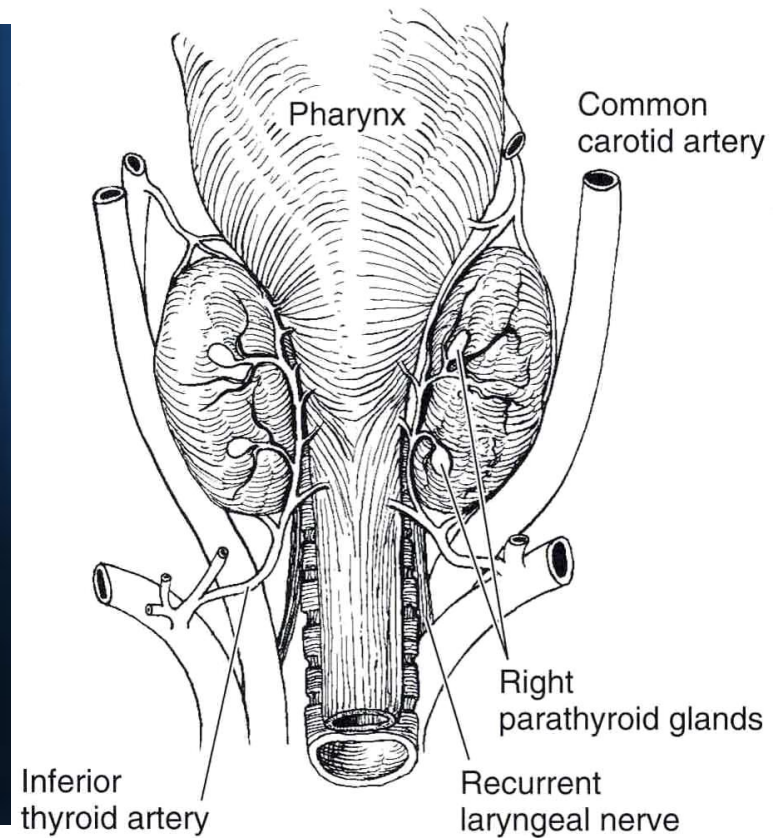
Štítná žláza – nemoci

- méně než 10 μg jódu denně → struma z nedostatku jódu
- hypotyreoidizmus
 - kretenizmus (*děti*) – screening novorozenců
 - myxedém (*dospělí*)
 - autoimunitní – Hashimotova struma
- hypertyreoidizmus (tyreotoxikóza)
 - autoimunitní – exoftalmická struma = Gravesova-Basedowova choroba



Příštítná tělíska

Glandulae parathyroideae

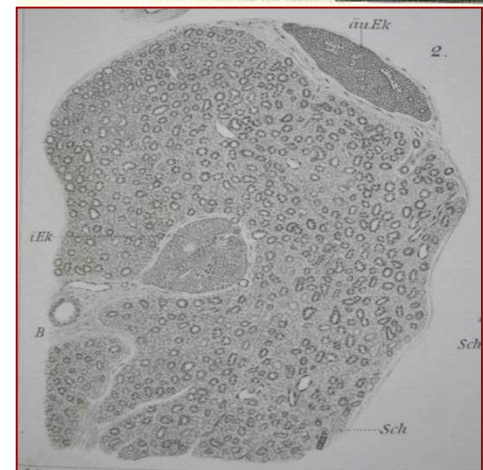
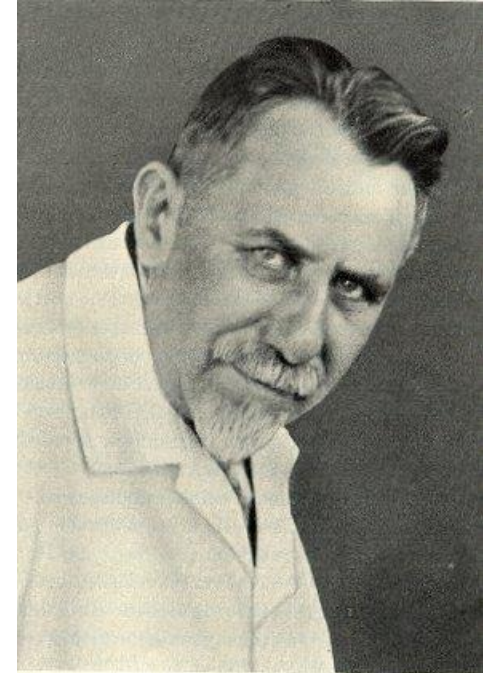


Příštítná tělíska – historie

- 1880 – I. V. Sandström – první popis

Alfred Kohn (1867–1959)

- nezávislý orgán
- nezávislý na funkci štítné žlázy (1895)
- nezávislý vývoj (1898)
- jeho odstranění vede k tetanu
- také zavedl a definoval pojmy "chromafinní tkáň" a "paraganglia" a určil jejich spojení se sympatickým systémem a jejich endokrinní funkcí

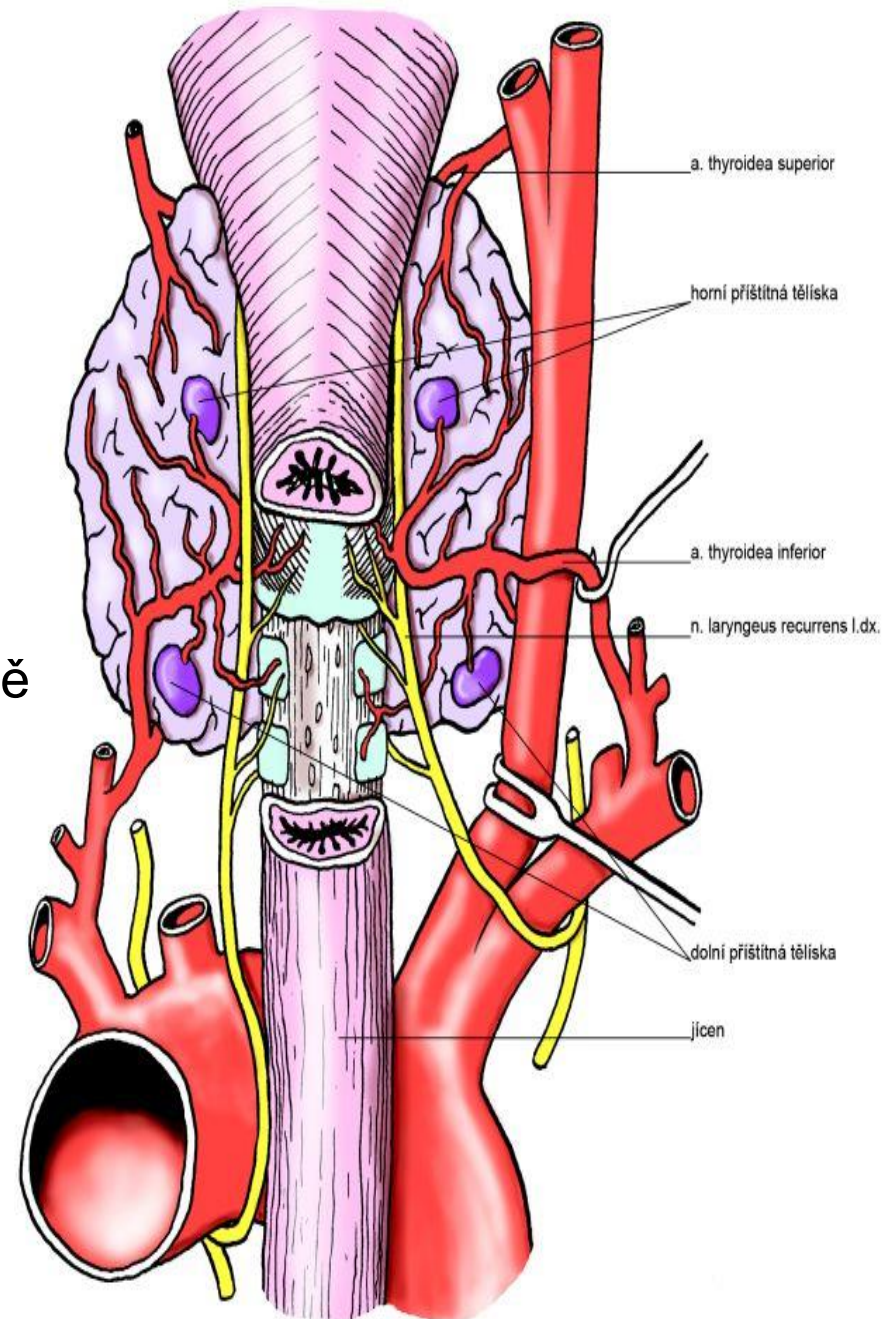


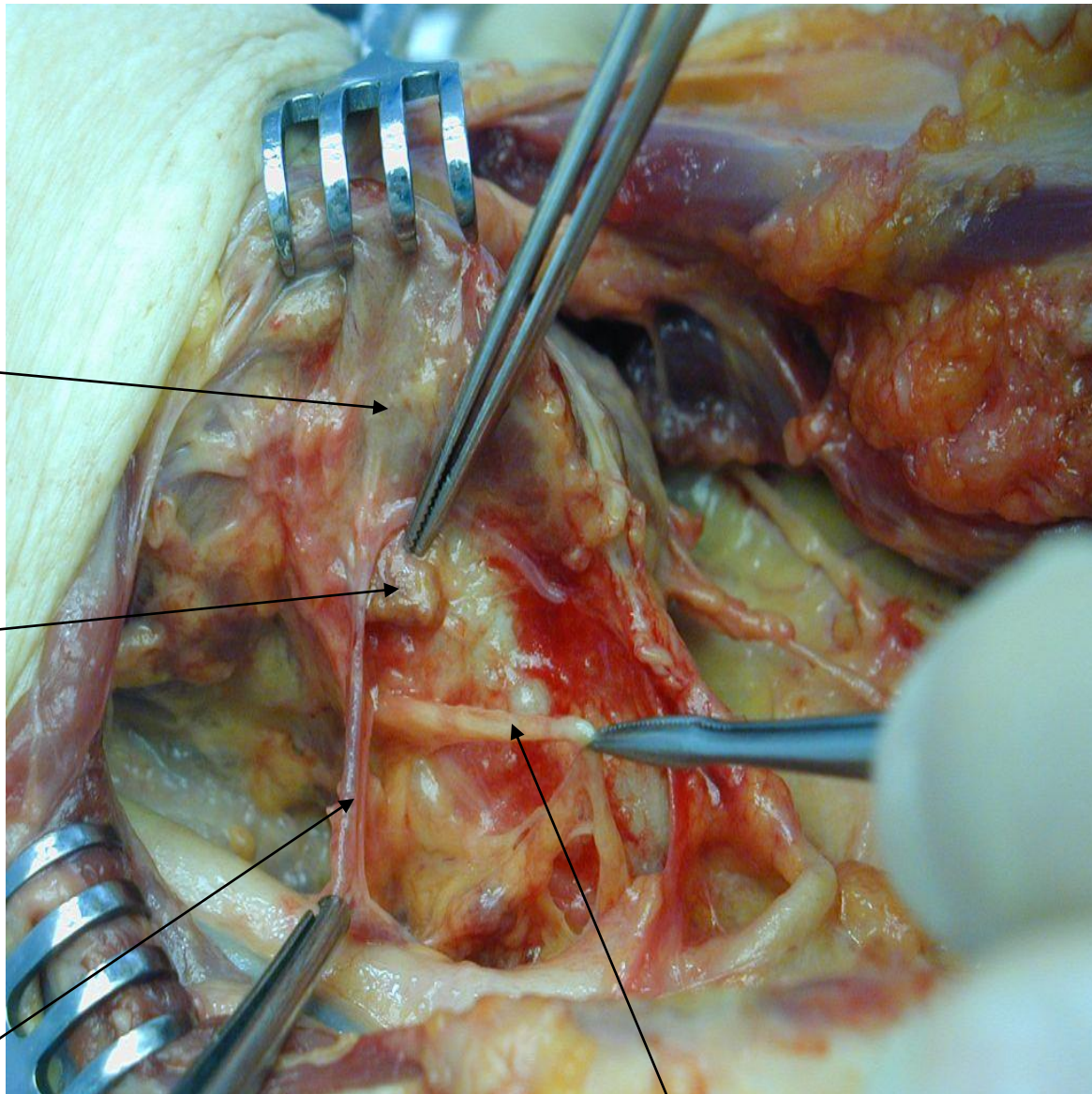
**The Nomination Database for the Nobel Prize
in Physiology or Medicine – 1930, 1932**

Name:	Alfred Kohn
Profession/Category:	Prof. histology
University:	Prague
City:	Prague - CZ
Motivation:	Work on the parathyroid gland and chromaphine tissue.
Nominator:	E. Starckenstein
Profession/Category:	Prof. pharmacology
University:	Prague - CZ
Evaluation:	Yes
Evaluators :	
Name:	Gösta Häggqvist - yes
Name:	Hans Gertz - yes

Příštitná tělíska

- *glandula parathyroidea superior et inferior*
- 2 páry malých kulovitých struktur na zadní straně laloků štítné žlázy
- 3 x 4 mm, 25-40 mg
- horní – nad křížením ATI a NLR
- dolní – pod křížením, obvykle ventrálně od NLR
- větve z a. thyroidea inferior
- variabilita: 1-12 žláz
 - 80-85 % – 4 žlázy
 - 10 % – 2-3 žlázy
 - 5 % – 5 žláz
 - 0,2 % – 6 žláz
- stranová symetrie:
 - horní 80 %
 - dolní 70 %





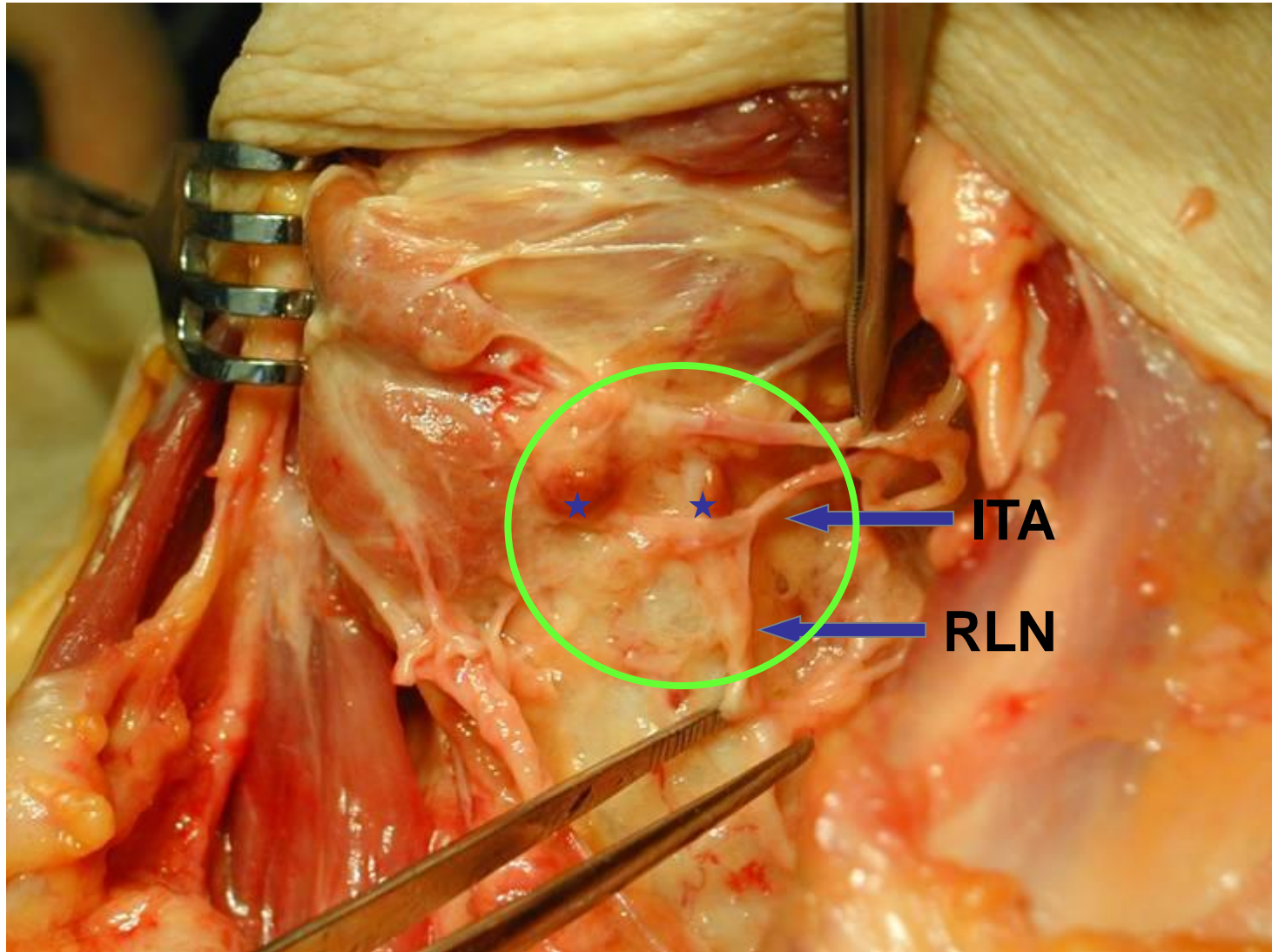
**glandula
thyroidea**

**glandula
parathyroidea**

a. thyroidea inferior

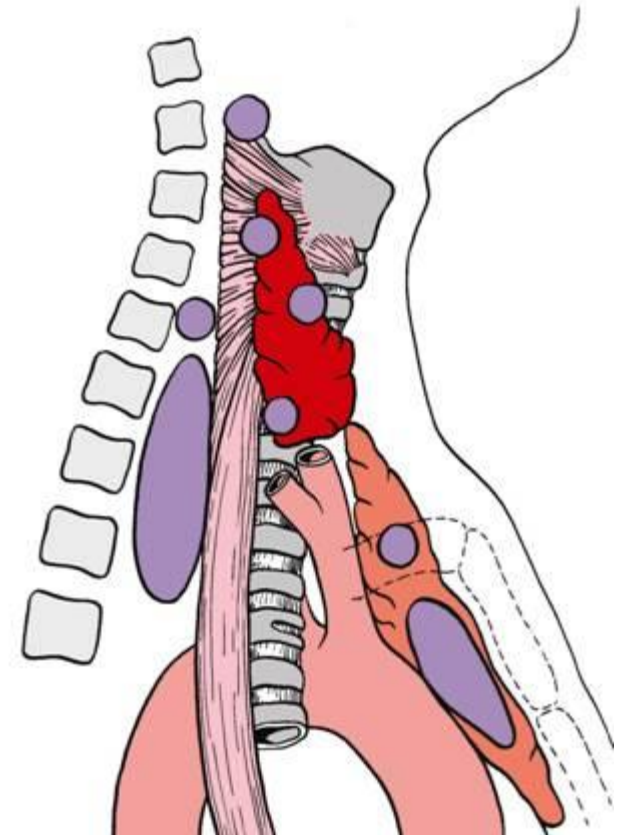
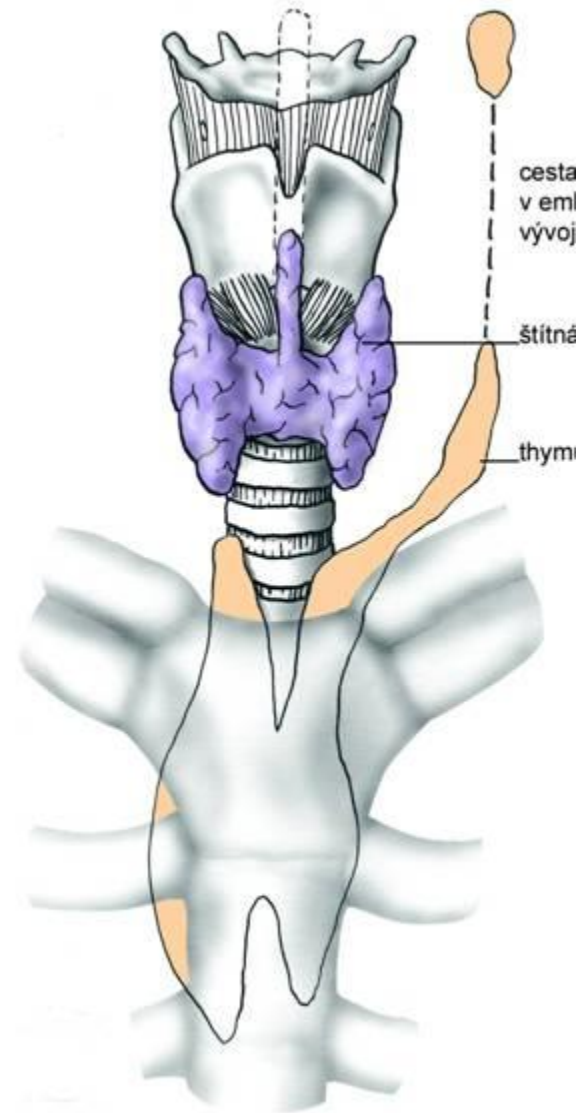
n. laryngeus recurrens

Nejčastější poloha příštítného tělíska



Variabilita umístění příštítných tělísek

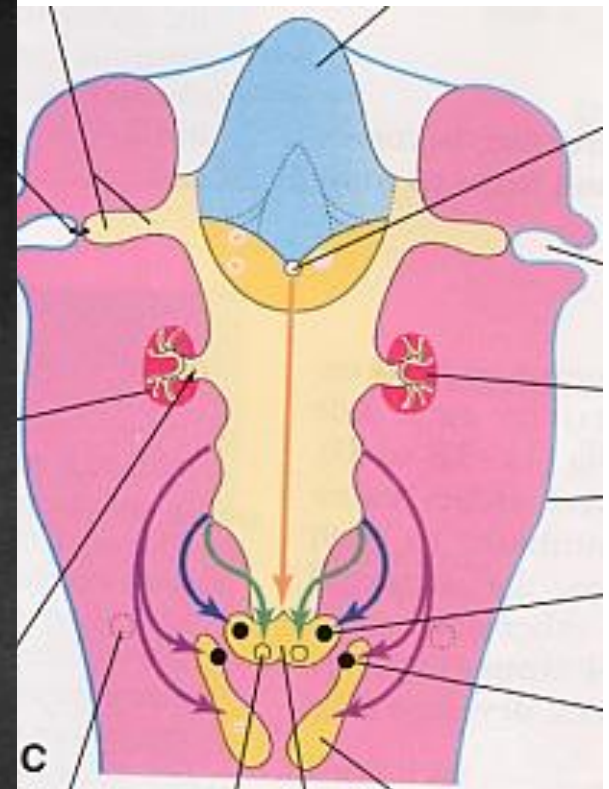
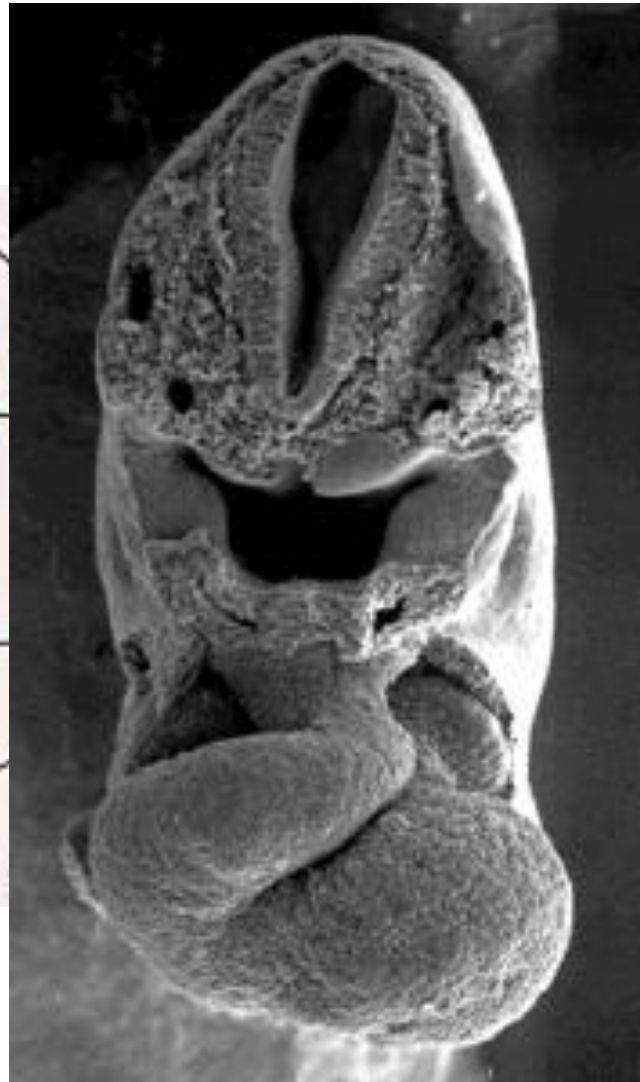
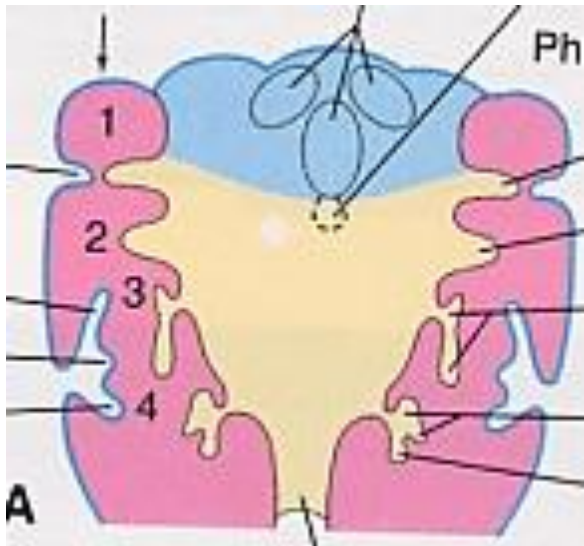
- uvnitř parenchymu štítné žlázy
- uvnitř pouzdra štítné žlázy
- mimo
 - za hltanem
 - za jícnem
 - uvnitř krčního výběžku brzlíku
 - v mezihrudí



Příštítná tělíska – vývoj

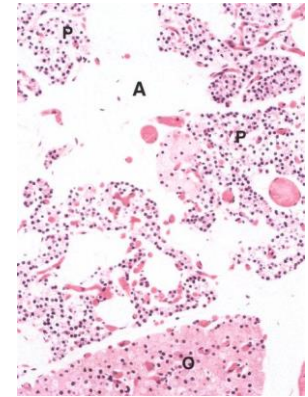
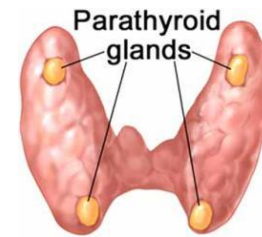
- dorzální části III. a IV. žaberní výchlípky
- 5. týden: proliferace endodermu, ztráta průsvitu
- vrůstání cév z mezenchymu
- hlavní buňky: fetální metabolismus vápníku
- oxyfilní buňky: vznik až v asi 7. roce života

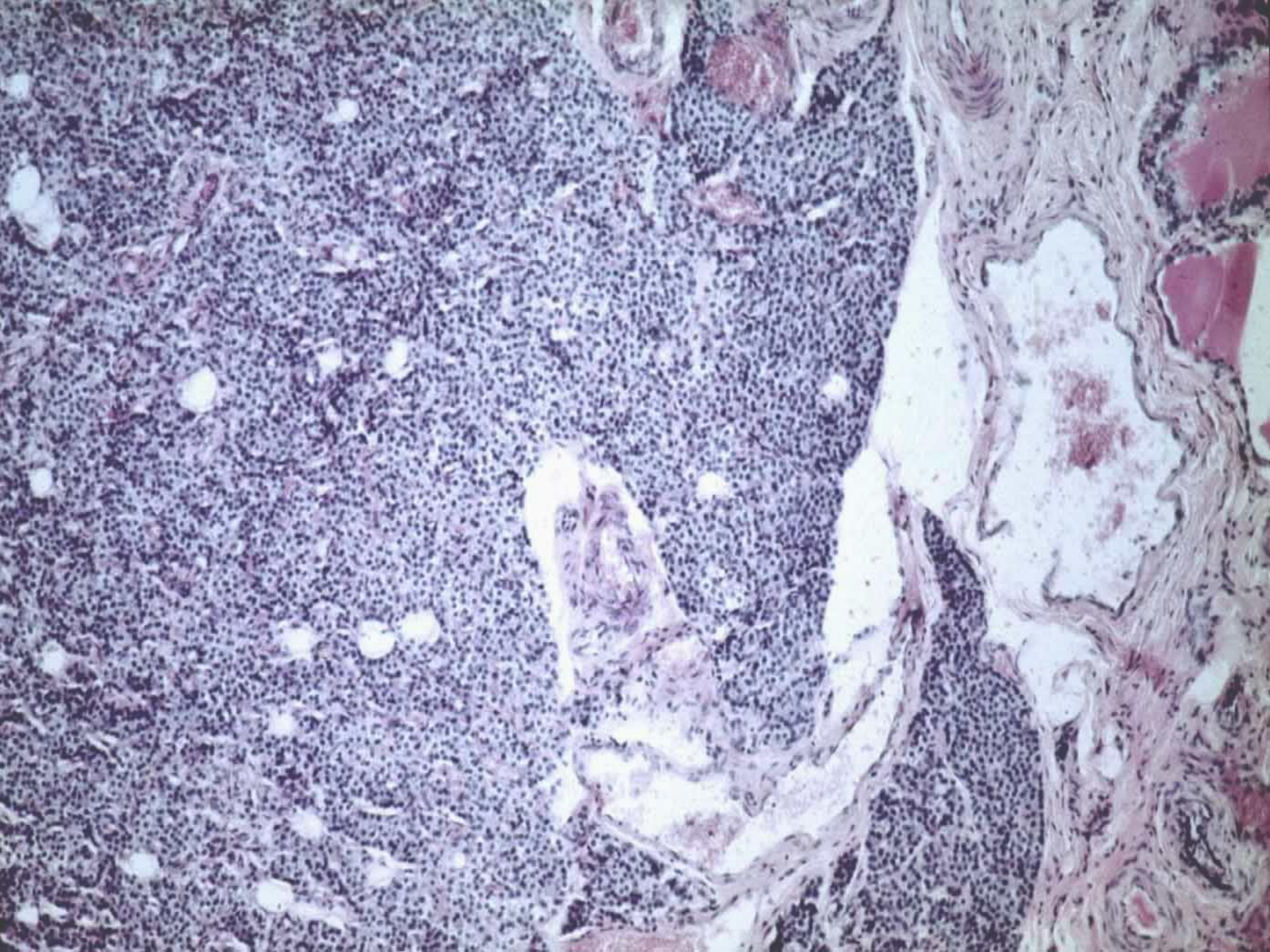
Příštítná tělíska – vývoj



Příštítná tělíska – stavba

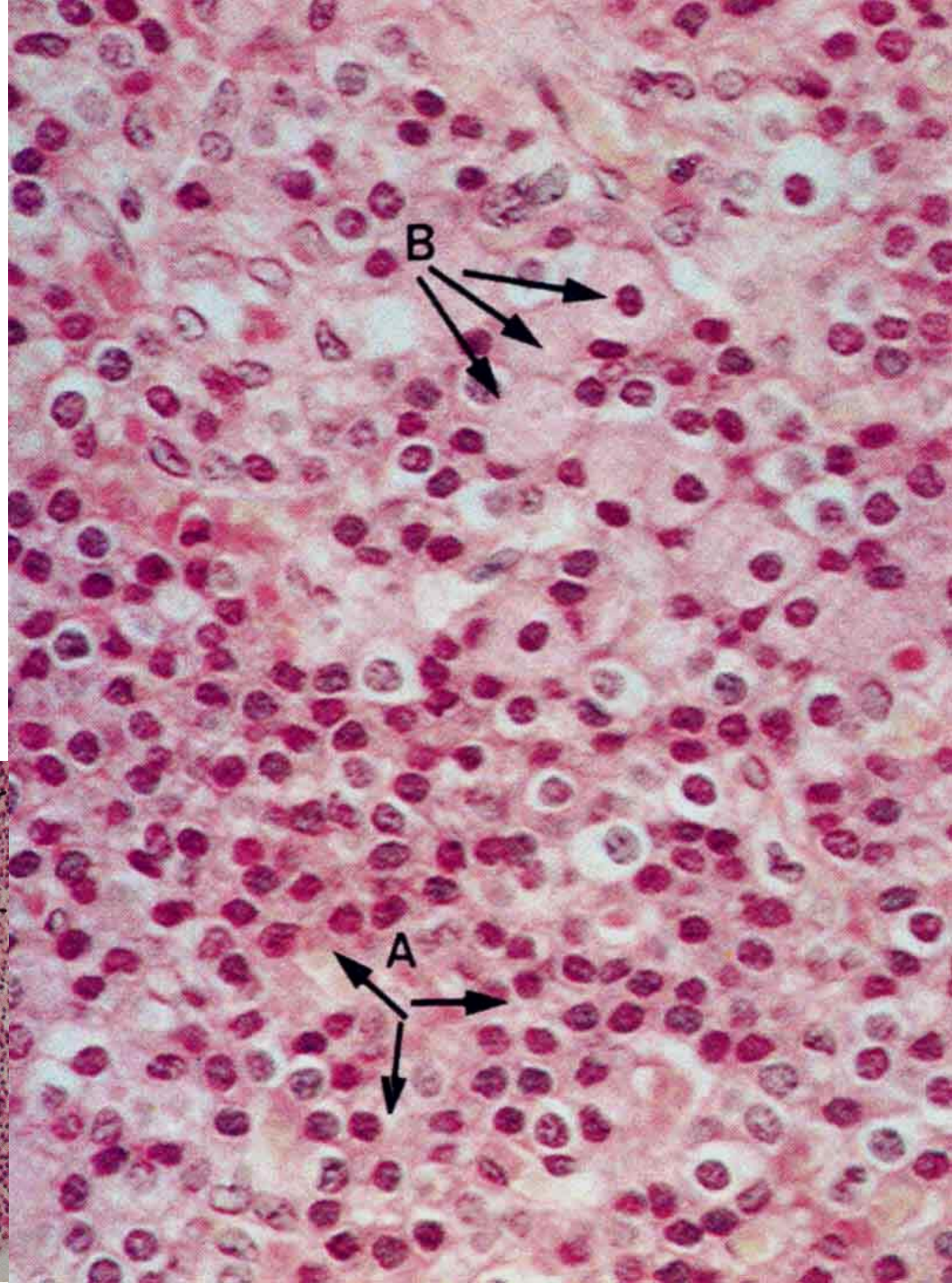
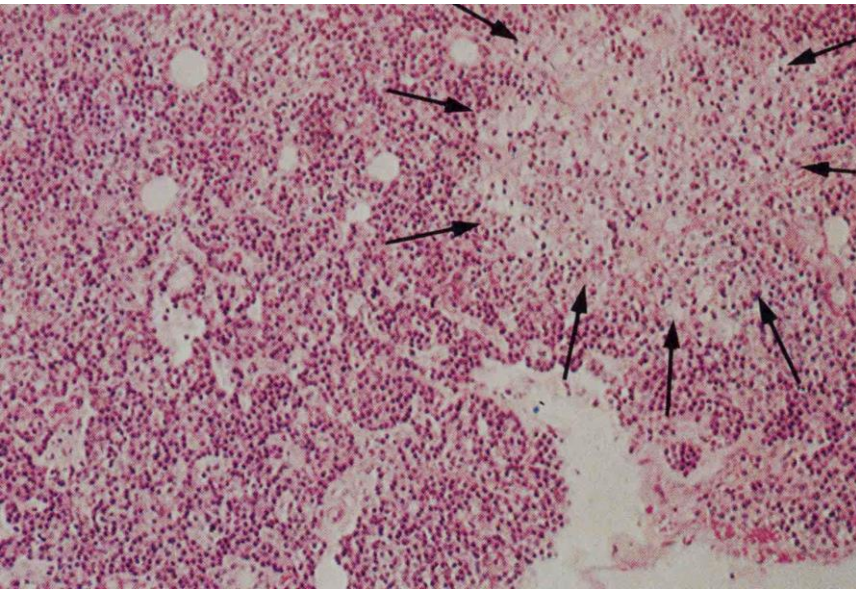
- ovlivňují metabolismus kostí
- **parathormon (PTH)**
- capsula + septa
- parenchyma se dělí do provazců
- hlavní buňky (*parathyrocytus endocrinus*)
 - poměrně velké buňky (4-8 μm)
 - světlá cytoplazma, granula obsahující PTH
- oxyfilní buňky (*parathyrocytus oxyphilicus*)
 - zřídka, větší
 - cytoplazma tmavší, bez granul, hodně MIT
 - funkce nejasná





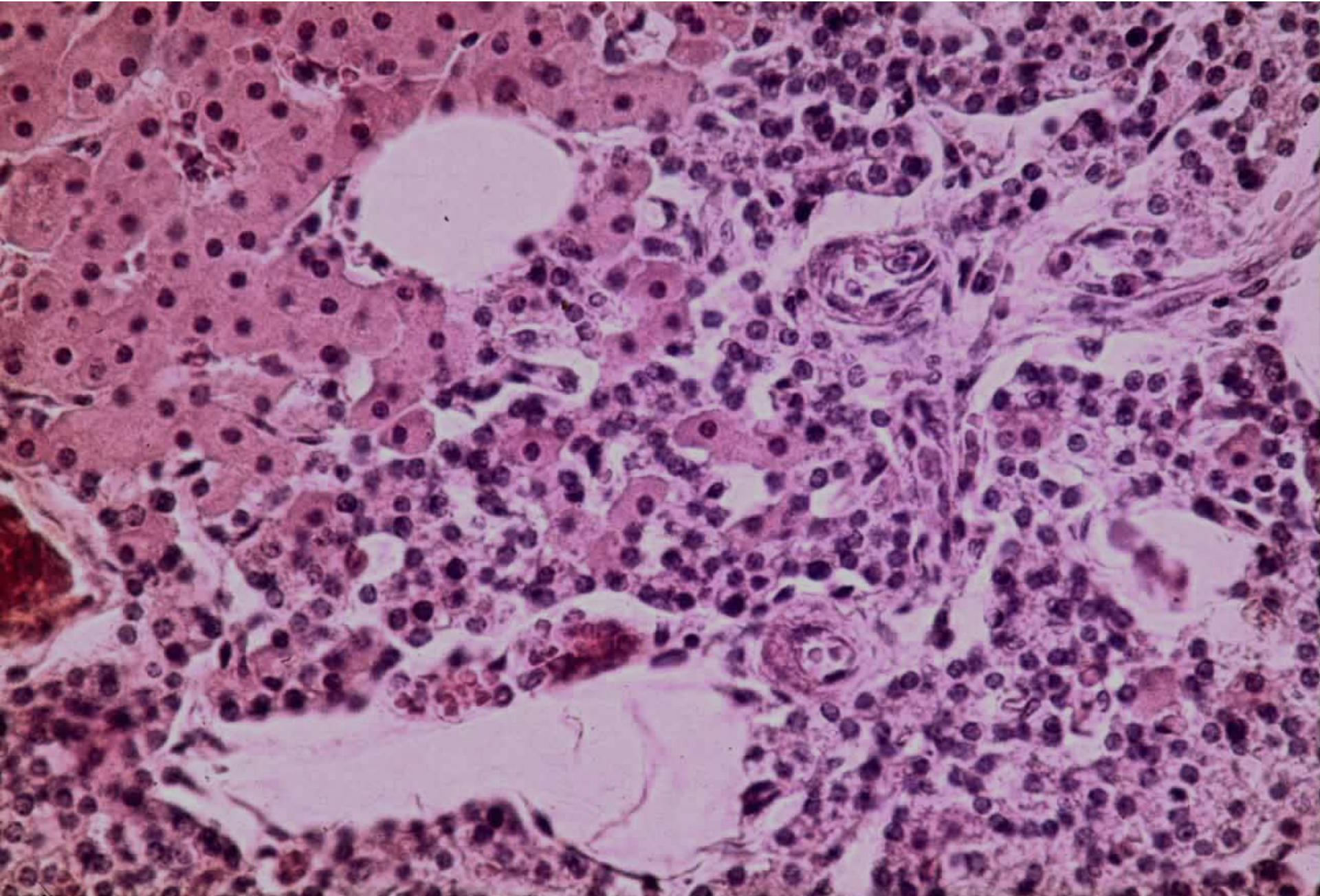
Příštitná tělíska – stavba

A = hlavní buňky
B = oxyfilní buňky



oxyfilní buňky

hlavní buňky



Parathormon (PTH)

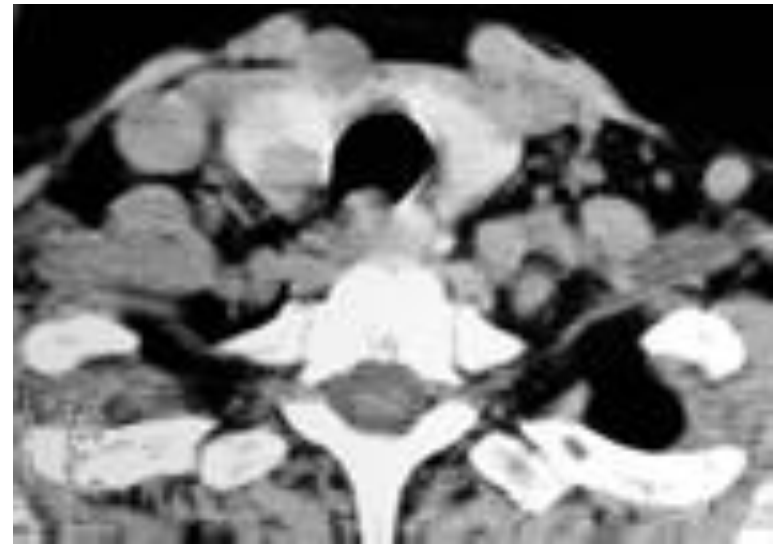
- zvyšuje hladinu vápníku v krvi (Ca^{2+})
- antagonist kalcitoninu
- zvyšuje absorpci Ca^{2+} ve střevech
- stimuluje aktivitu osteoklastů v kostech
- zvyšuje reabsorpci Ca^{2+} ledvinovými tubuly

Příštítná tělíska nemoci

- hyperparatyroidizmus
 - **primární** (adenom)

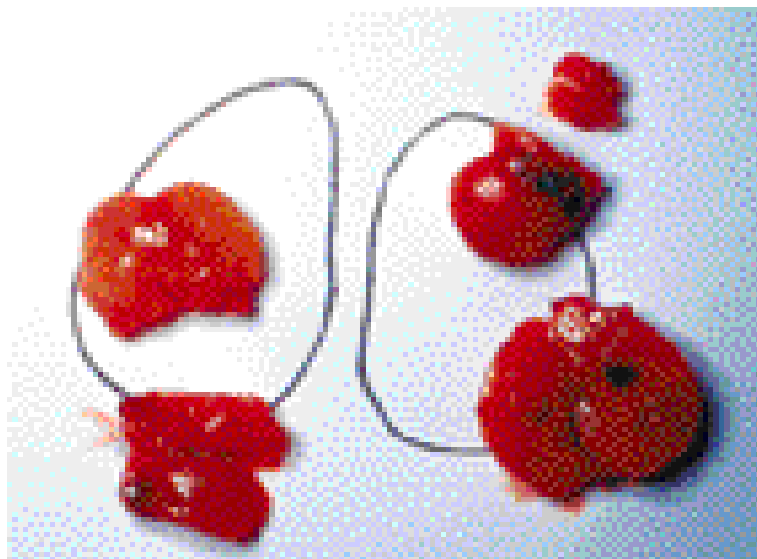
- patologické kalcifikace tkání (z hyperkalcémie)
- Recklinghausenova kostní osteodystrofie (zlomeniny)
- nefrolitiáza

- sekundární (reaktivní hyperplázie PT při hypokalcémii u chorob ledvin)
- terciární (pokud přetrvá po úspěšné transplantaci ledvin)



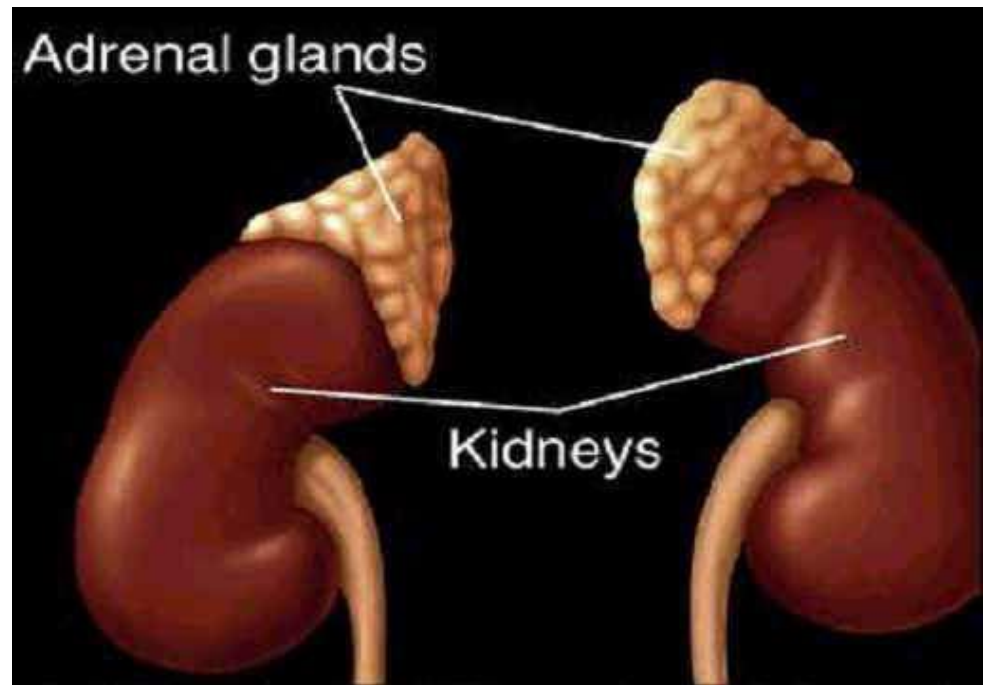
Příštítná tělíska – nemoci

- hypoparatyroidizmus
 - tetanie
 - iatrogenní po odstranění PT při nádoru
 - transplantace tělíska podkožně na předloktí
- vyšetření – nukleární medicína



Nadledviny (*Glandula suprarenalis*)

- na úrovni obratlů T11-12
- váha 6-12 g



Nadleviny (*Glandula suprarenalis*)

„dvojitá žláza“ – dvě různé tkáně – kůra a dřeň

- kůra (cortex)

 – **mineralokortikoidy** – aldosteron

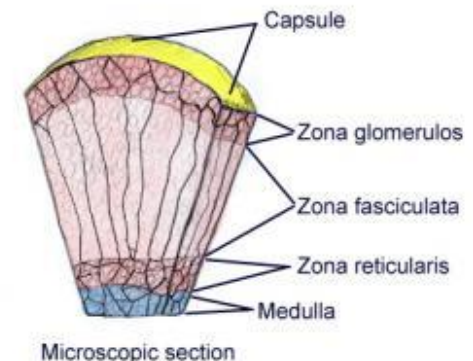
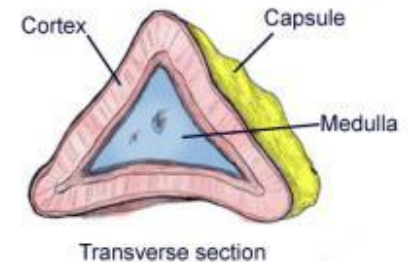
 – **glukokortikoidy** – kortizol, kortikosteron

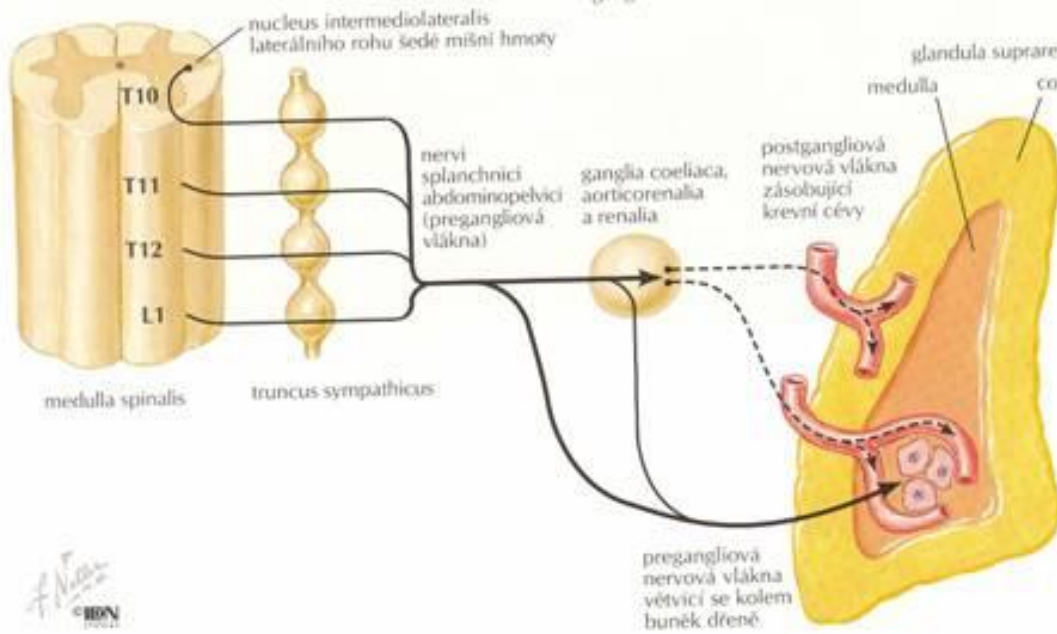
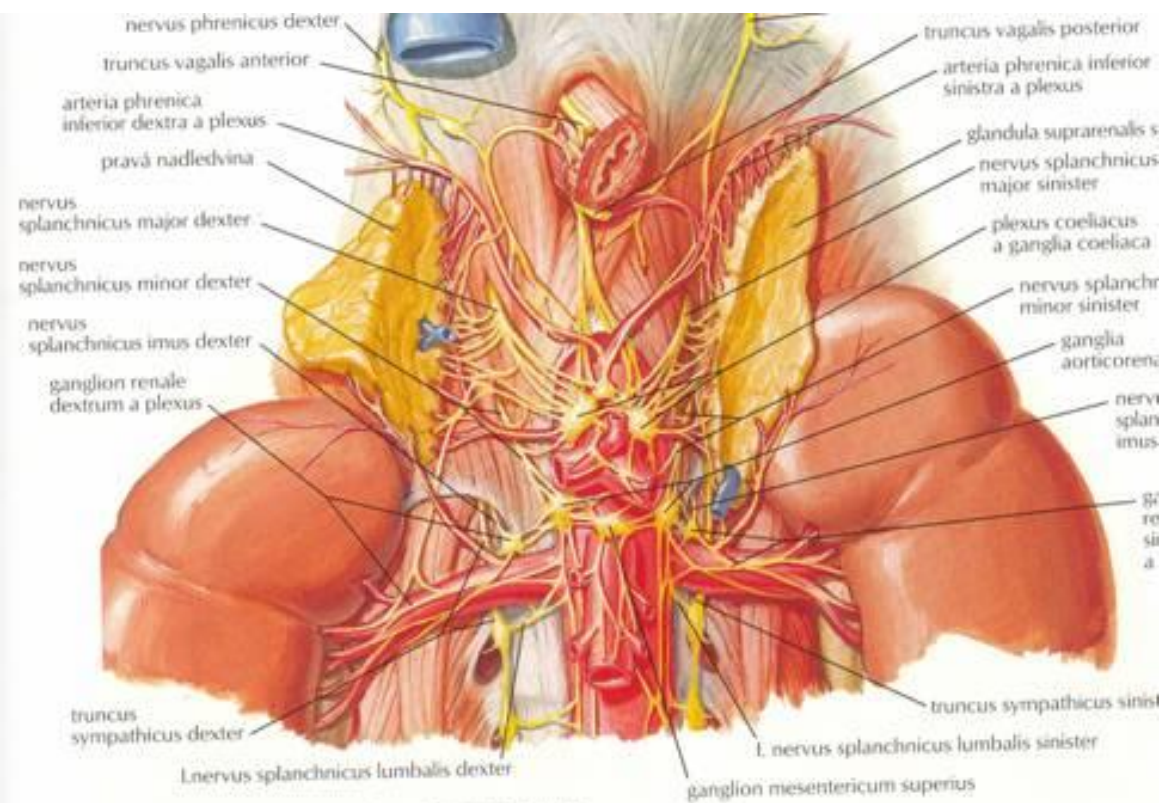
– **androgeny** –

 DEAS=dihydroepiandrosteron

- dřeň (medulla)

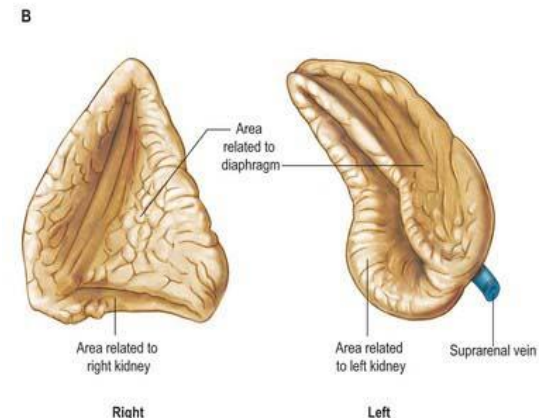
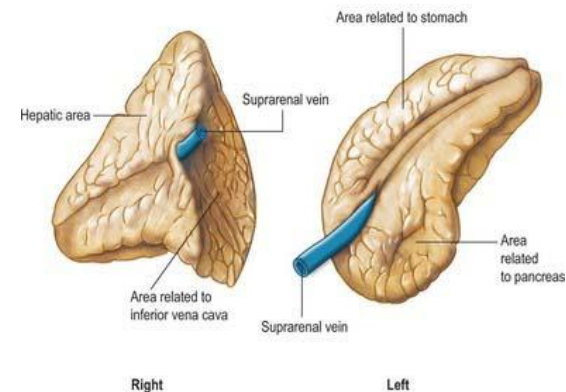
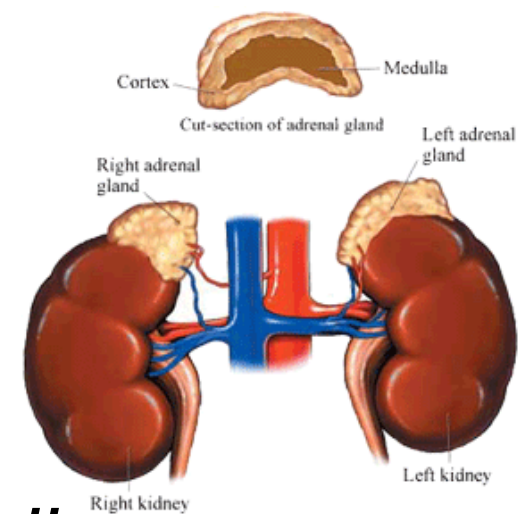
 **katecholaminy** – adrenalin, noradrenalin

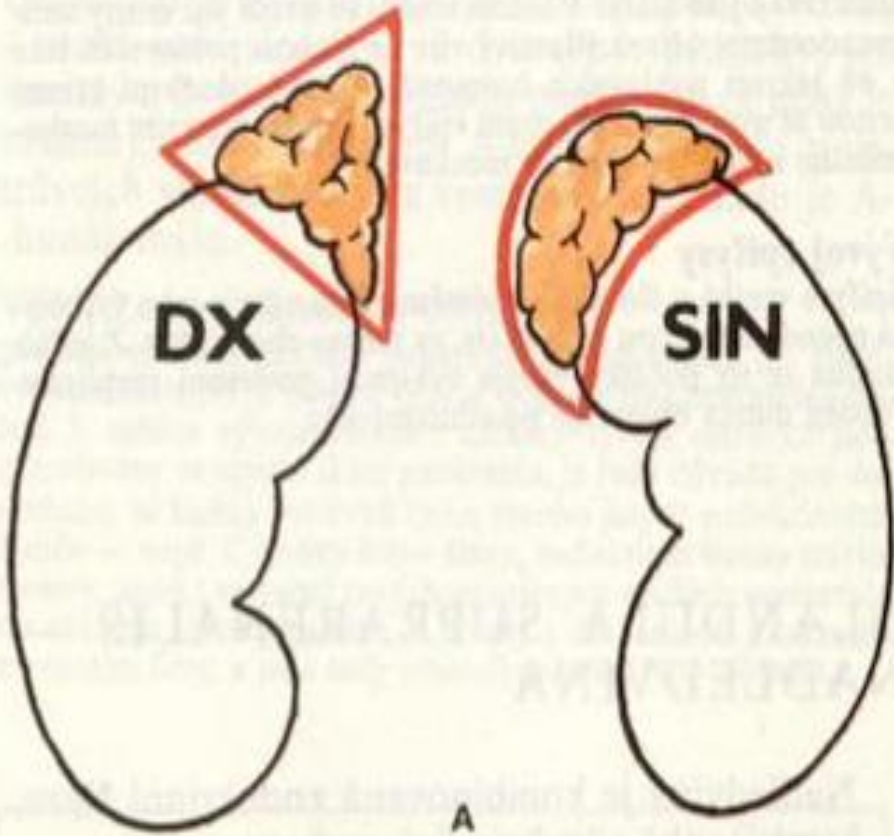




Nadledviny – anatomie

- retroperitoneálně
- výše T11-T12
- *facies anterior + posterior + renalis*
- *margo superior + medialis*
- *hilum*
 - na facies anterior
 - výstup v. suprarenalis
- *capsula* (vlastní)
- společné *corpus adiposum perirenale + fascia renalis* s ledvinou





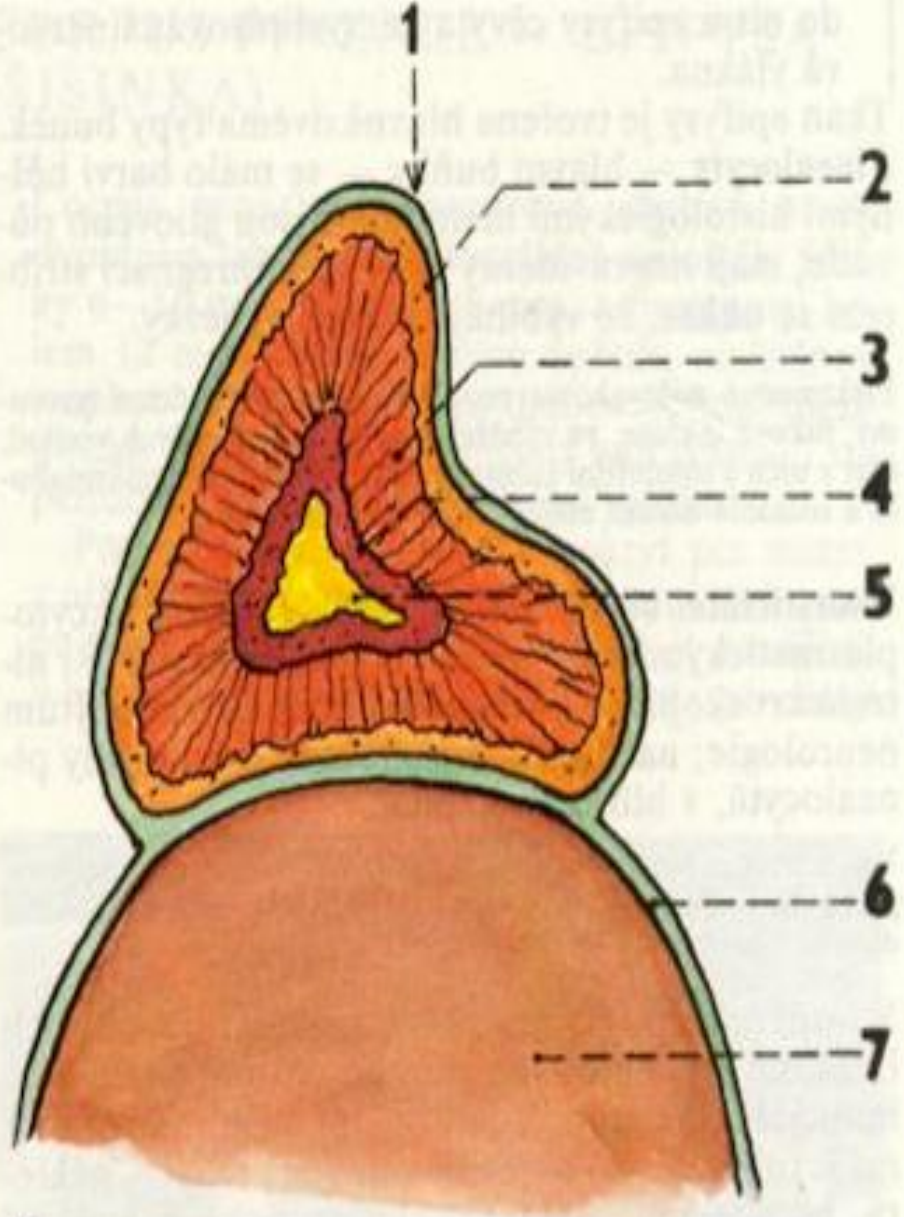
A

265. GLANDULA SUPRARENALIS — tvar a cévní zásobení (schéma)

A. TVAR PRAVÉ A LEVÉ NADLEDVINY

B. ŘEZ NADLEDVINOU, kůra a dřeň

- 1 / capsula fibrosa
- 2, 3, 4 / cortex, kůra nadledviny
- 2 / zona glomerulosa
- 3 / zona fasciculata
- 4 / zona reticularis
- 5 / medulla, dřeň nadledviny
- 6 / capsula fibrosa ledviny
- 7 / ledvina

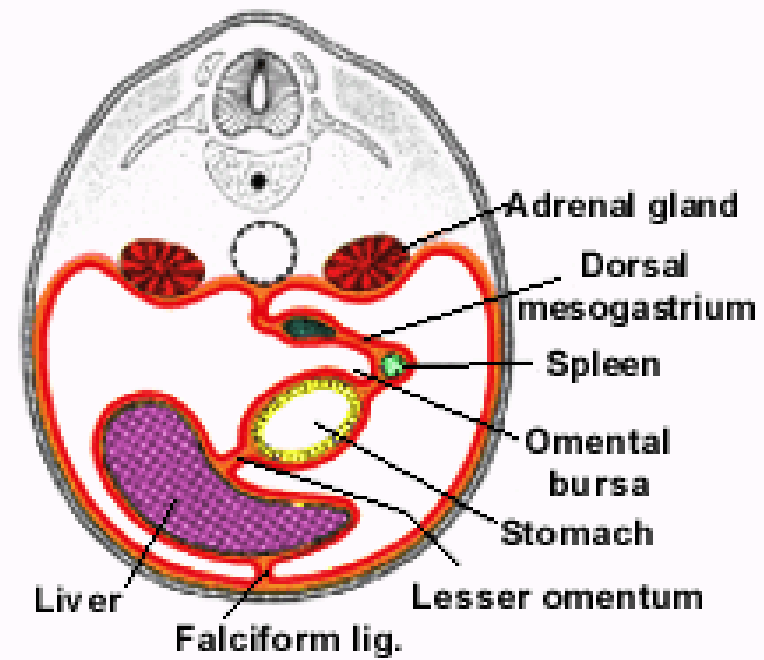


B

Nadledvina – vývoj

- kůra
 - z coelomového epitelu po stranách mezenteria
 - proliferace, vcestovávání směrem k aortě
 - sekundární proliferace kůry → vznik definitivní kůry
- dřeň
 - ze základu ganglion coeliacum
 - sympatikoblasty
 - vcestují do základu kůry

Nadledvina – vývoj



Fetal cortex

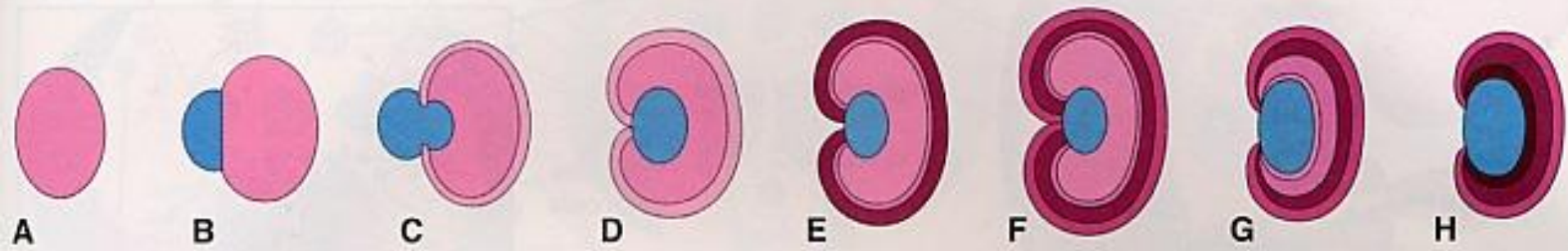
Medulla

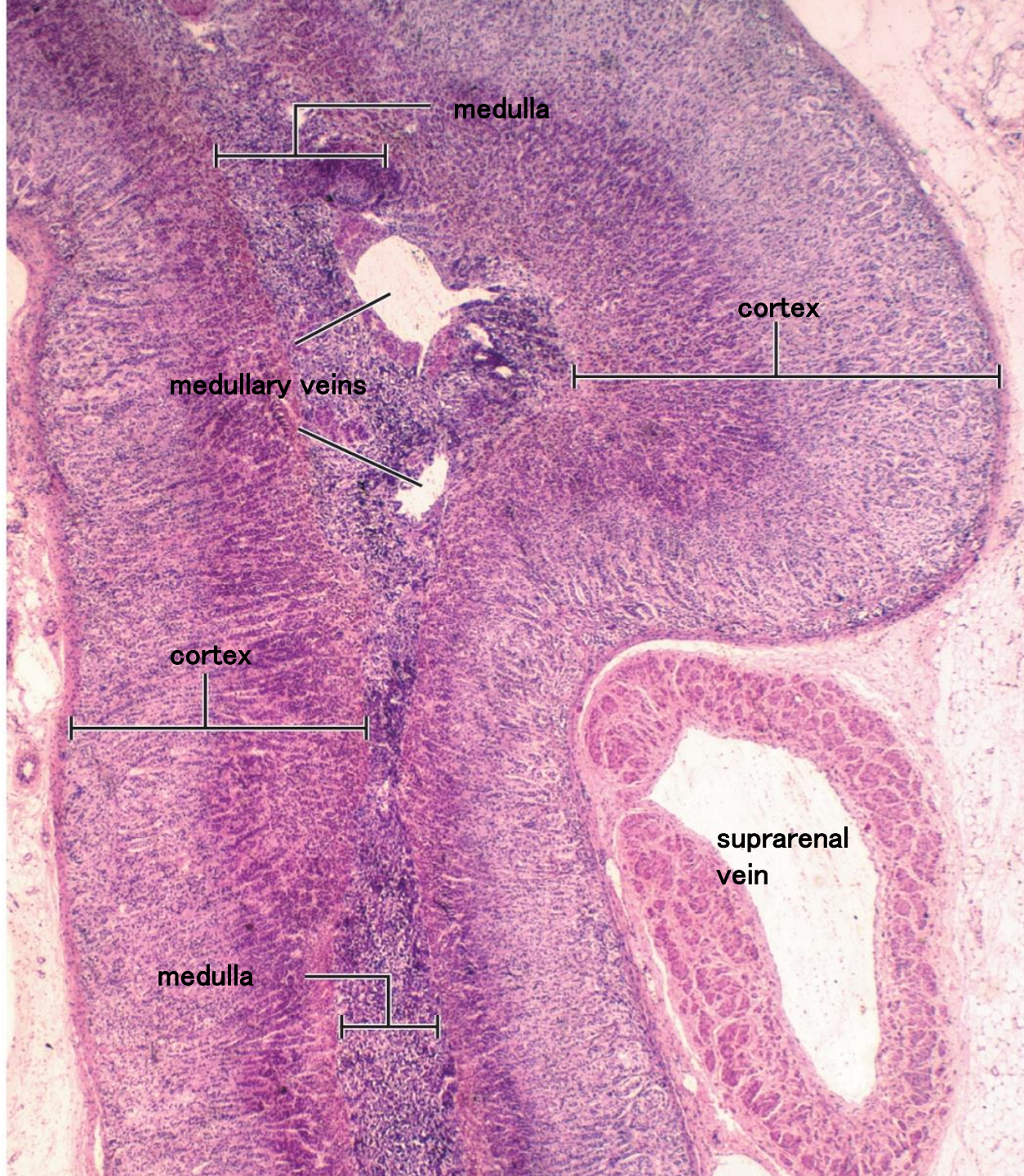
Primordium of permanent cortex

Zona fasciculata

Zona glomerulosa

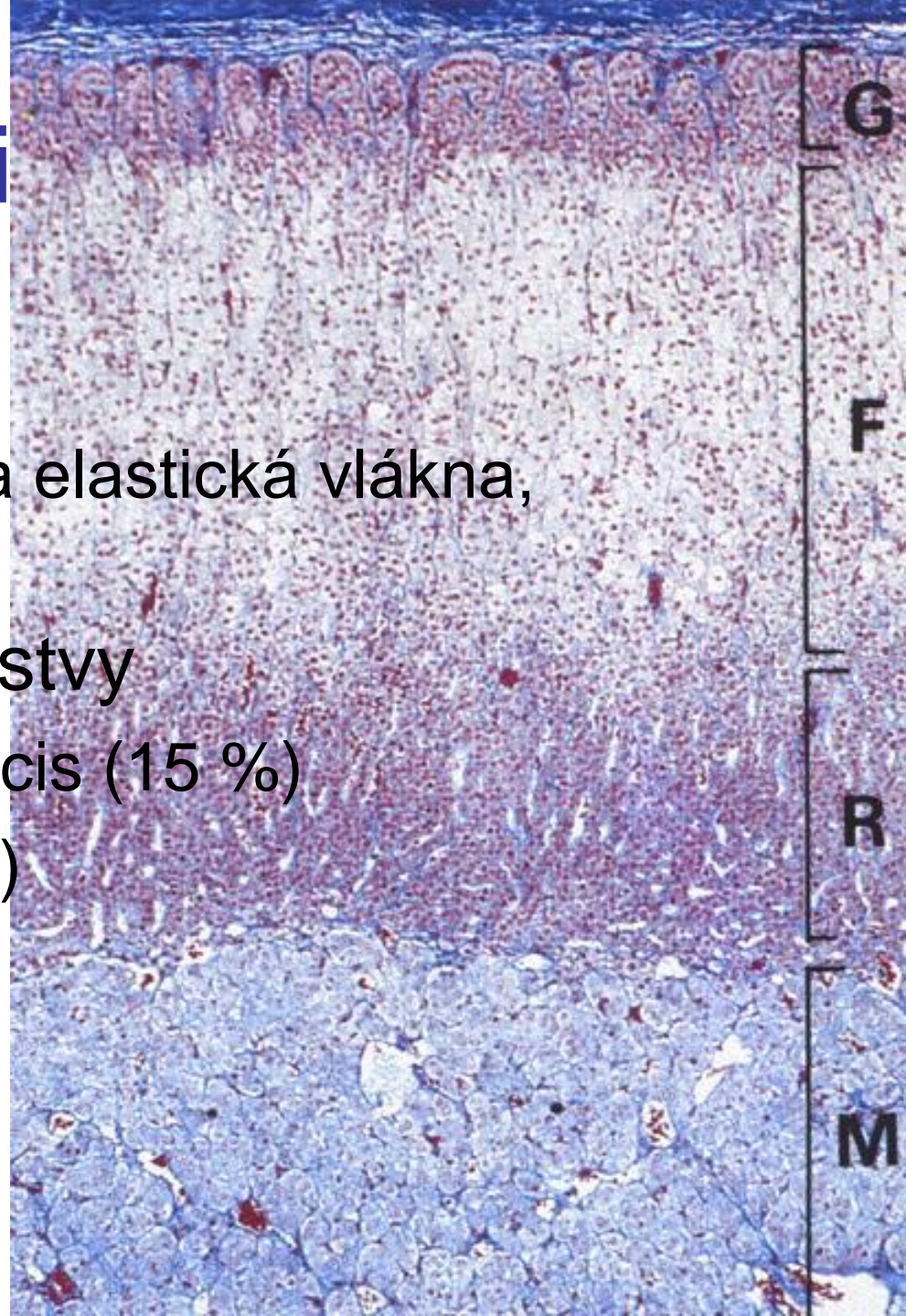
Zona reticularis





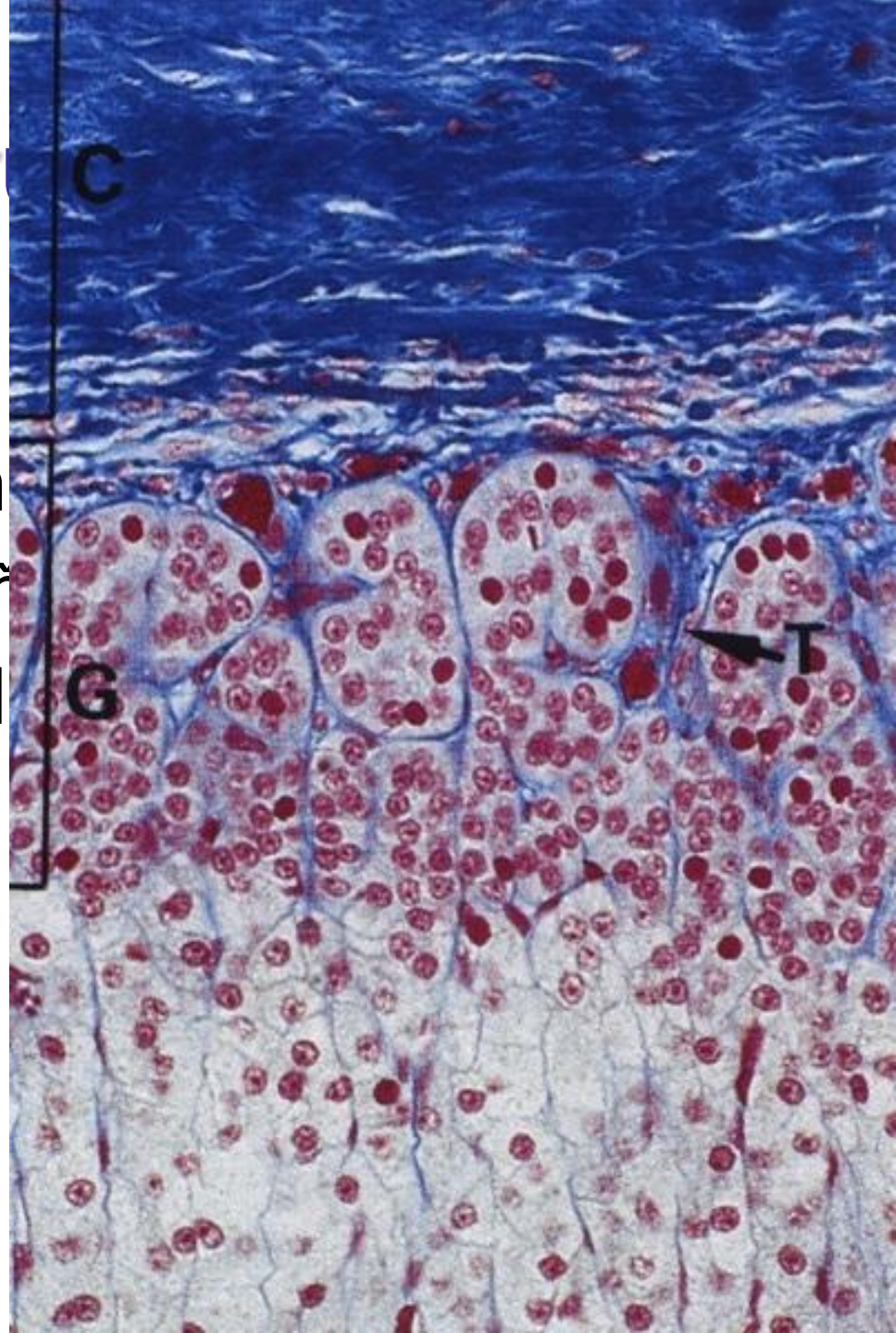
Nadledvi

- pouzdro → přepážky
 - fibroblasty, kolagenní a elastická vlákna, hladké svalové buňky
- kůra nadledviny – 3 vrstvy
 - zona glomerulosa corticis (15 %)
 - zona fasciculata (65 %)
 - zona reticularis (7 %)



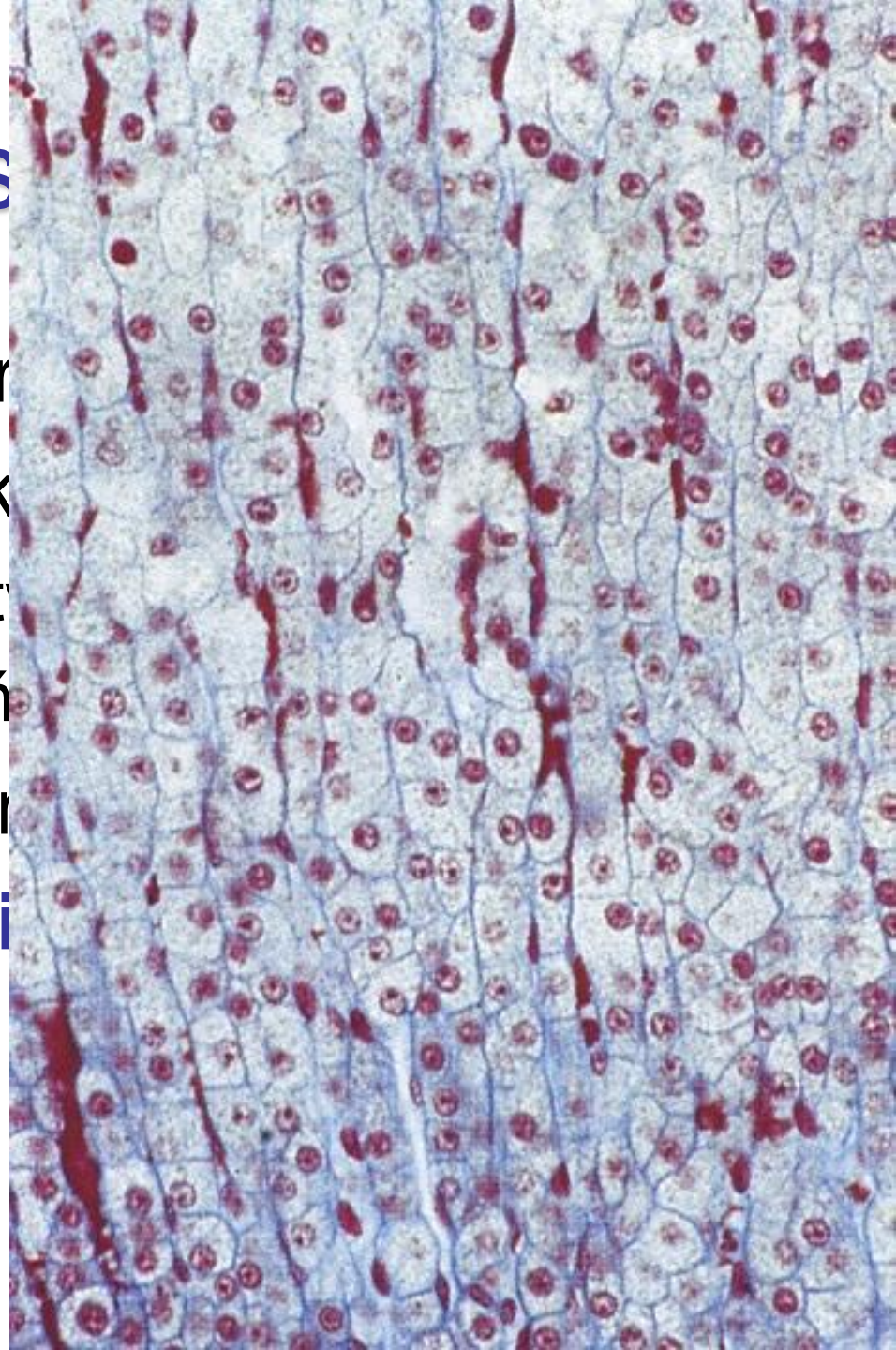
Zona glomerulosa

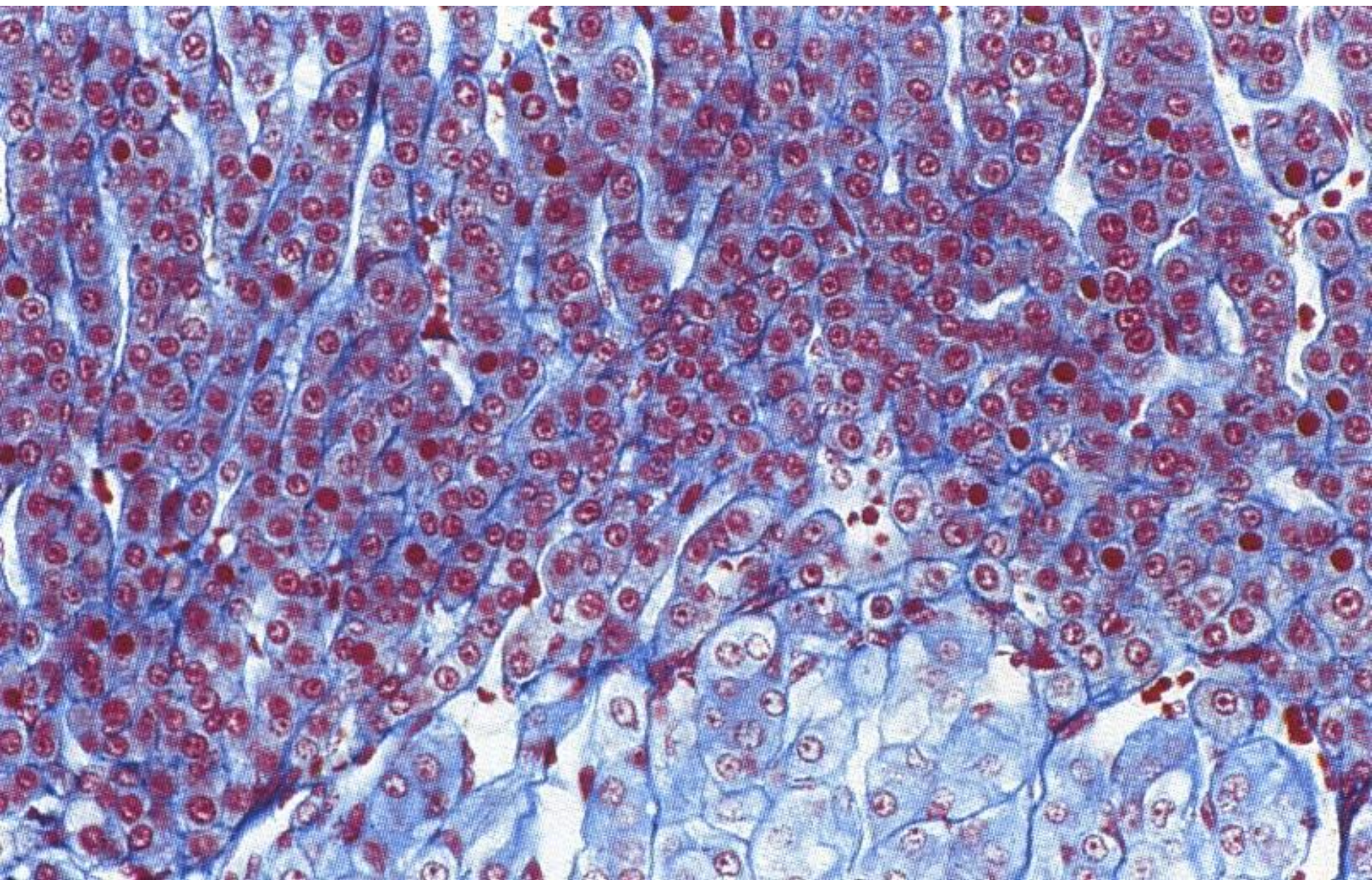
- vnější vrstva
- ohnuté sloupce cylin
– *corticosterocyti* = buň
- mezi trámci sinusoid
- tvorba **aldosteronu**



Zona fasc

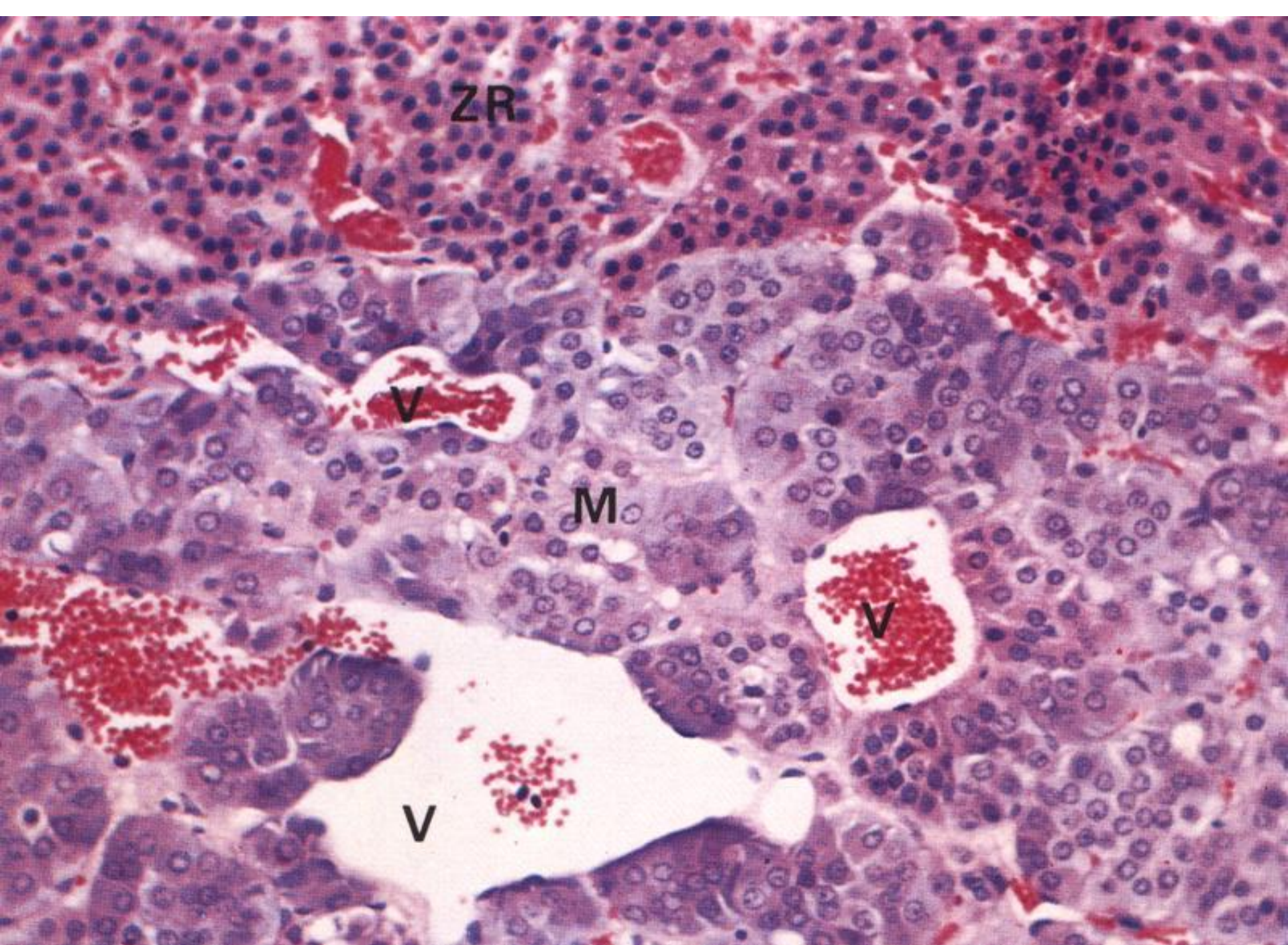
- prostřední, nejširší vr
- dlouhé trámce buněk
 - v cytoplazmě množství
 - *corticosterocyti* = buň
- mezi trámci sinusoidi
- tvorba **glukokortikoi**





Nadledvina – dřeň

- anastomózující trámce polyedrických buněk
- velké buňky (*endocrinocytus medullaris*)
 - velké jádro
 - gER, MIT, GA, granula
 - **adrenalin**, **noradrenalin**, chromograniny, ATP
 - dopamin- β -hydroxyláza, Leu- a Met- enkefalin
- mezi trámci – vlásečnicová síť
- ojediněle – parasympatické gangliové buňky (*neuron multipolare anatomicum*)

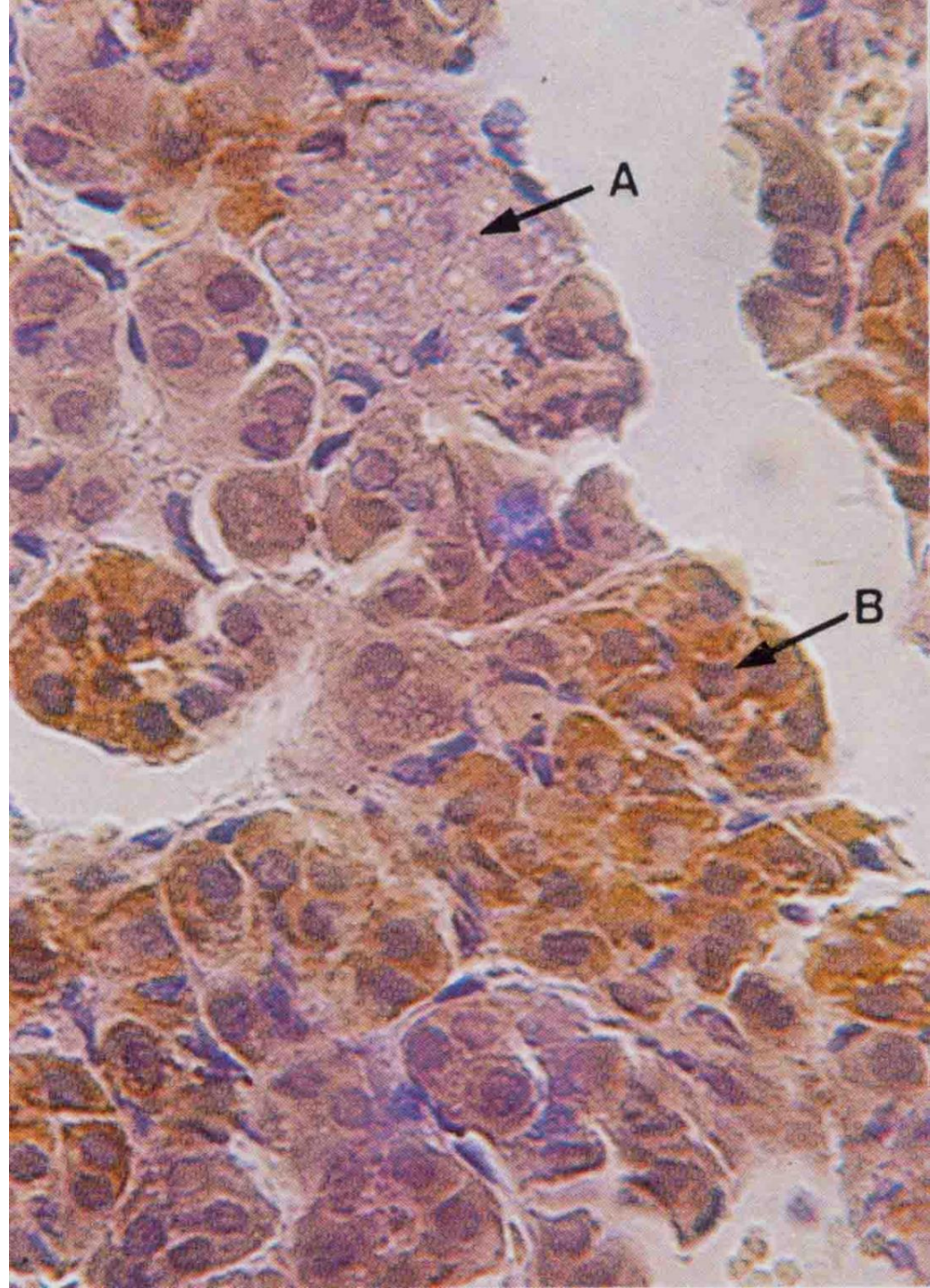


Nadledvina dřeň

fixace glutaraldehyd +
dvojchroman

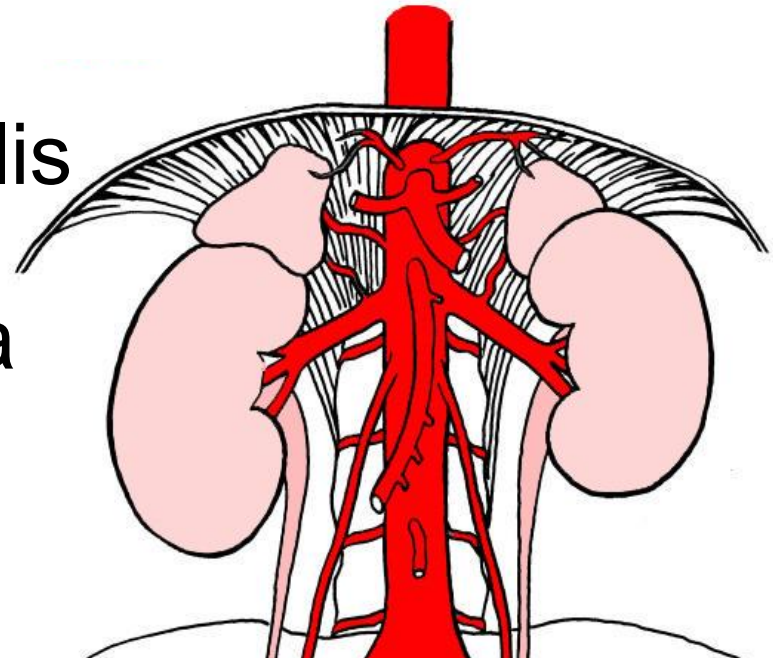
A = buňky tvořící adrenalin

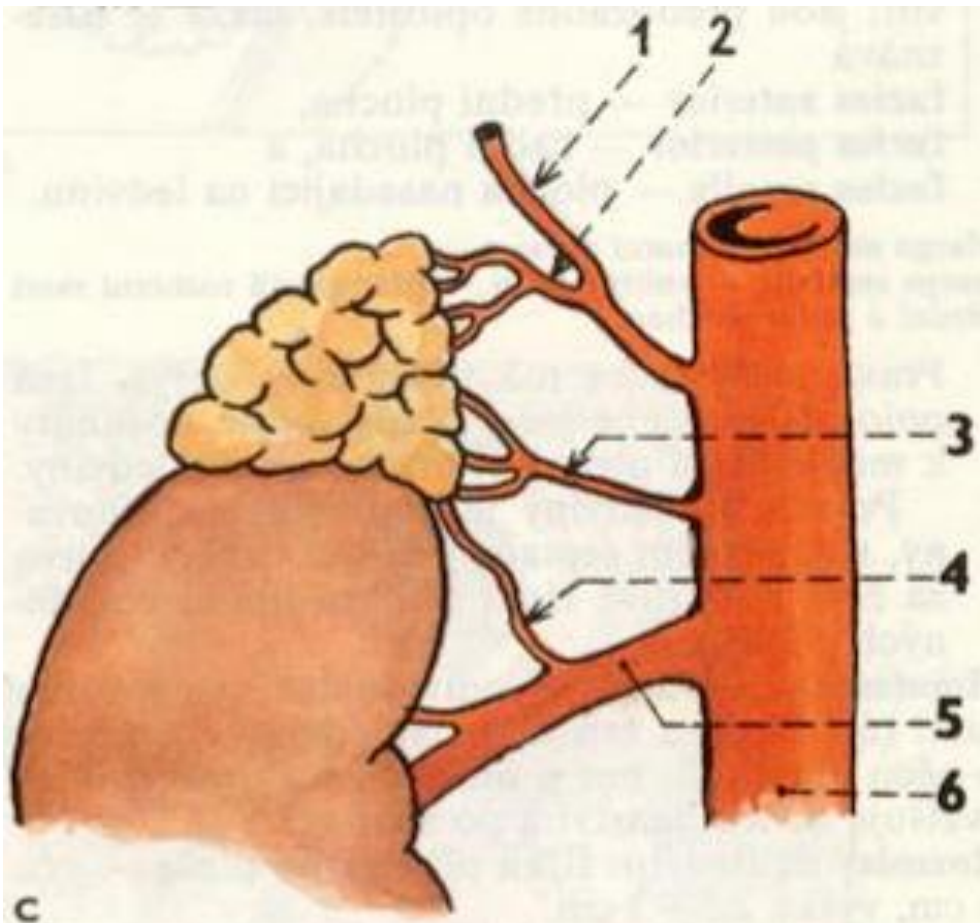
B = buňky tvořící
noradrenalin



Nadledviny – krevní cévy

- a. suprarenalis superior (← a. phrenica inferior)
 - a. suprarenalis media (← aorty abdominalis)
 - a. suprarenalis inferior (← a. renalis)
- subkapsulární pleteň, kapiláry a sinusoidy skrz kůru →
- žíly ze dřenež do v. centralis
→ v. suprarenalis →
v. renalis sinistra / v. cava inferior vpravo

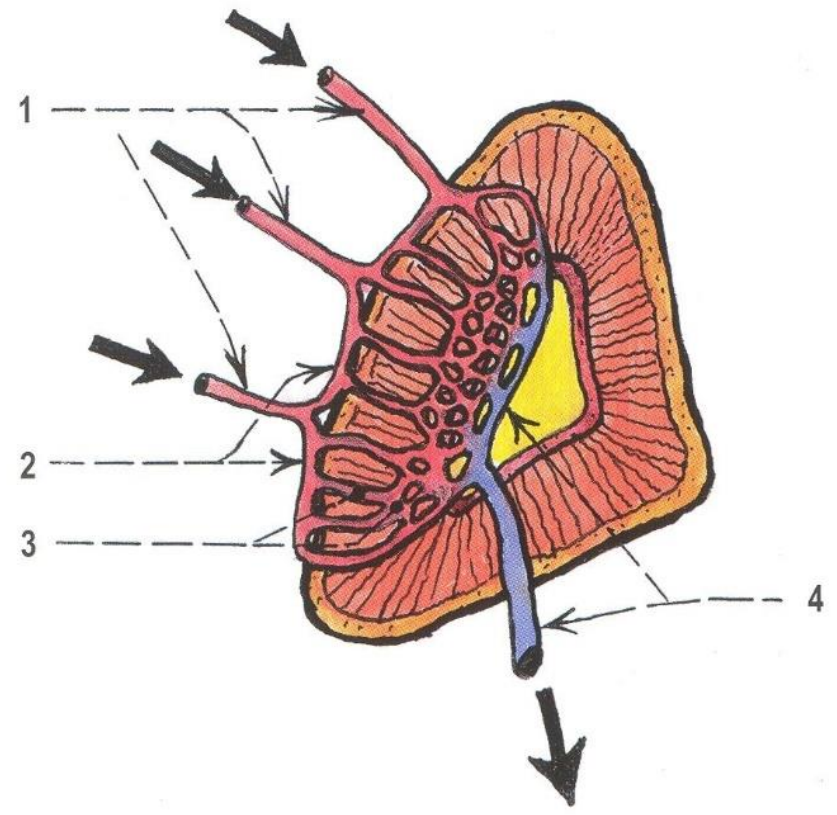




C

C. CÉVY NADLEDVINY (pravé strany)

- 1 / a. phrenica inferior (dextra)
- 2 / a. suprarenalis superior (dextra)
- 3 / a. suprarenalis media (dextra)
- 4 / a. suprarenalis inferior (dextra)
- 5 / a. renalis (dextra)
- 6 / aorta abdominalis

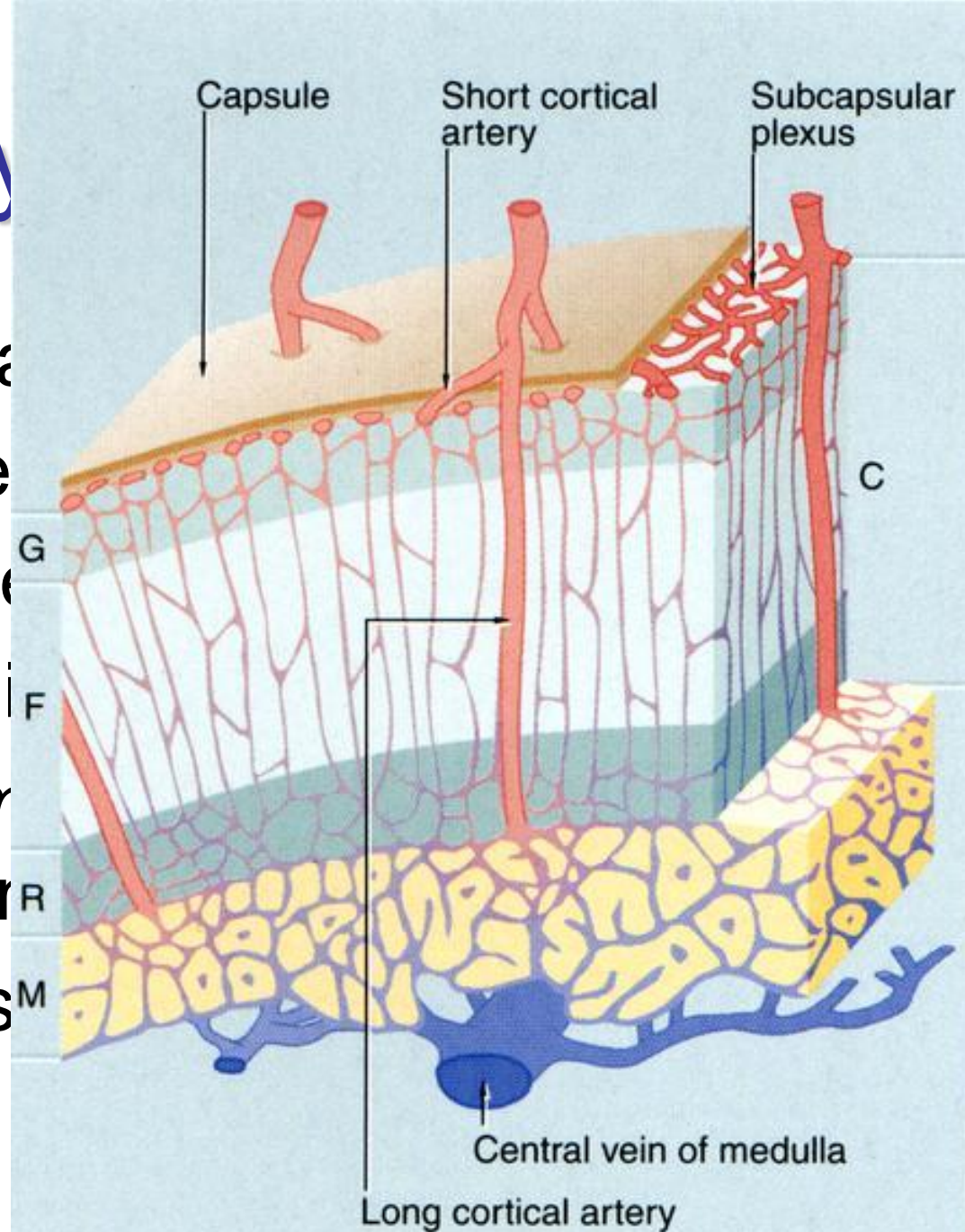


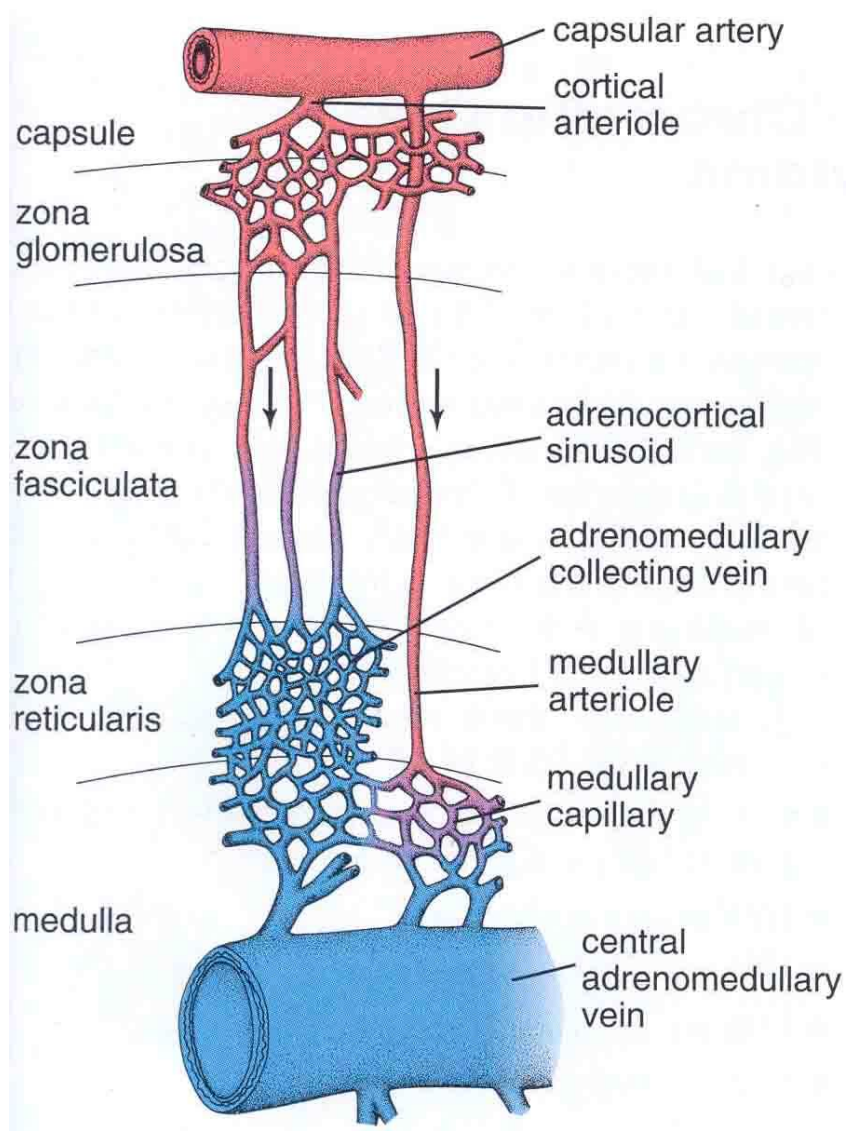
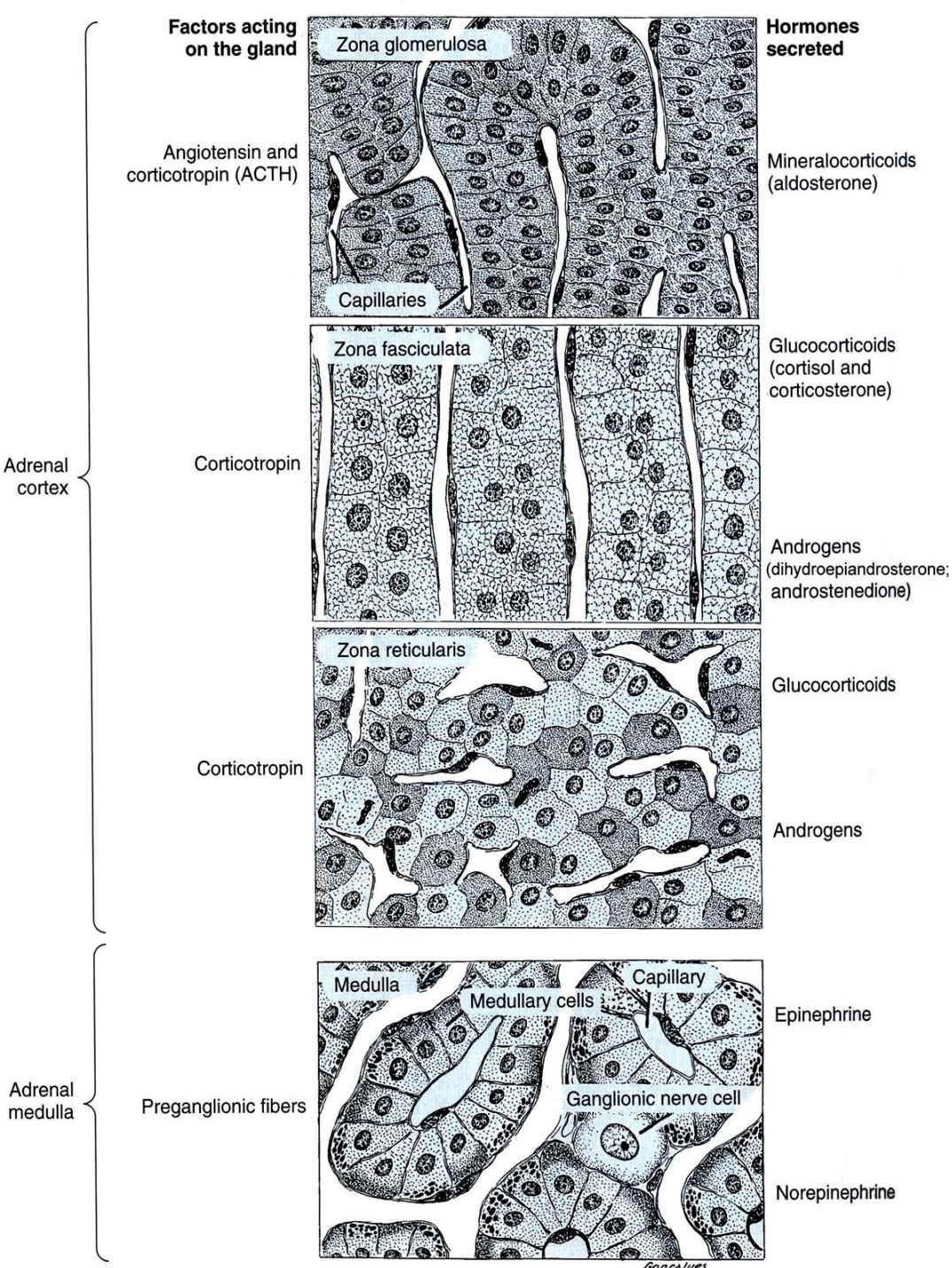
Obr. 307. SCHEMA PRŮTOKU KRVE NADLEDVINOU (srov. text)

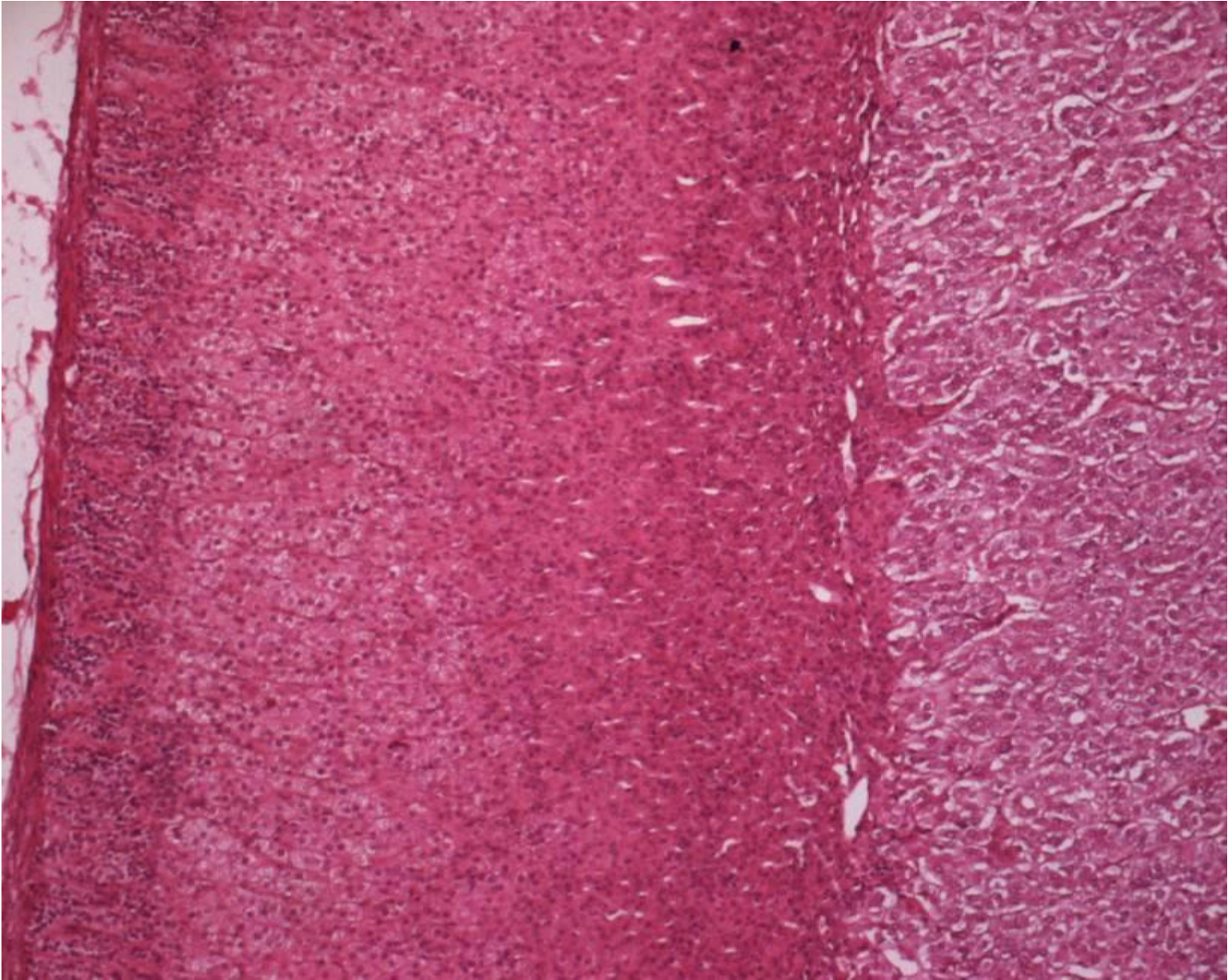
- 1 / přívodné tepenné větve z nadledvinových tepen
- 2 / povrchová a subkapsulární pleteň
- 3 / sinusoidy a kapiláry jdoucí kůrou podle buněčných trámců do dřene
- 4 / žilní odtok z dřene nadledviny

Nadledviny

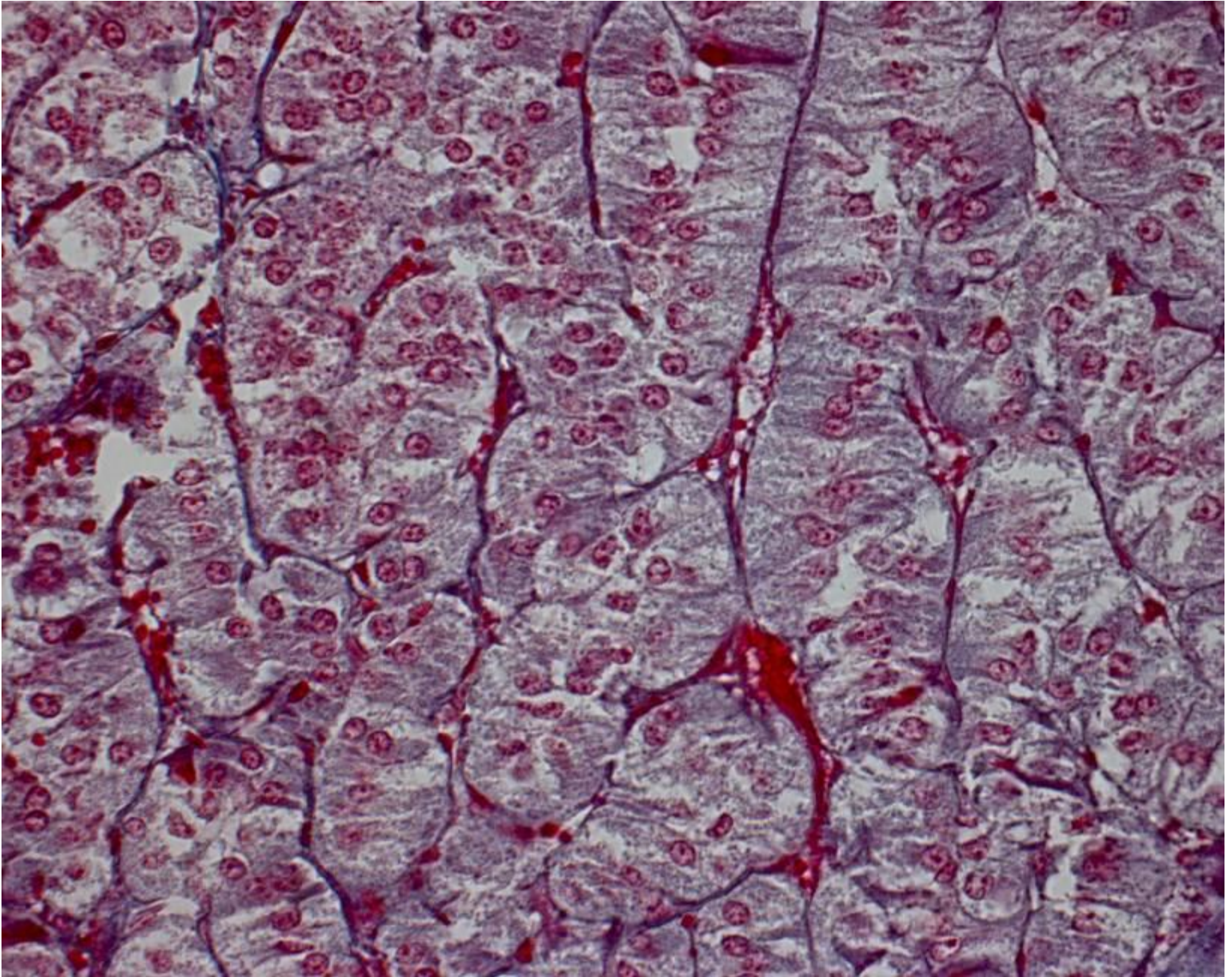
- arteriae suprarenales
- subkapsulární plexus
- pouzdrové, korové
- ve dřeni tepenná síť
- *plexus venosus medullaris centralis* – ve dřeni
- vena suprarenalis







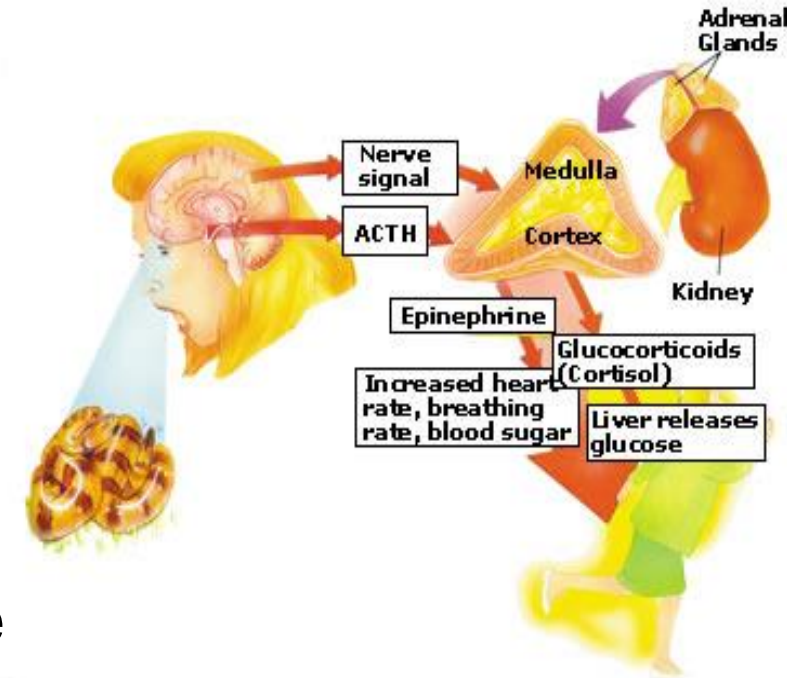
AZAN - E8



Stresová reakce (fight or flight or fright)

aktivace sympatiku (kůra a dřeň nadledvin)

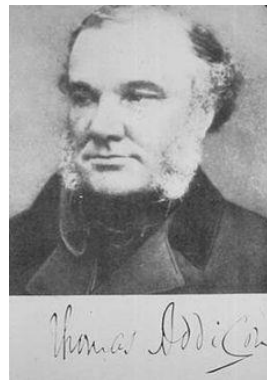
- vliv na hladké svalstvo cév → vazodilatace kosterních svalů, vazokonstrikce v kůži
- metabolický účinek glykogenu → glykogenolýza v játrech
- aktivace sympatiku → aktivace příslušných orgánů



negativní vliv stresu na psychiku – stres dnes není doprovázen fyzickou odezvou

Nadledviny – choroby

- dřeň: **feochromocytom** → záchvatovitá hypertenze
- kůra: hyperfunkce
 - **Cushingův syndrom** (endogenní hyperkortikalismus) – periferní porucha
 - **Cushingova choroba** (adenom hypofýzy) – centrální porucha
 - **Connův syndrom** = hyperaldosteronizmus
- kůra: hypofunkce
 - **Addisonova choroba** = hypokortikalismus



Příznaky Cushingova syndromu

- vysoký krevní tlak
- břišní obezita
- tenké ruce a nohy
- zarudlé pajizévky (strie)
- kulatý červený obličej
- tuková boule mezi rameny
- slabé svaly a kosti
- akné
- křehká kůže
- ženy mohou mít více ochlupení a nepravidelnou menstruaci



Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

Insulae pancreaticae

- endokrinní část slinivky
- 0,1–0,2 mm velké
- počet 1–1,5 miliónu
- různé typy buněk: A, B, D, PP (G)
- hormony:
 - inzulín
 - glukagon
 - **somatostatin**
 - pankreatický polypeptid

Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

Insulae pancreaticae

historie

- Areteus of Kappadocia – diabetes = protékat
- Avicenna – sladká moč – diabetes mellitus
- **Langerhans** (1869) – objevil ostrůvky ve slinivce
- Minkowski and Mering (1889) – experimentální vyvolání cukrovky
- Sharpey-Schäfer – objev inzulinu
- **Banting and Best** (1921)
 - extrakt ze psích slinivek – léčili psí diabetiky
 - léčba pacienta
- 1929 – Nobelova cena (Banting a Macleod)

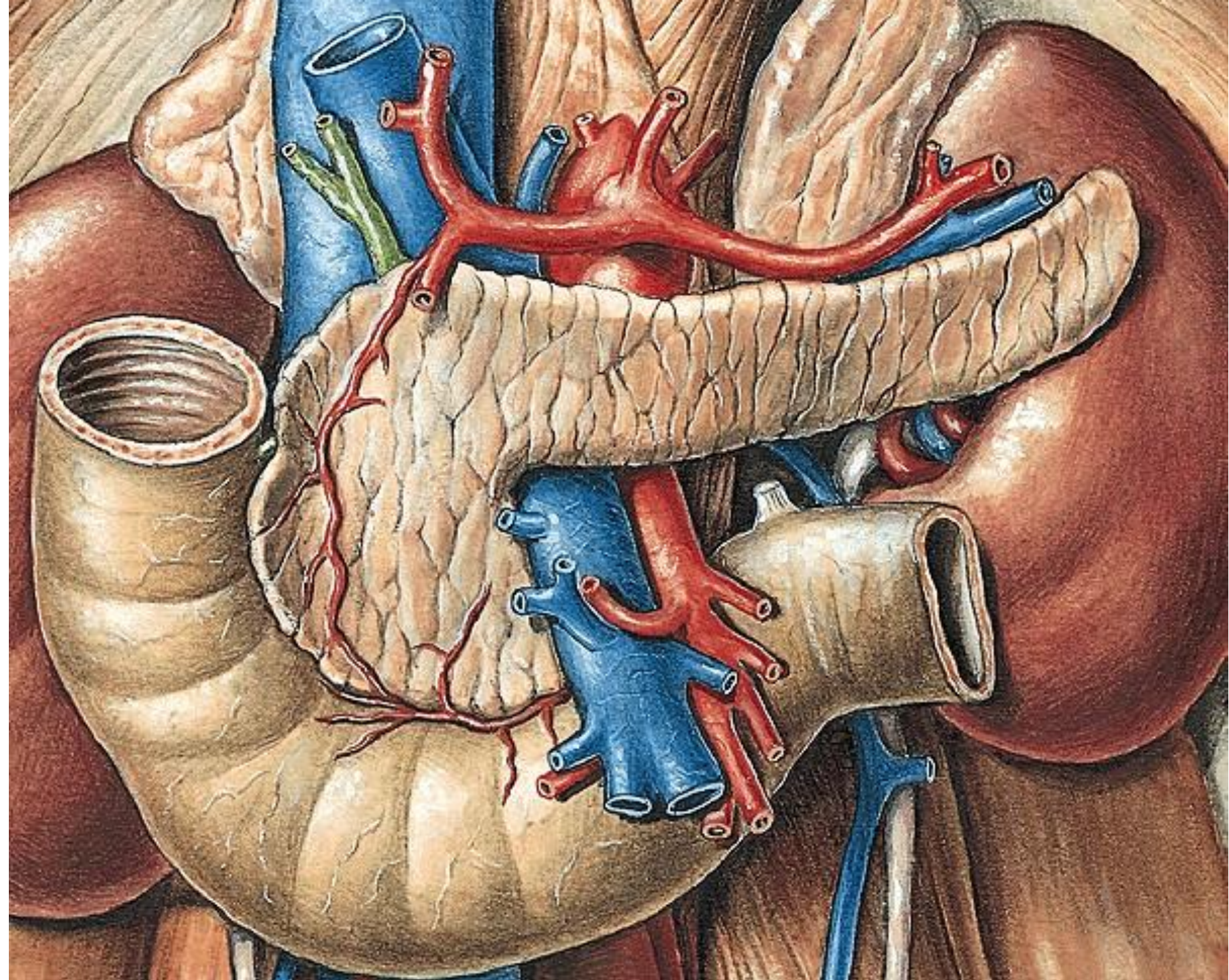


Paul Langerhans
(1847–1888)



Slinivka – anatomie

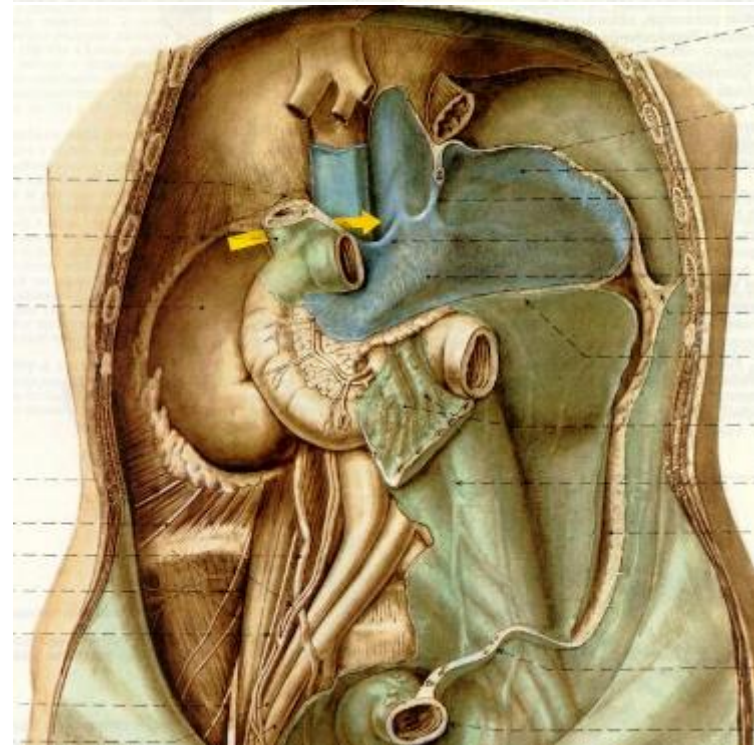
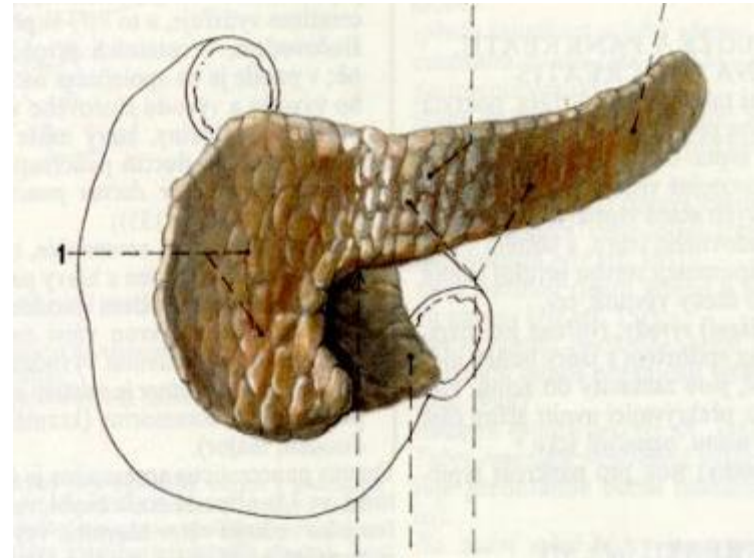
- podvojná žláza: exokrinní a **endokrinní** část
- topografie – duodenální okénko L2
- sekundárně retroperitoneální orgán
 - intraperitoneálně pouze ocas
- cévní zásobení slinivky
 - truncus coeliacus + a. mesenterica sup.
- 3 operační přístupy ke slinivce

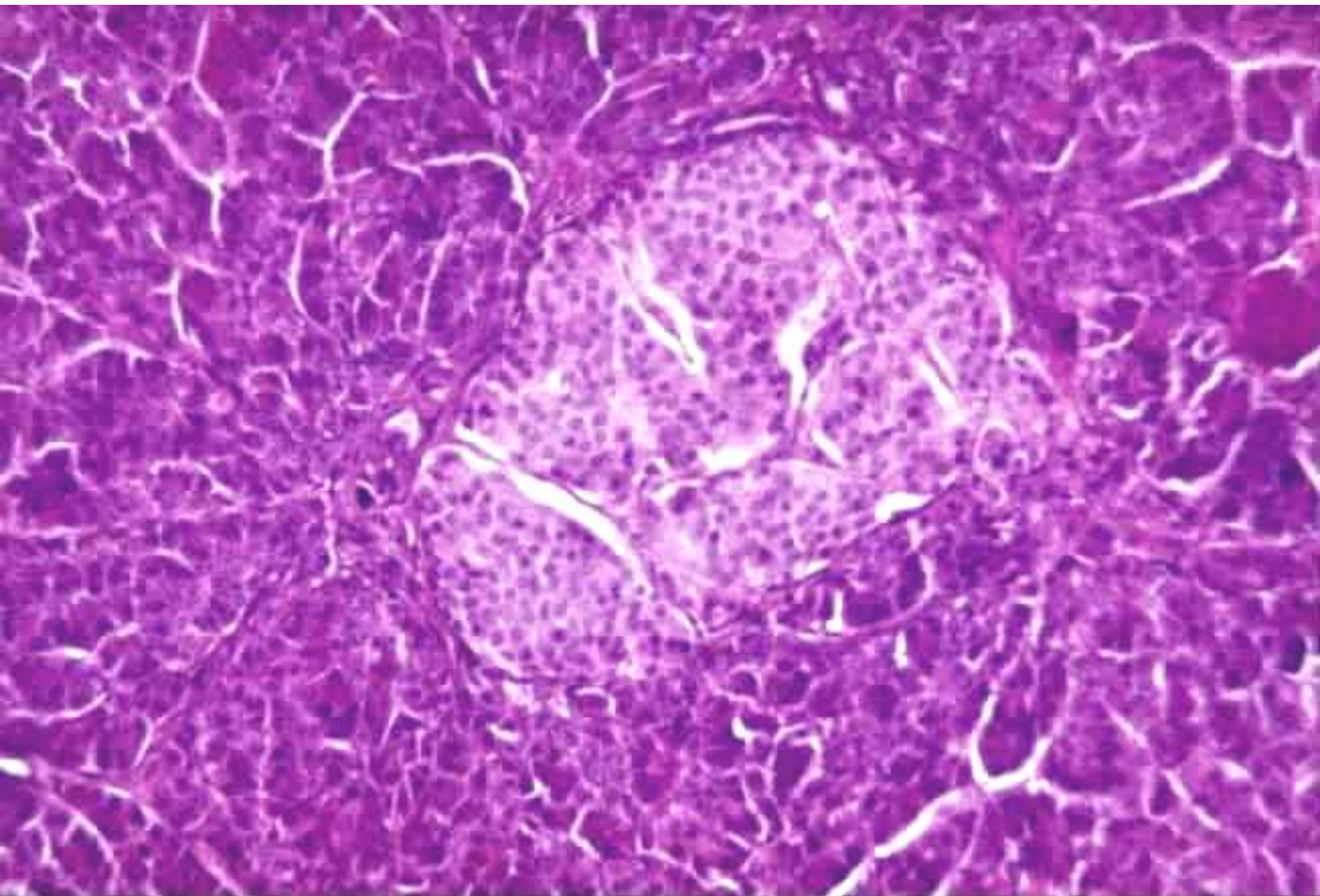


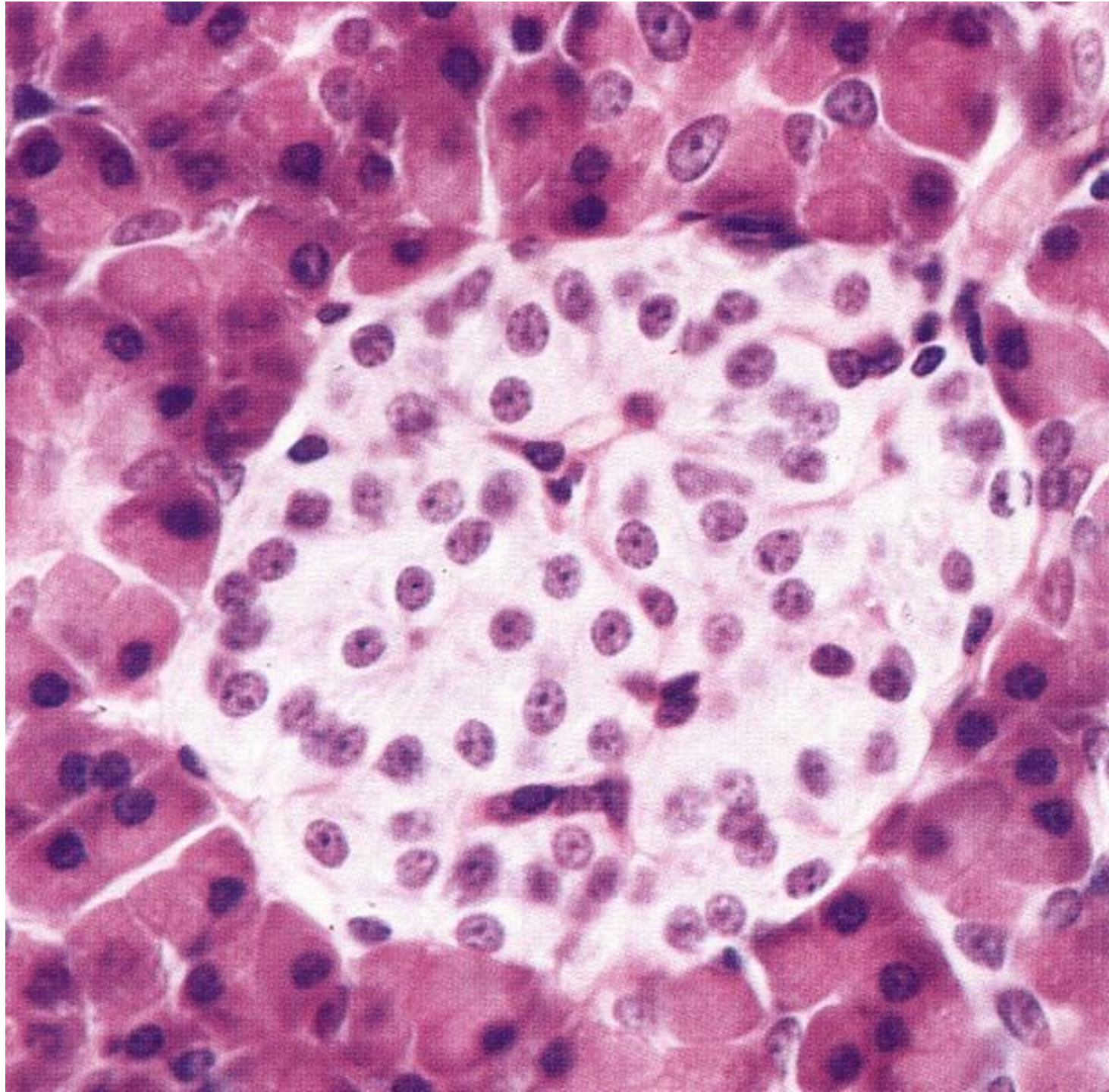
Slinivka – pars endocrina Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

Insulae pancreaticae

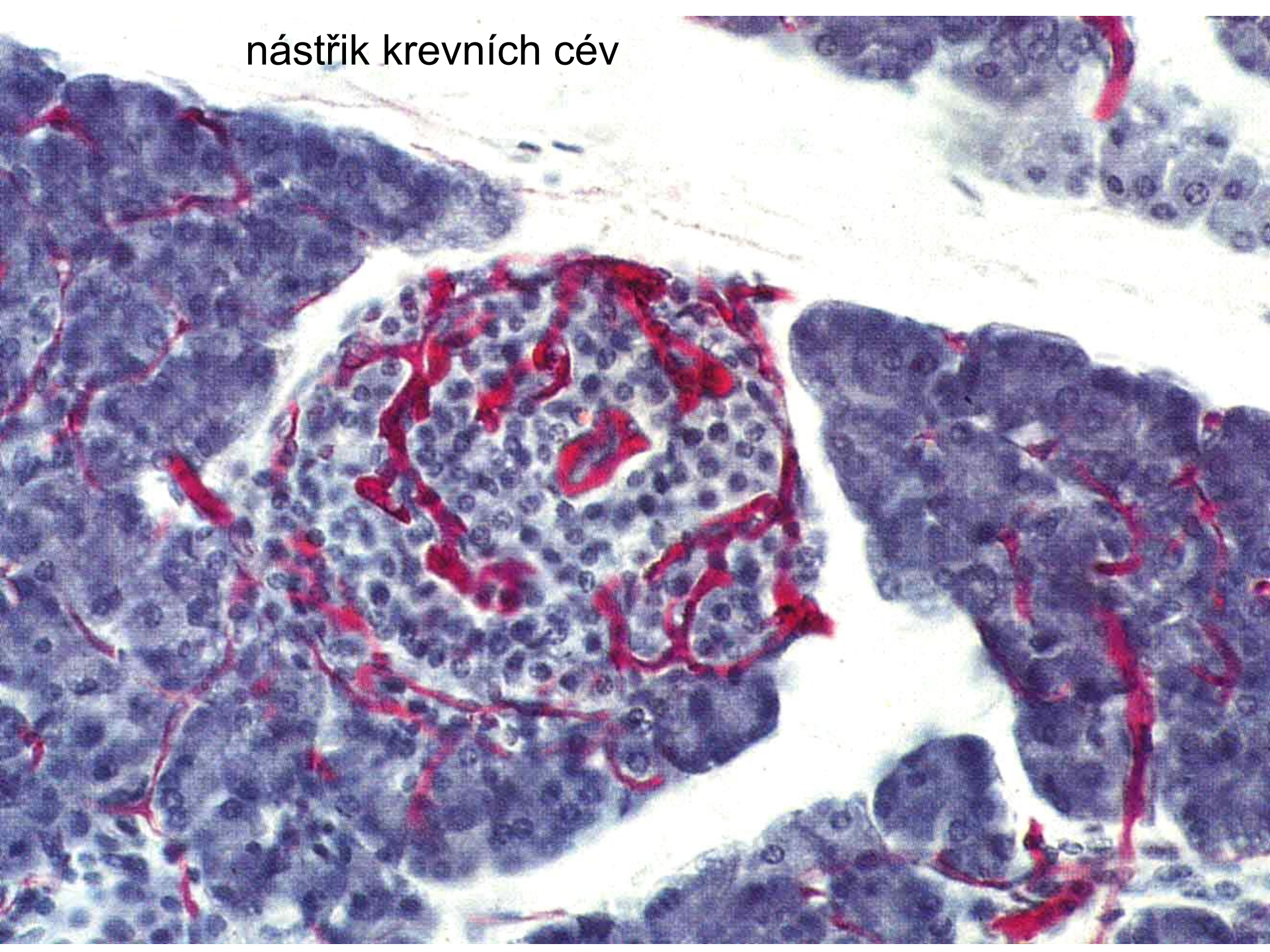
- hmotnost asi 1 g
- při totální pankreatektomii nutno pravidelně nahrazovat pouze inzulín
- trámce epitelových buněk





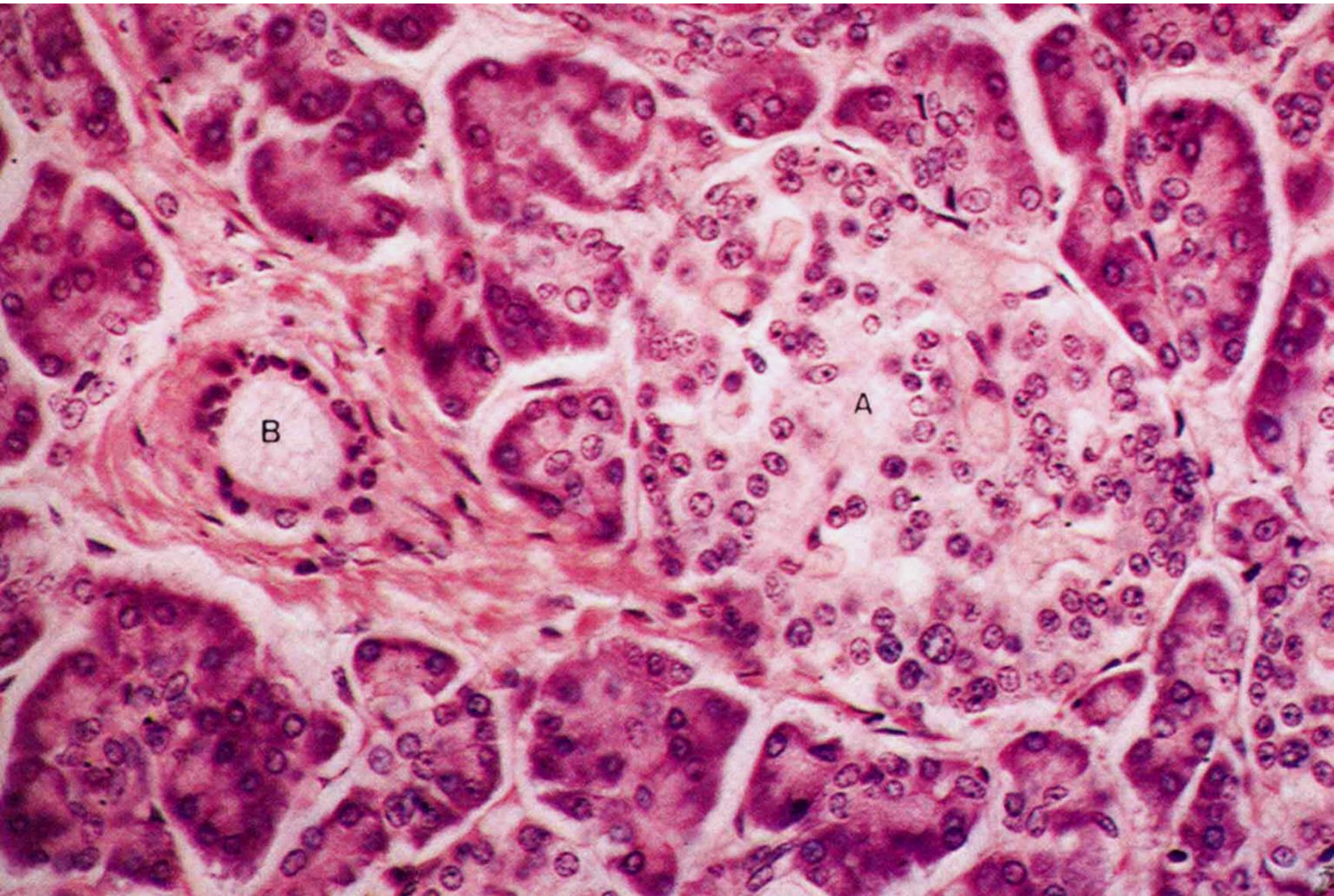


nástřík krevních cév



B = ductus interlobularis

A = insula pancreaticatica



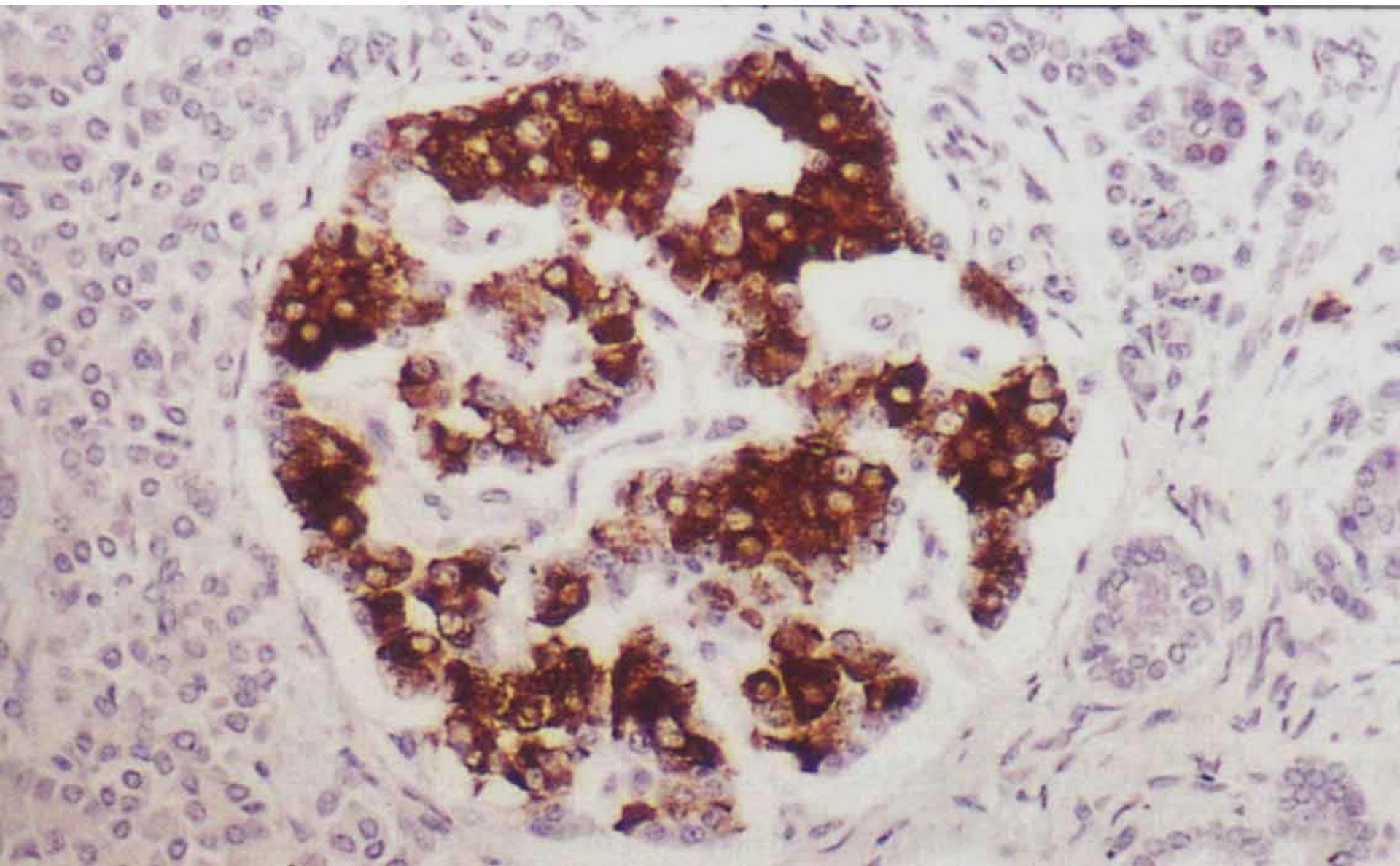
Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

typy buněk

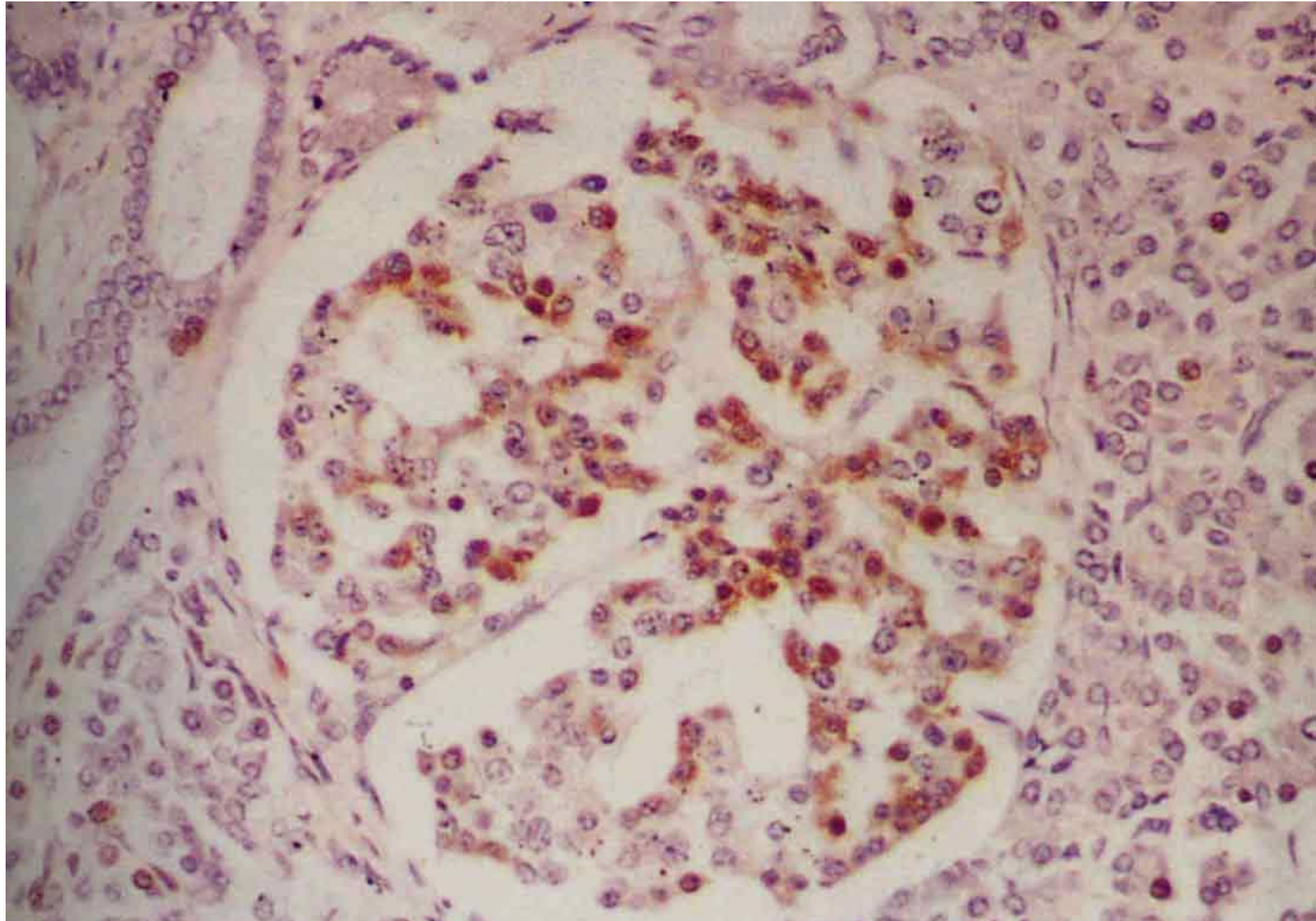
gER, GA, granula

- A – buňky (*endocrinocytus A; glucagonocytus*)
 - A-granula – kulovitá (300 nm)
 - **glukagon** – hyperglykemicko-glykogenolytický faktor
- B – buňky (*endocrinocytus B; insulinocytus*)
 - B-granula – kulovitá (300 nm), „druhově“ specifická
 - **inzulín** – hypoglykemický faktor

B-buňky (asi 70 %) – centrum, shluky



A-buňky (do 20 %) – periférie, ve vrstvách

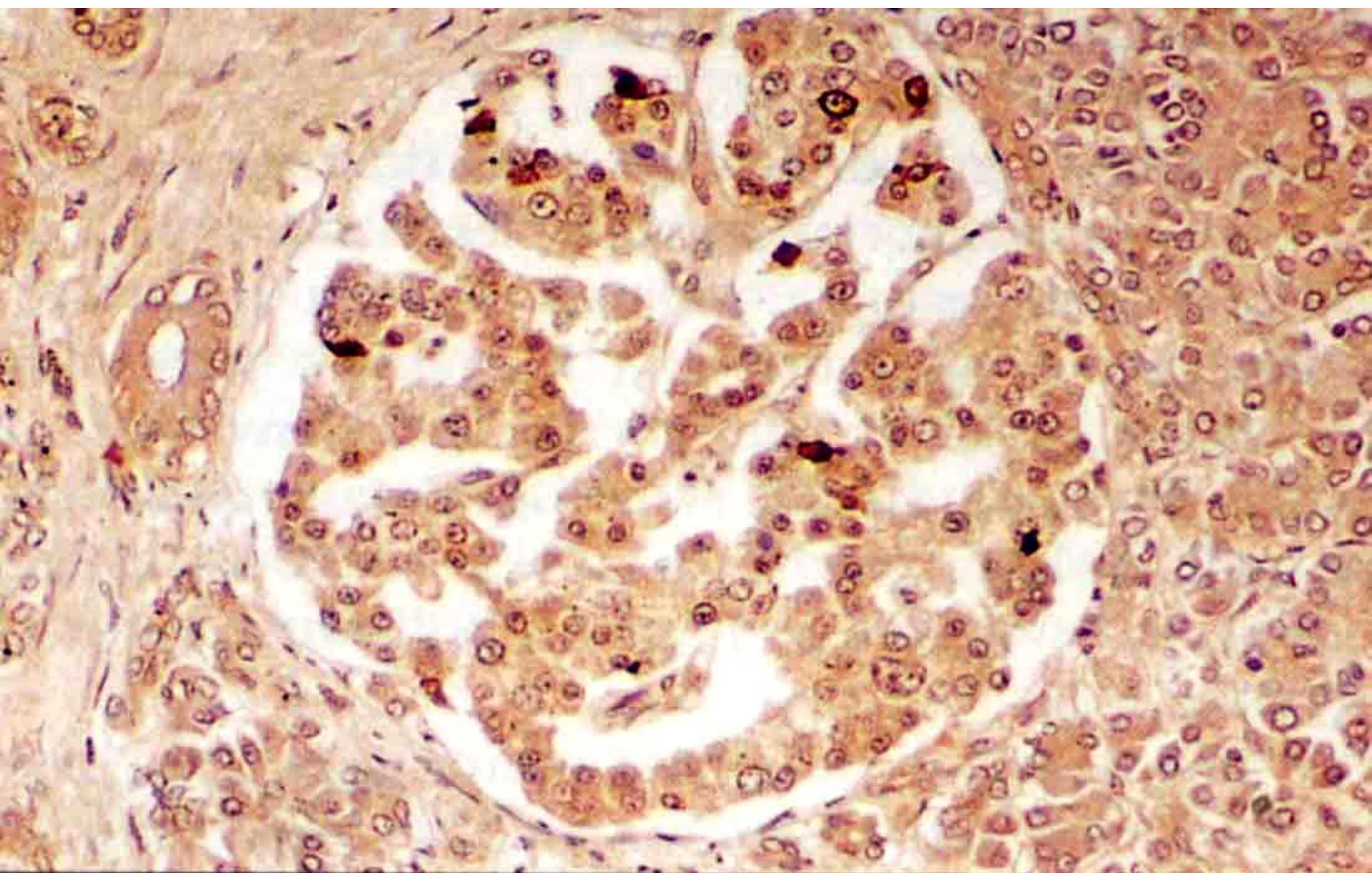


Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

typy buněk

- D – buňky (*endocrinocytus D; somatostatinocytus*)
 - δ-granula – kulovitá (250 nm), zcela vyplněná
 - jeden dlouhý výběžek buněk → parakrinní sekrece
 - **somatostatin**
- PP – buňky (*endocrinocytus PP*)
 - granula – 180 nm, nejsvětlejší
 - **pankreatický polypeptid** → řízení exokrinní části slinivky
- (G - buňky)
 - tvorba **gastrinu**
- (další)
 - buňky tvořící ghrelin, PYY, D1, EC)

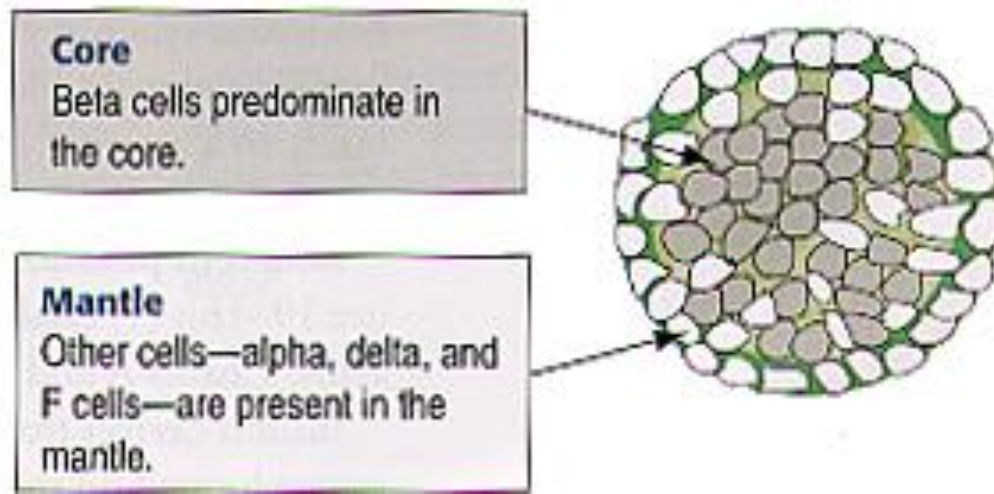
D-buňky (do 5 %) – roztroušeně

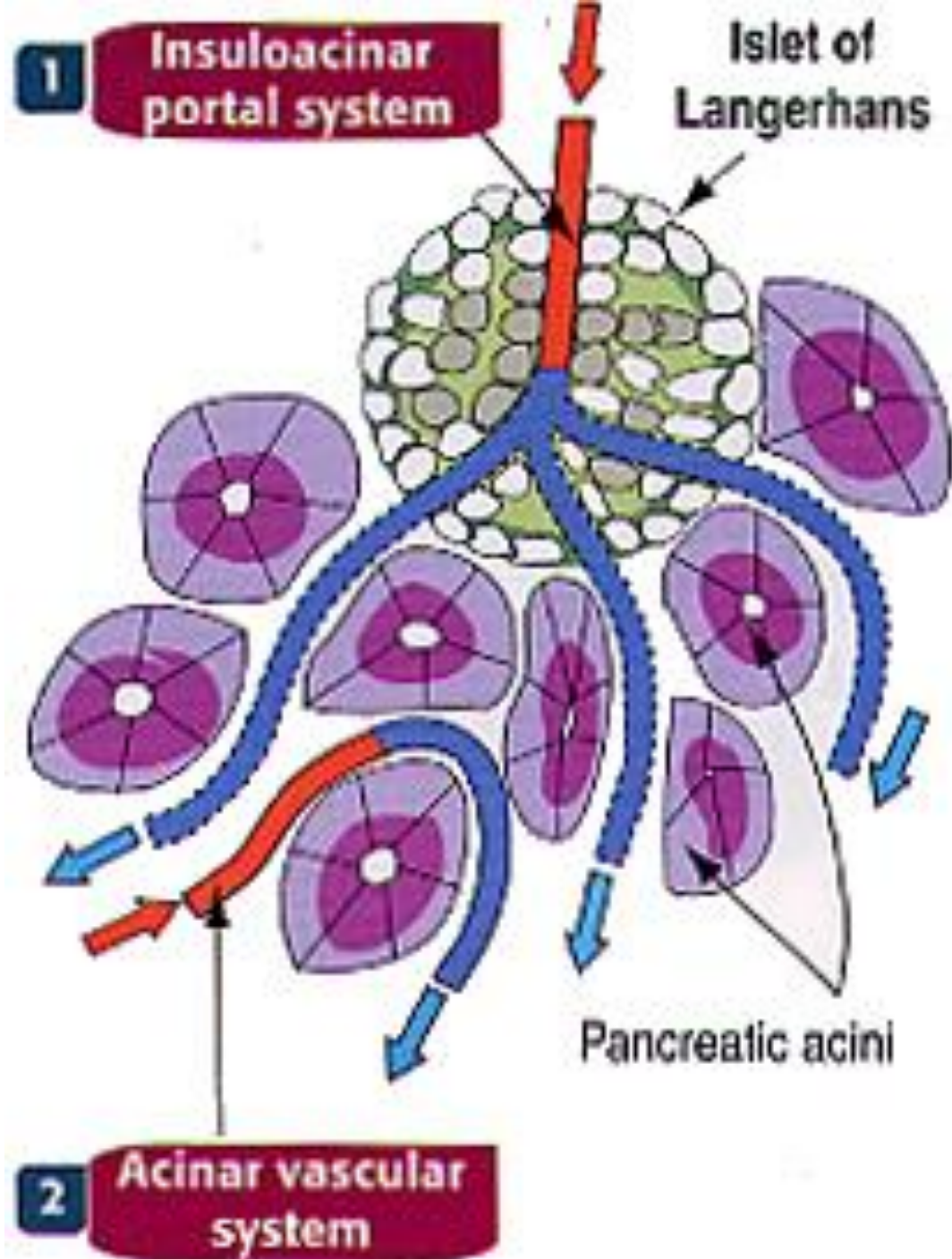


Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

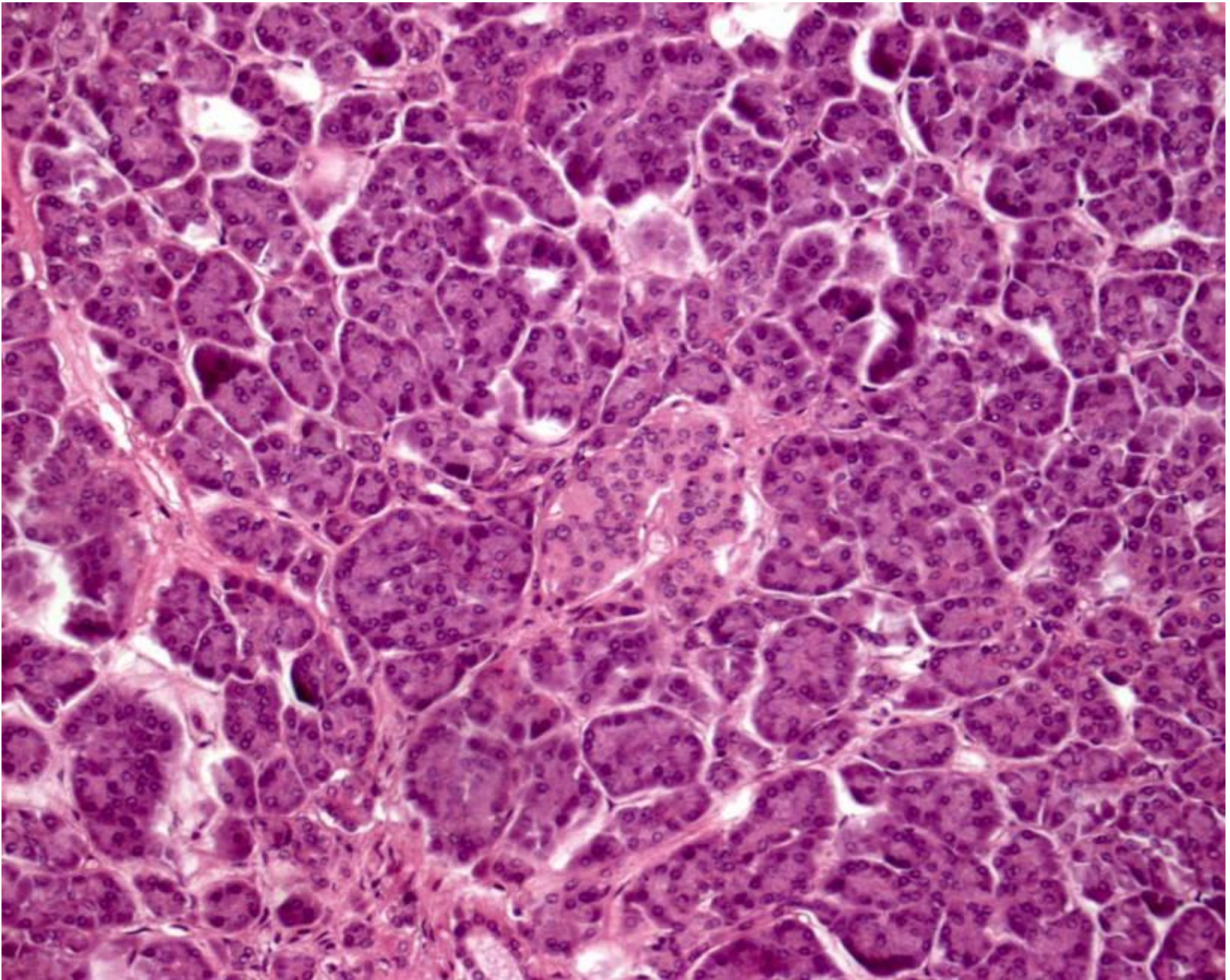
rozmístění buněk

- poměr buněk ve slinivce: ocas > tělo > hlava
 - tělo a ocas – 70 % B, 20 % A, 10 % D, 1 % PP
 - hlava – 65 % PP, 25 % B, 7 % D, 3 % A
- umístění buněk v ostrůvku:
 - B-buňky ve středu
 - A, D, PP v plášti (při okraji)

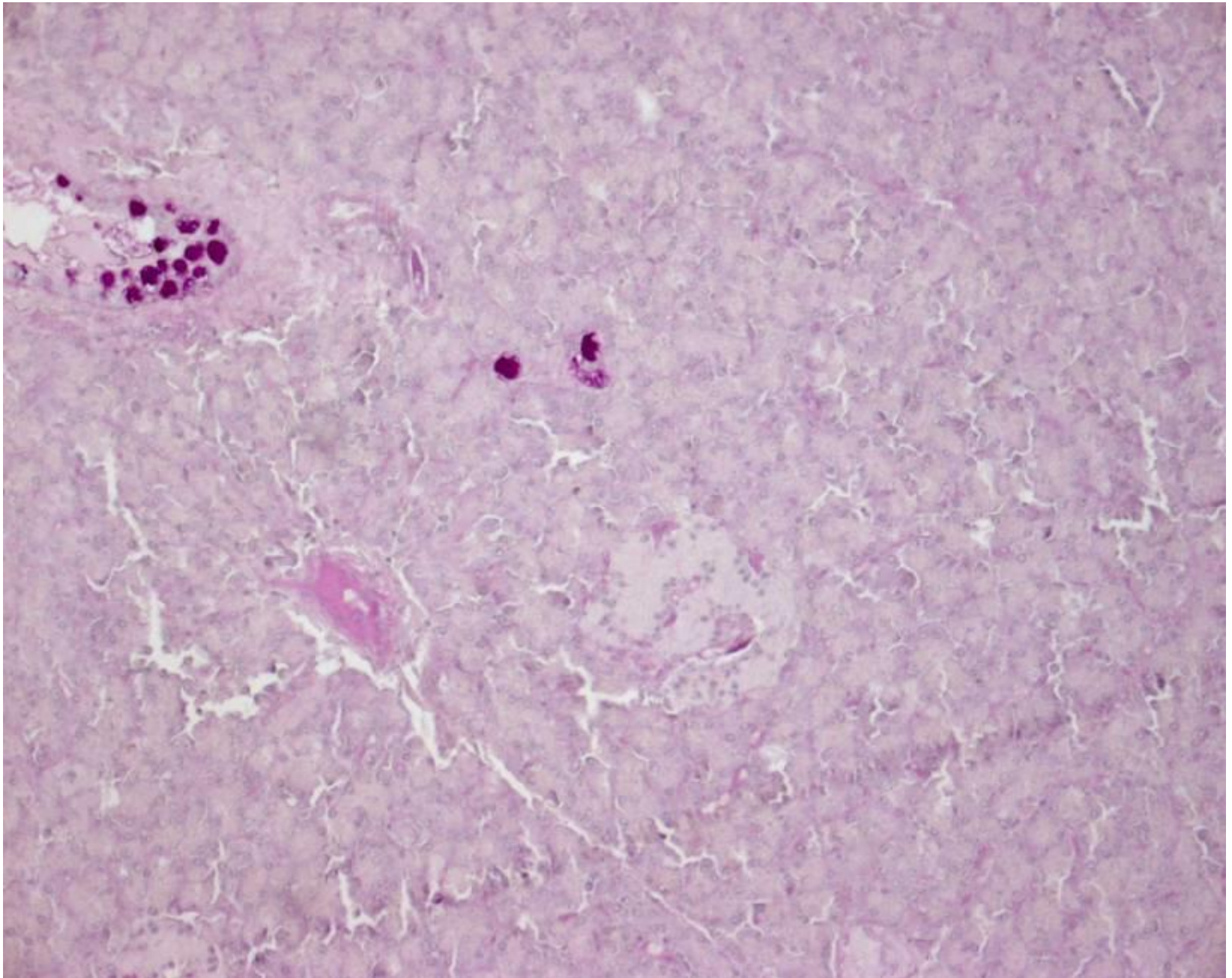




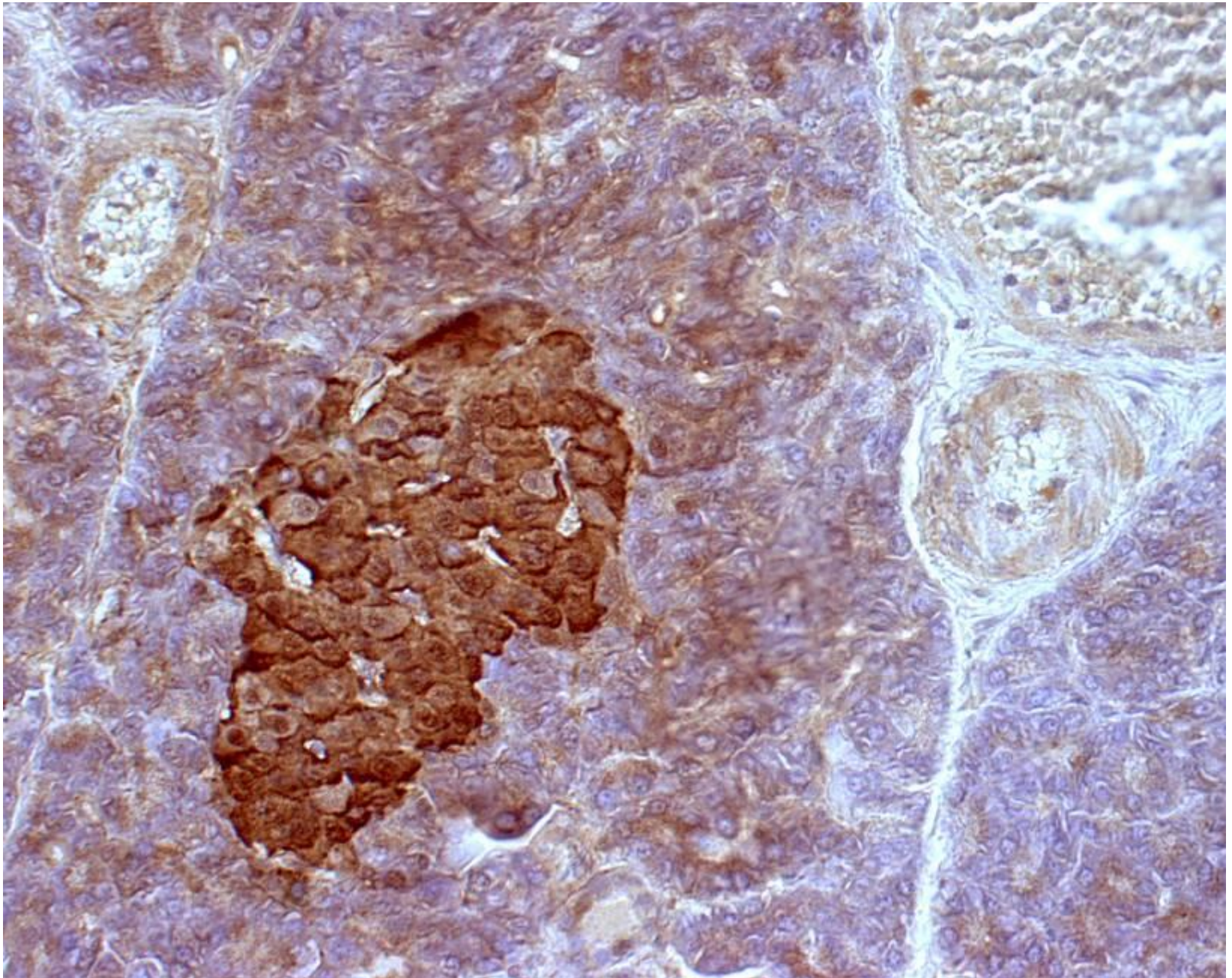
Insulae pancreaticae



Insulae pancreaticae PAS + Hem



Insulae pancreaticae - ABC prove of insulin E10



Slinivkové (Langerhansovy) ostrůvky

vývoj

- diferencují se z indiferentních slinivkových buněk
- oddělují se od vývodů
- nejprve A-buňky, pak B, D a PP
- *inzulární pole* – všechny typy promíchány
- *plášťové ostrůvky* – B v jádru, A v plášti

- inzulín v 10. týdnu
- glukagon v 15. týdnu

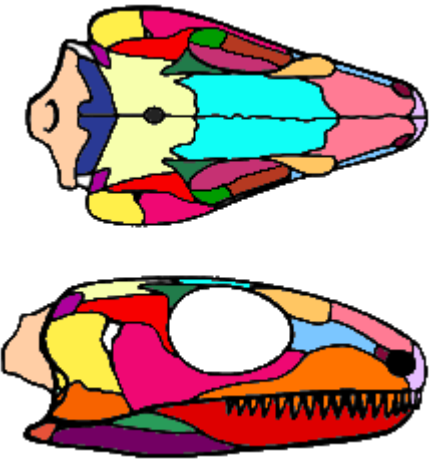
Multiple Endocrine Neoplasia = MEN syndrom

- mnohočetná neoplázie endokrinních žláz
- obvykle dědičné (autozomálně dominantně)
- 3 typy
- MEN 1 = nádory **příštítných tělísek, slinivky a podvěsku**
- MEN 2a = medulární karcinom **štítné žlázy (MTC), feochromocytom** a nádory **příštítných tělísek**
- MEN 2b = medulární karcinom štítné žlázy(MTC), feochromocytom a neuromy

Šišinka

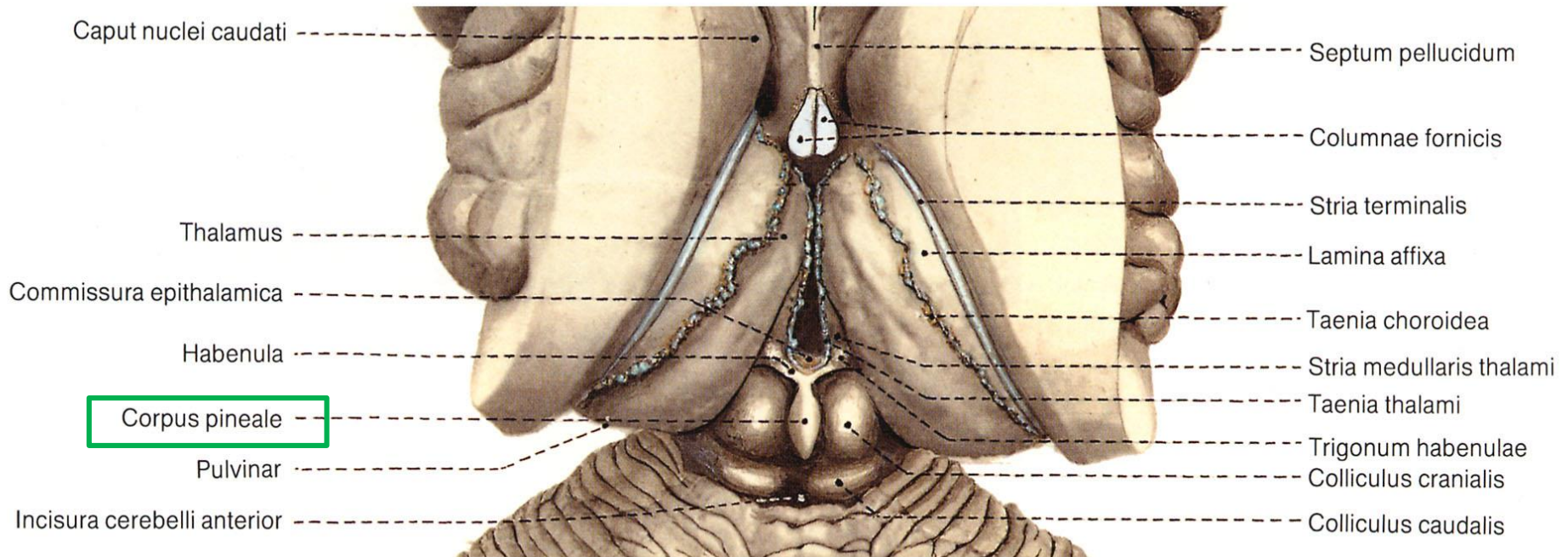
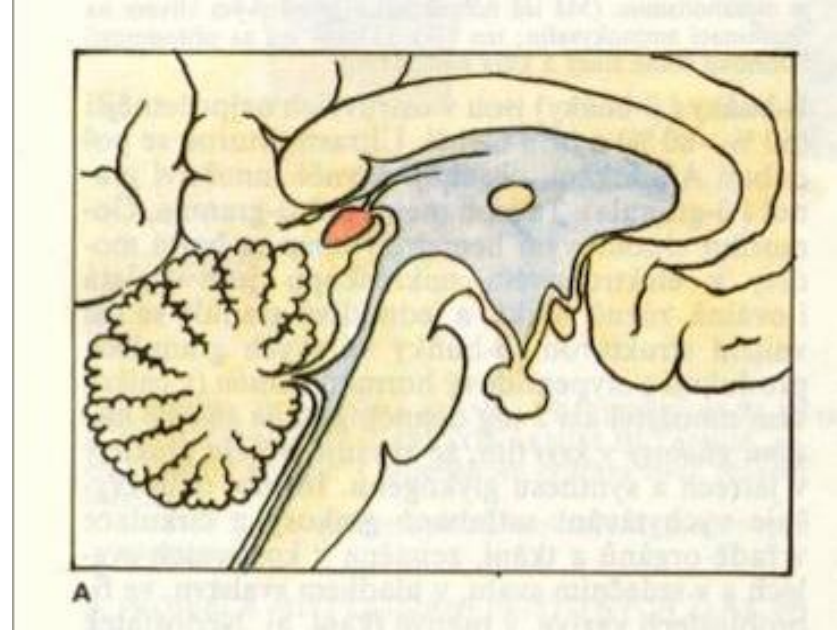
Glandula pinealis; Corpus pineale „Epiphysis; Nadvěsek mozkový“

- vývojový vztah k parietálnímu oku
- hatérie novozélandská (*Sphenodon punctatus*)
- reakce na polarizované světlo (měsíční biorytmy)

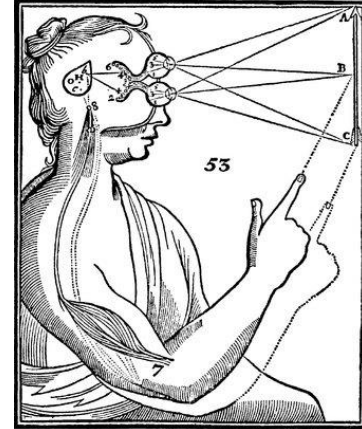


It is famous for the big development of the "third eye" on the head, visible in the young, called parietal eye © Southland Museum & Art Gallery, Invercarroll

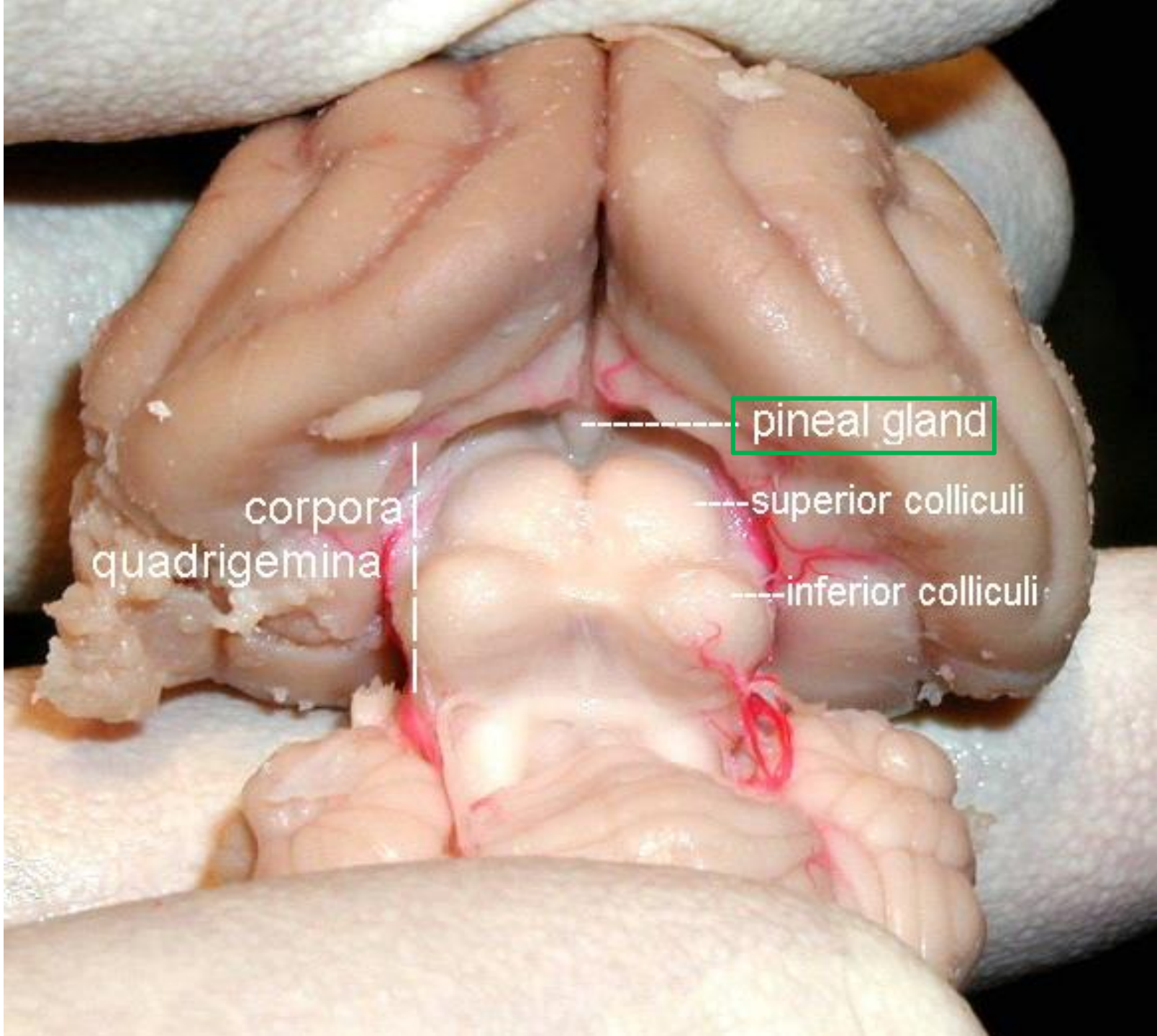
Šišinka



Šišinka



- součást epitalamu
- za horním zadním koncem III. komory
 - vybíhá do ní recessus pinealis (ventriculi tertii)
- dorzálně vybíhá nad mozkový kmen (nad čtverohrbolí středního mozku)
- rudimentární endokrinní žláza s tlumivým účinkem na činnost pohlavních žláz
- *melatonin* → změna hladiny během dne
- acervulus cerebri (= vápenaté konkrementy u dospělých) – CT, MRI
- pinealom (nádor) → u dětí *pubertas praecox*, u dospělých *insomnie* a *Parinaudův syndrom*

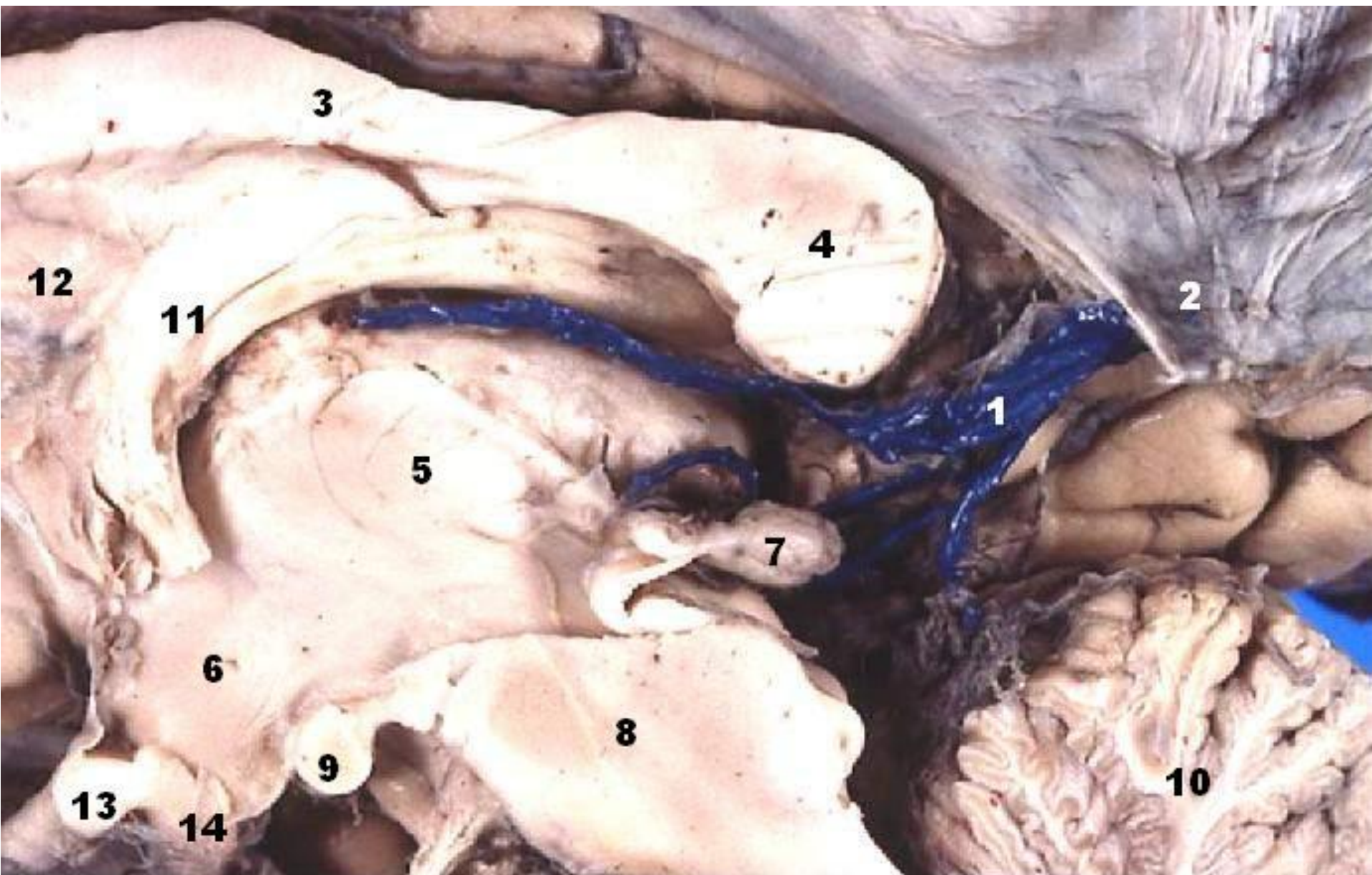


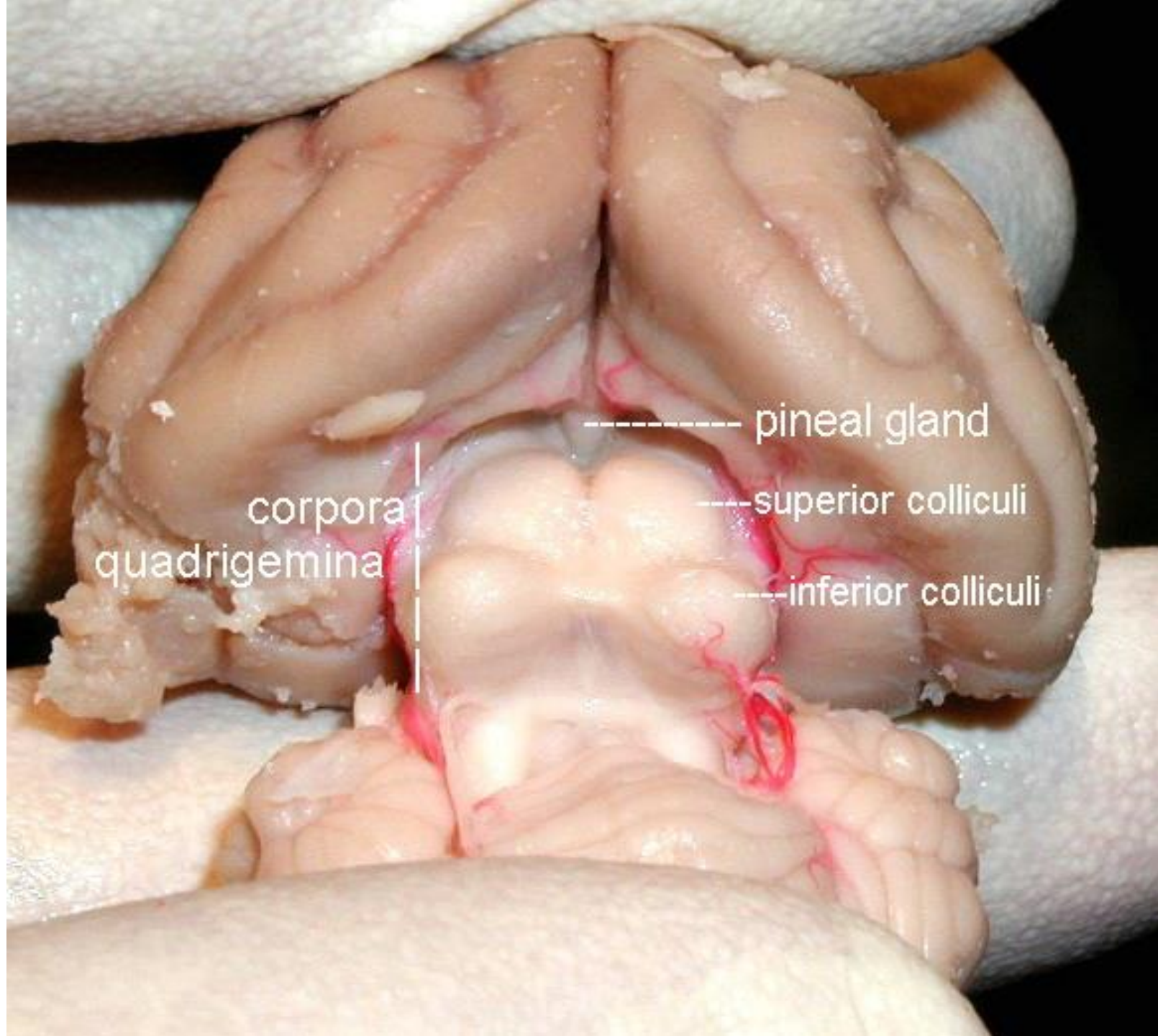
corpora
quadrigemina

pineal gland

superior colliculi

inferior colliculi





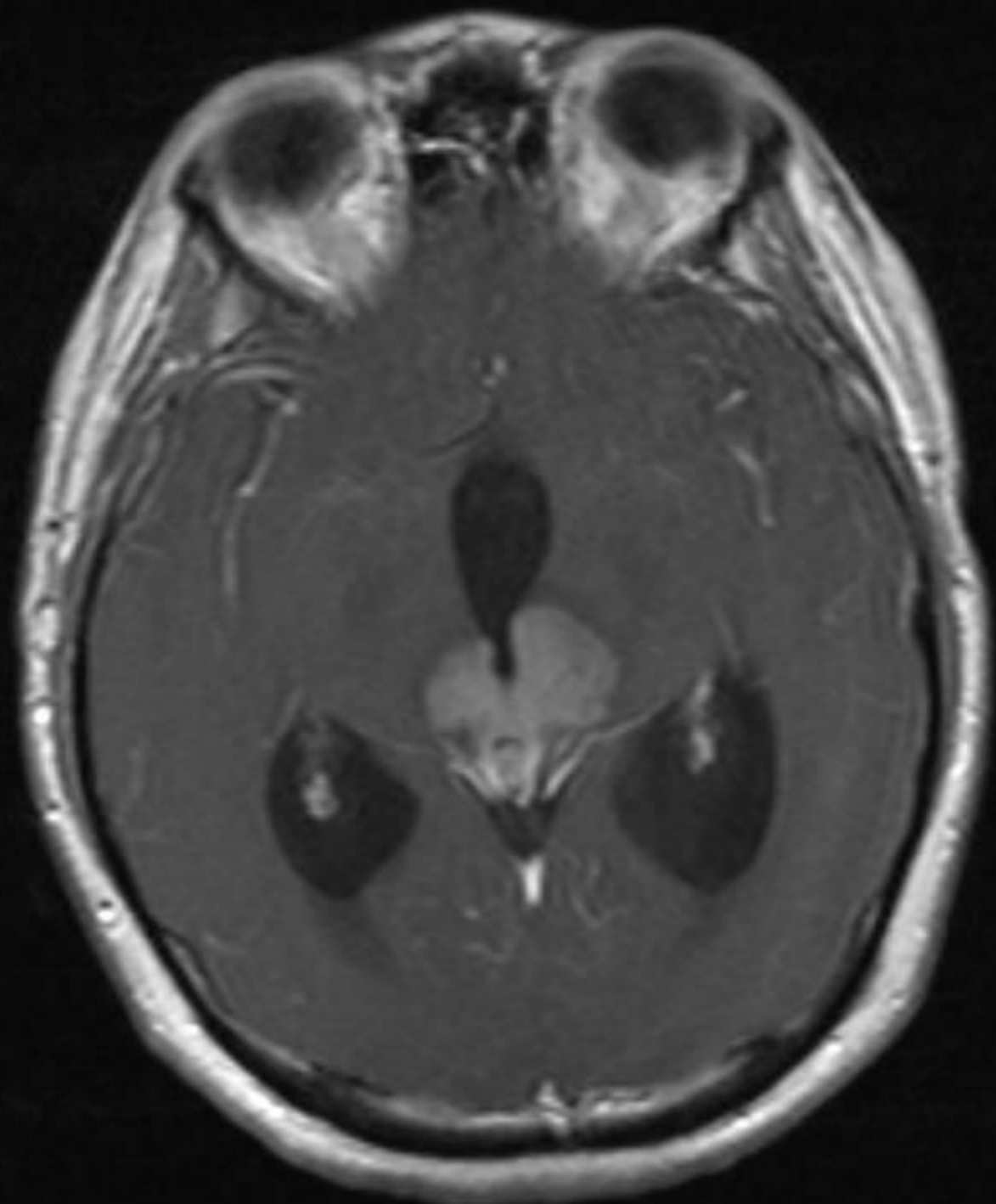
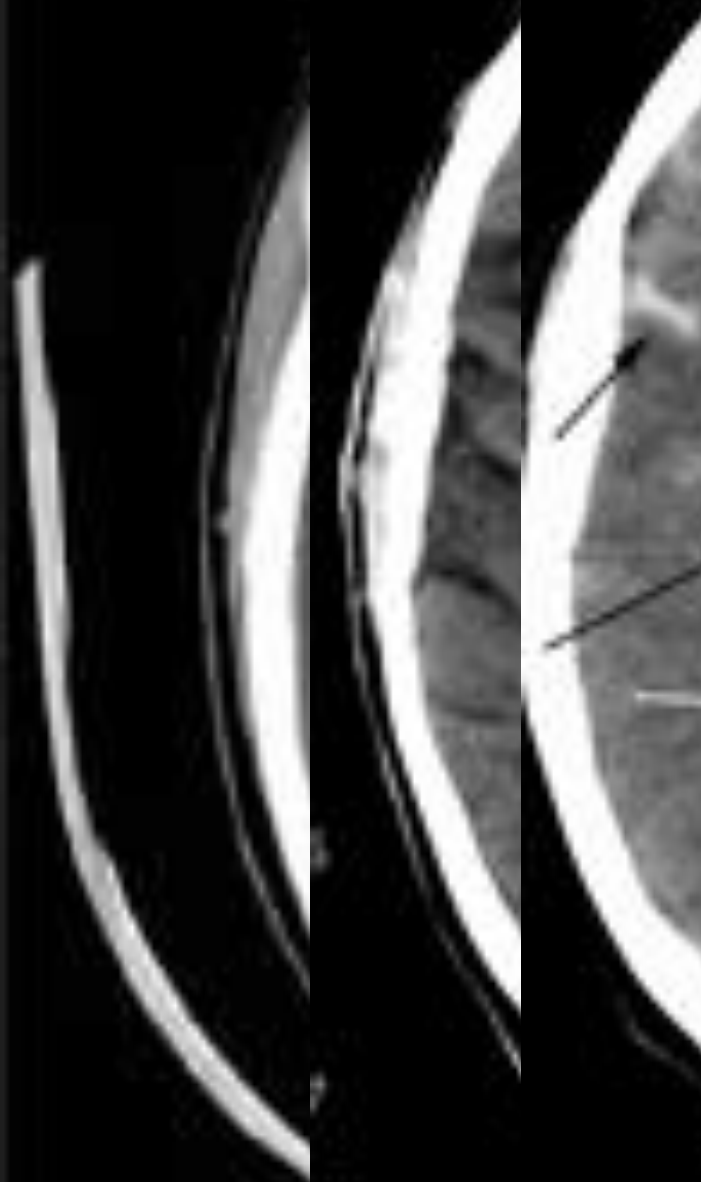
corpora
quadrigemina

pineal gland

superior colliculi

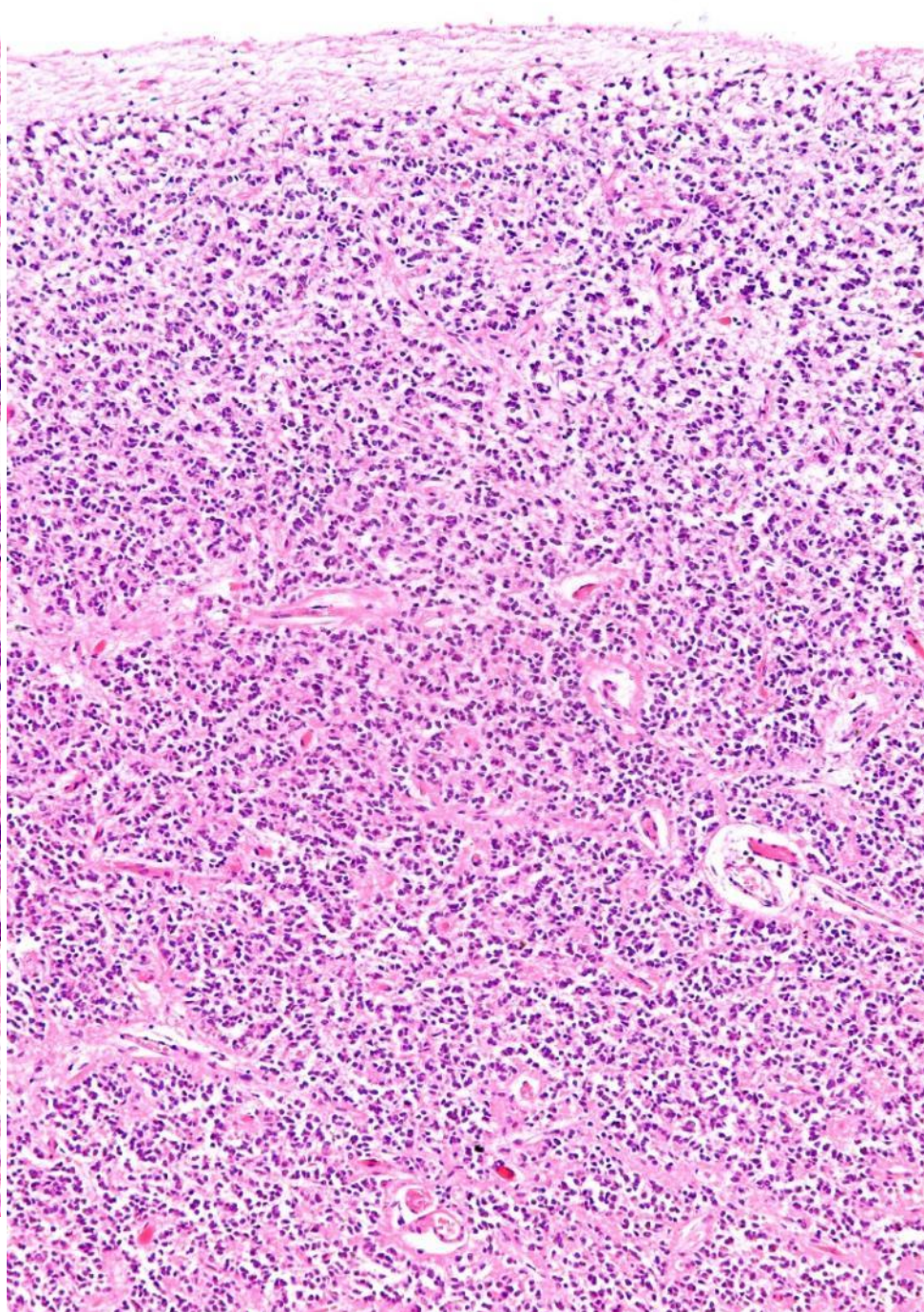
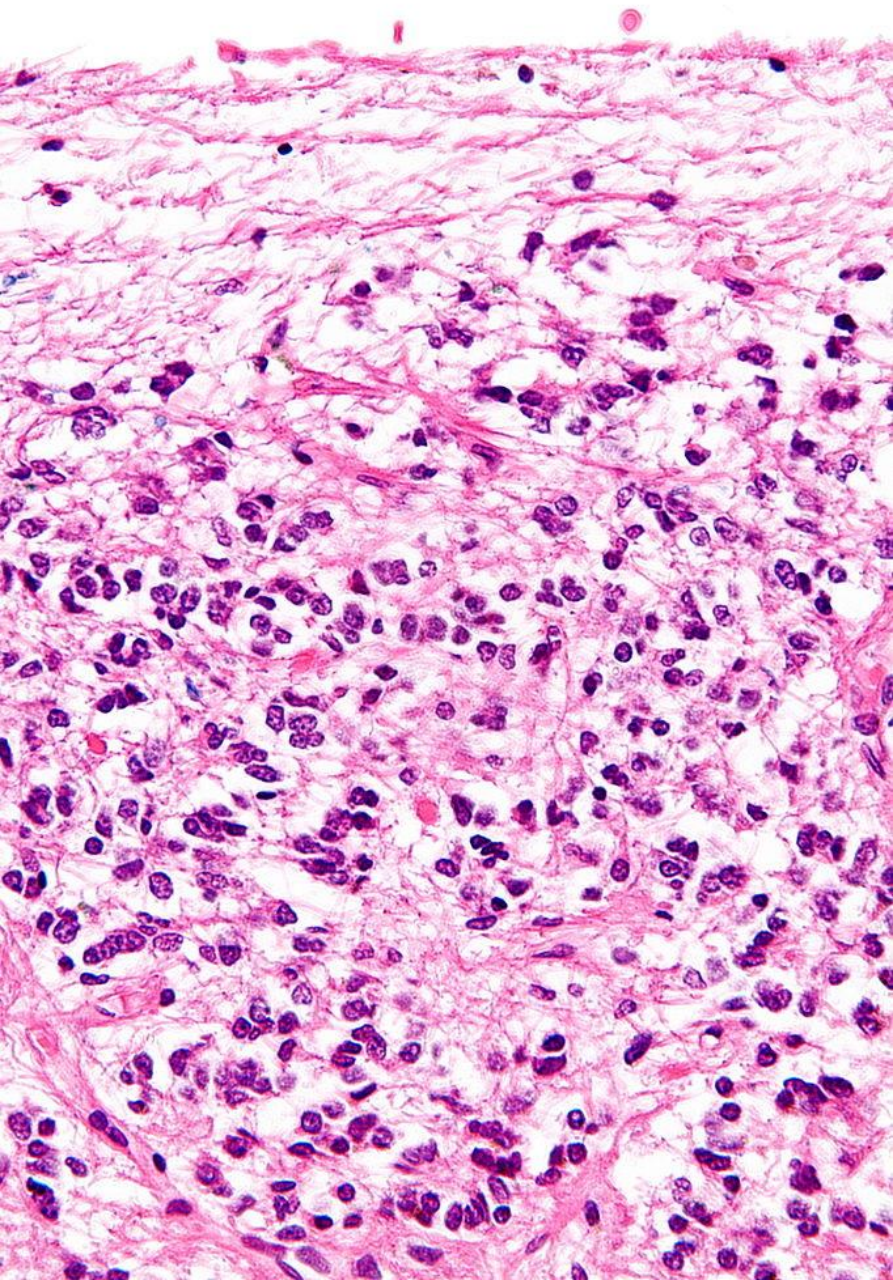
inferior colliculi

4.00.22
29



Šišinka – stavba

- pouzdro z *pia mater* → přepážky
- hlavní buňky (*pinealocyti*)
 - jádro s výrazným jadérkem, bazofilní cytoplazma
 - tvorba **melatoninu**
 - změna hladiny během dne
- intersticiální/astrogliové buňky (*astrocyti*)
 - tyčinkovité jádro
- n. pinealis → neurofibra non myelinata

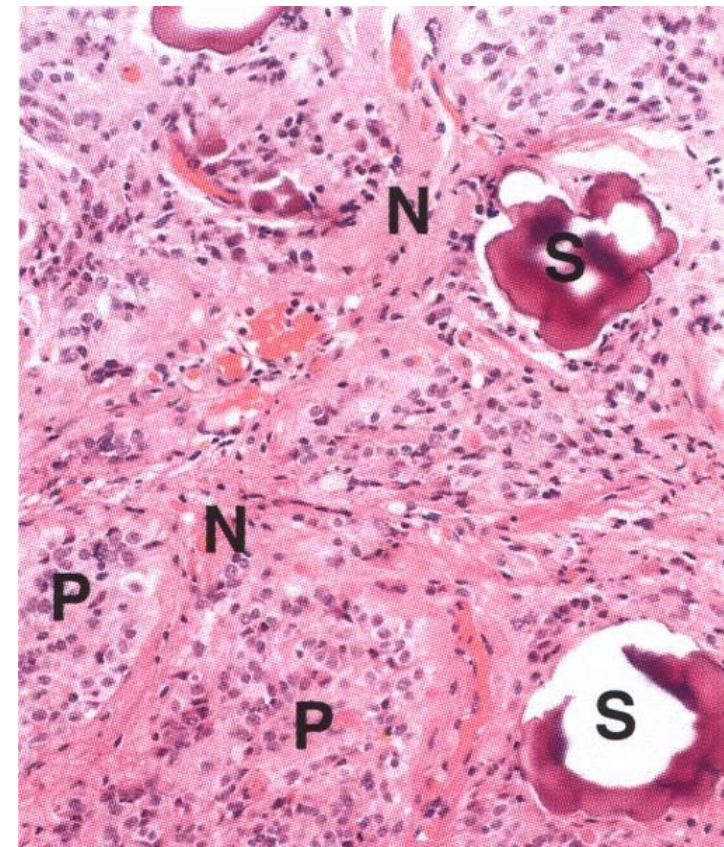
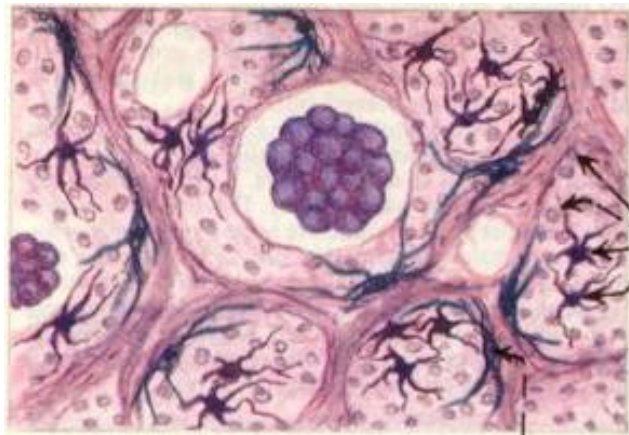
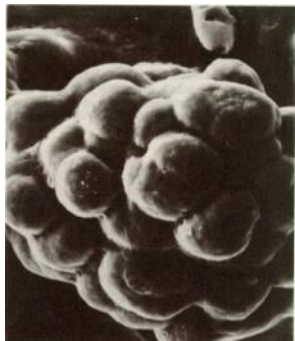
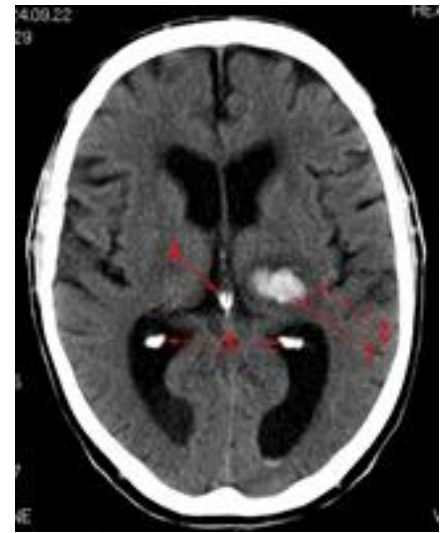


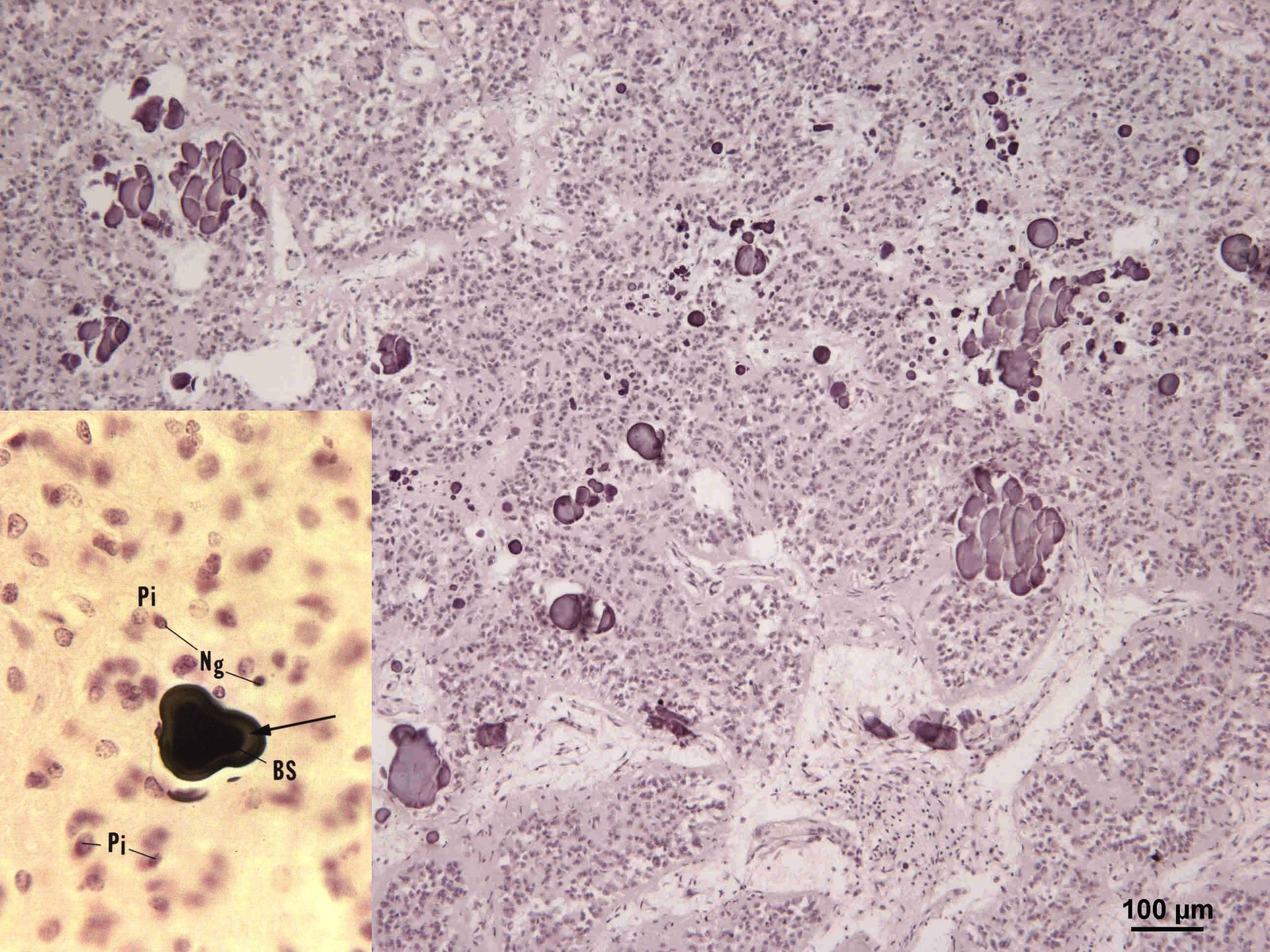
Šišinka – písek

acervulus; corpus arenaceum

(mozkový písek)

- konkrémenty bílkovinného materiálu s vápenatými solemi
- počet stoupá s věkem
- CT, MRI





Pi

Ng

BS

Pi

100 μm

Srdce

- síňové kardiomyocyty
- **atriální natriuretický peptid / faktor (ANP / ANF)**
- peptid
- vazodilatační a natriuretické účinky (zvýšené vylučování Na^+ iontů a následně vody v ledvinách)

- komorové kardiomyocyty
- **mozkový natriuretický peptid (BNP)**
- vyšší plazmatická koncentrace u srdečního selhání
→ diagnostický marker

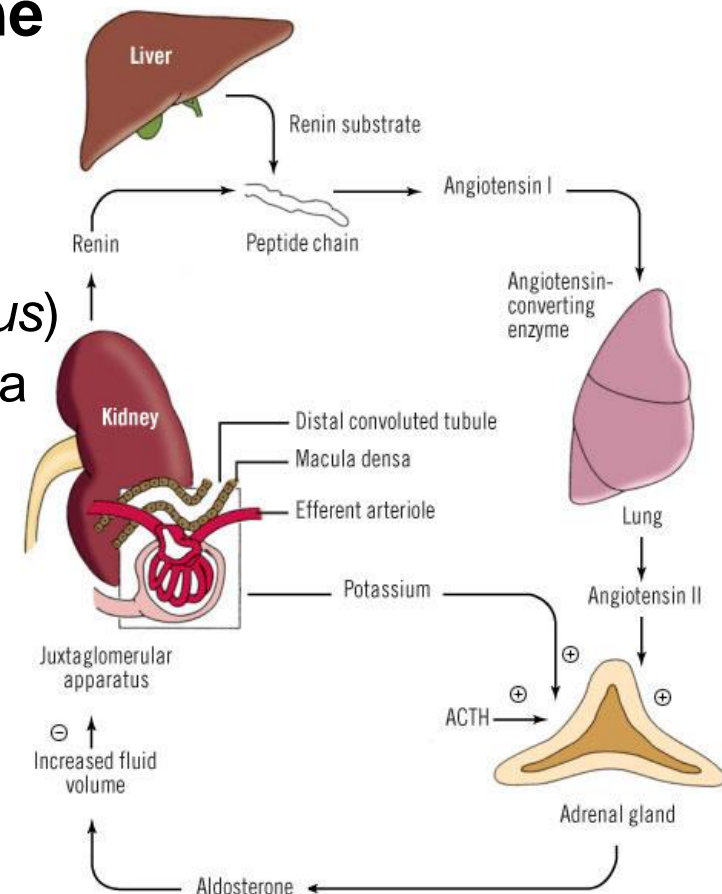
Ledviny – erythropoetin

- peritubulární intersticiální buňky kůry
- **erythropoetin**
- glykoprotein
- stimulem je hypoxie (snížená hladina kyslíku v ledvinách)
- zajišťuje vyrovnaní erythropoézy a snižuje fyziologicky se vyskytující apoptózu progenitorových buněk
- při nedostatku se rozvíjí anémie, např. při chronickém onemocnění ledvin
- možná substituční léčba
- zneužívání ve sportovním doping

Ledviny – RAA osa

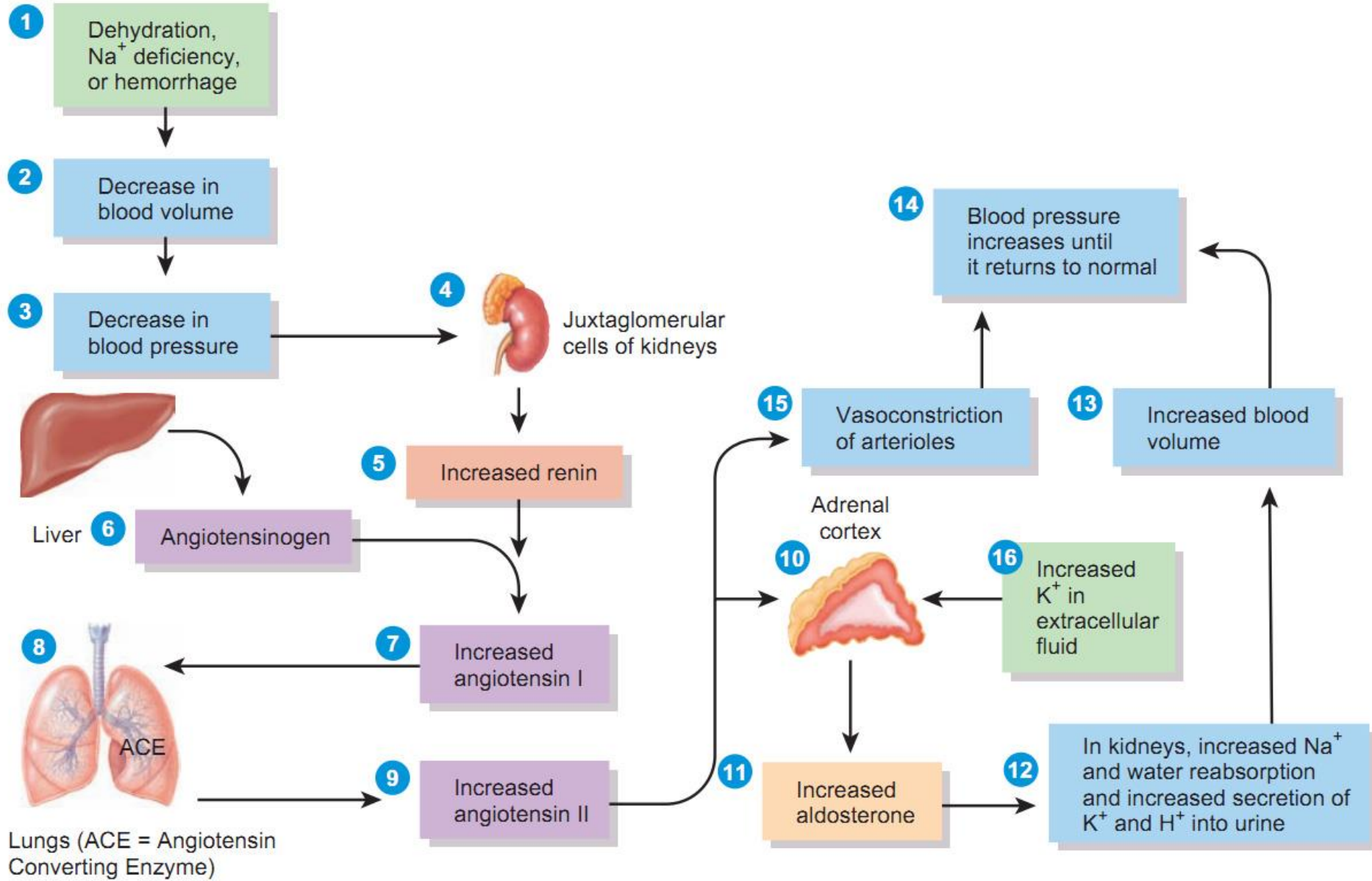
Juxtaglomerulární aparát (*Complexus juxtaglomerularis*)

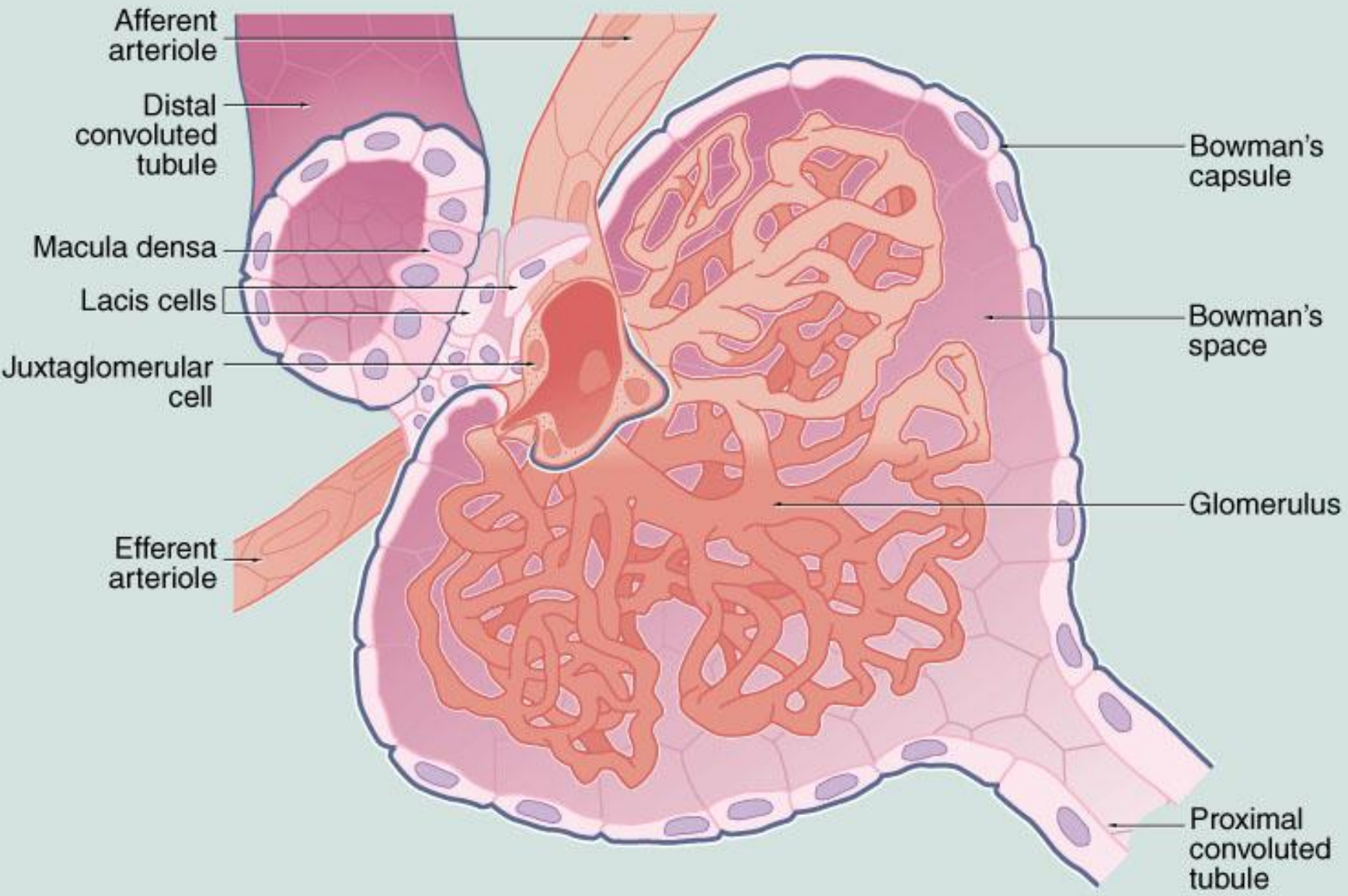
- **regulace krevního tlaku**
- systém **renin-angiotensin-aldosterone (RAA)**
- **granulární buňky arteriola afferens + efferens**
 - = juxtaglomerulární buňky (*juxtaglomerulocytus*)
 - transformované svalové buňky tunica media
 - mechanoreceptory
 - tvoří renin
- **macula densa tubuli distalis**
 - = *epitheliocytus maculae densae*
 - chemoreceptor
- **extraglomerulární mezangiální buňky**
 - = *mesangiocytus extraglomerularis*
 - Goormaghtighi*; lacis cell



Regulation of aldosterone secretion by the renin–angiotensin–aldosterone (RAA) pathway.

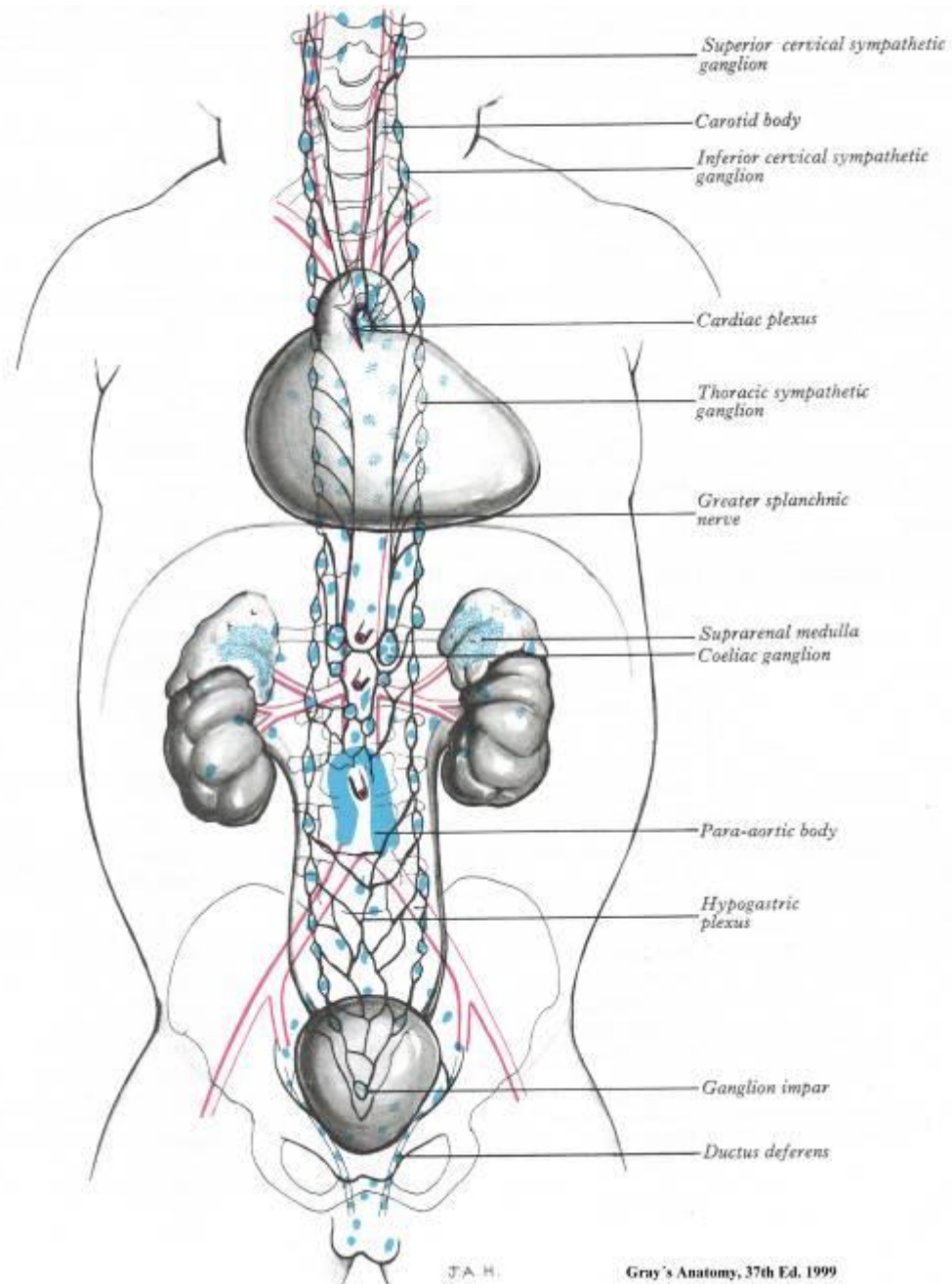
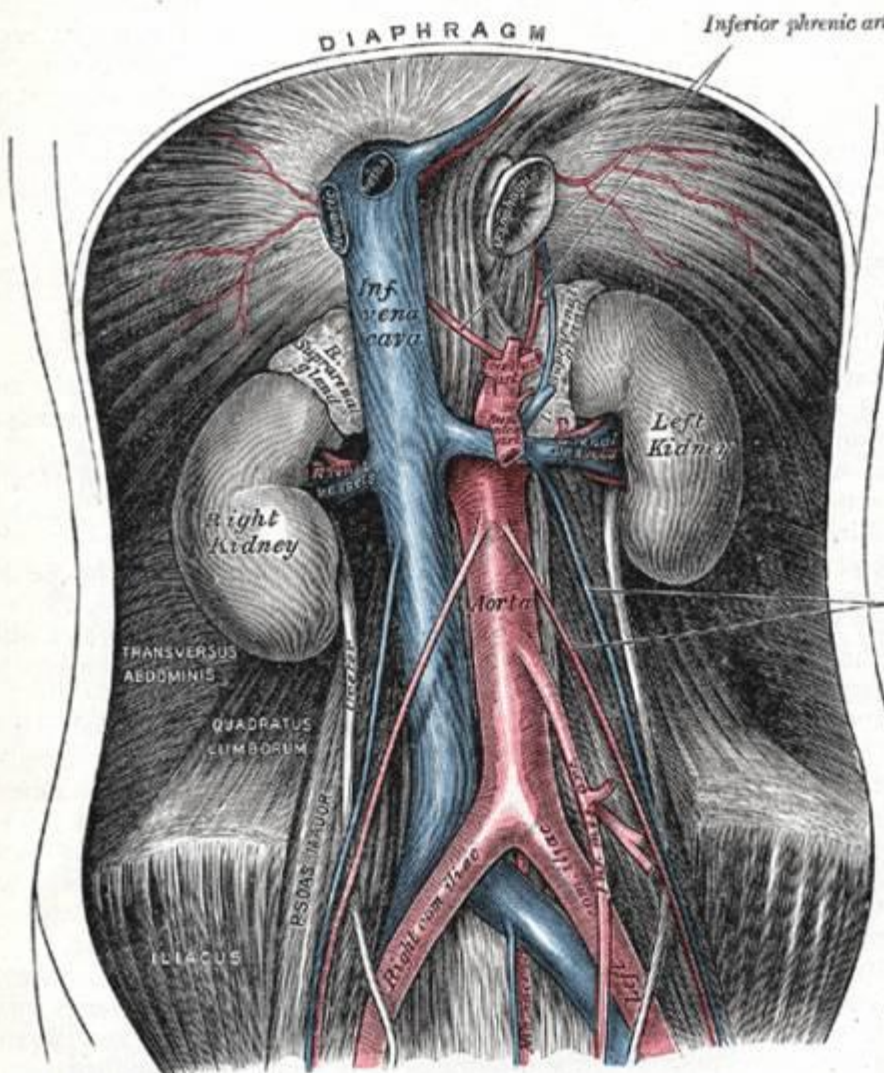
Aldosterone helps regulate blood volume, blood pressure, and levels of Na^+ , K^+ , and H^+ in the blood.



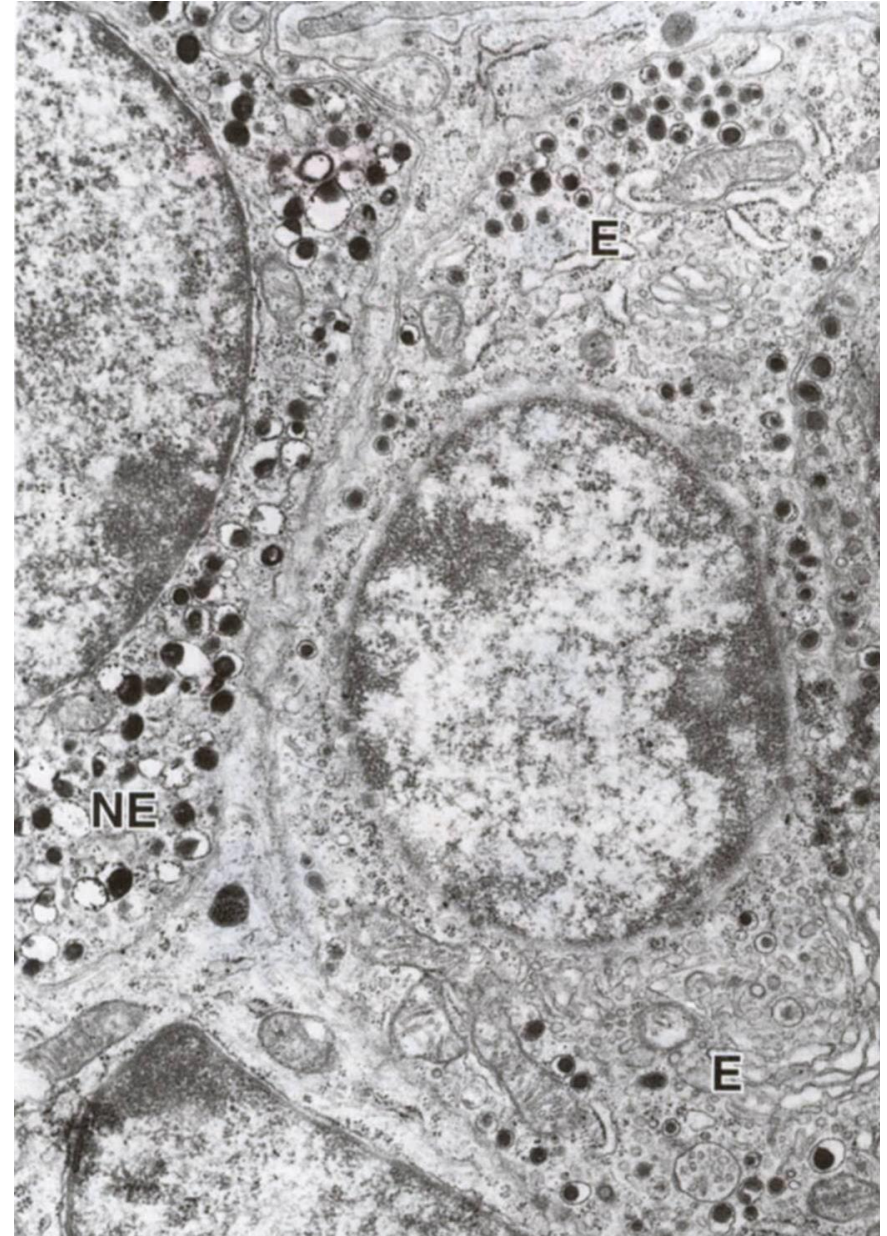
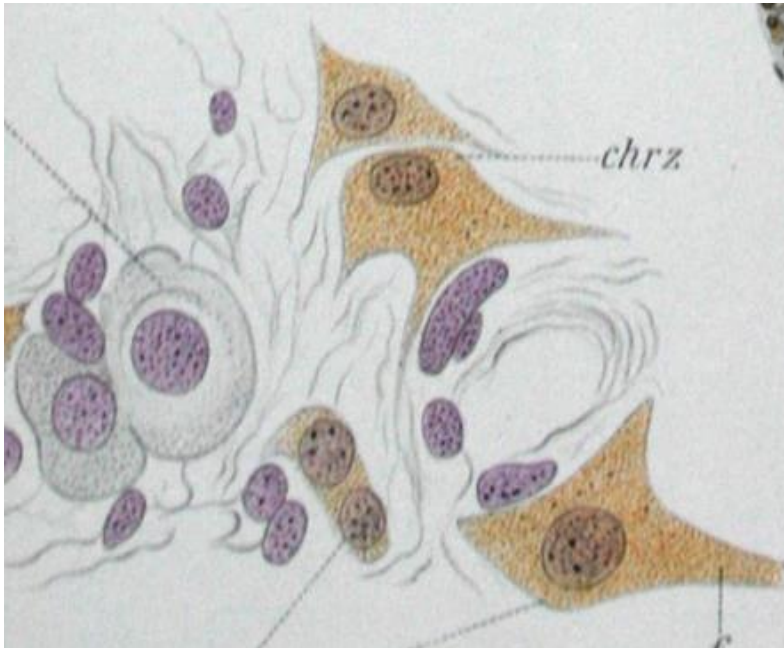
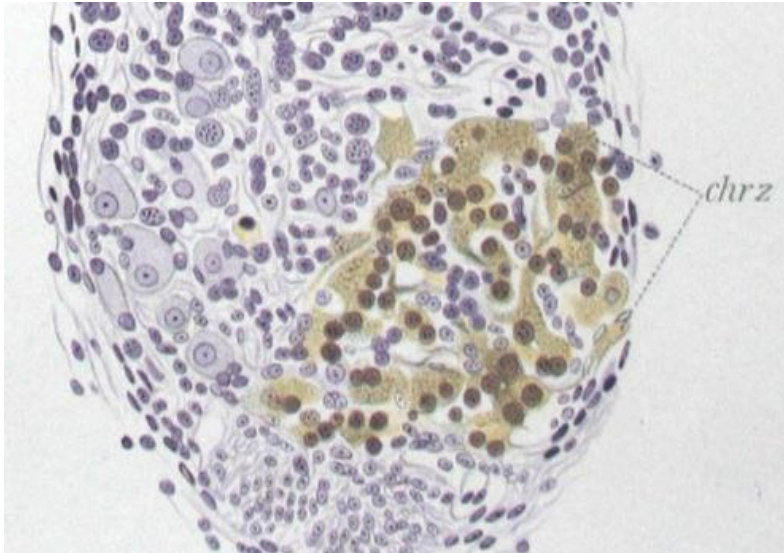


Paraganglia

- chromafinní (dříve paraganglia sympathica)
 - paraganglion aorticum abdominale
Zuckerkandli
 - glomus coccygeum *Luschkae*
 - glomus jugulare
- bez chromafinní reakce (dříve paraganglia parasymphathica)
 - baro- a chemoreceptory
 - *glomus caroticum a glomus aorticum*



Chromafiní buňky paraganglií



Roztroušené endokrinní buňky

- endokrinní buňky trávicí trubice a dýchacích cest (DNES, dříve APUD)
- „uzavřený“ typ – „otevřený“ typ
- obsahují četná granula
- velké množství typů = množství hormonů regulujících funkce trávicí trubice

