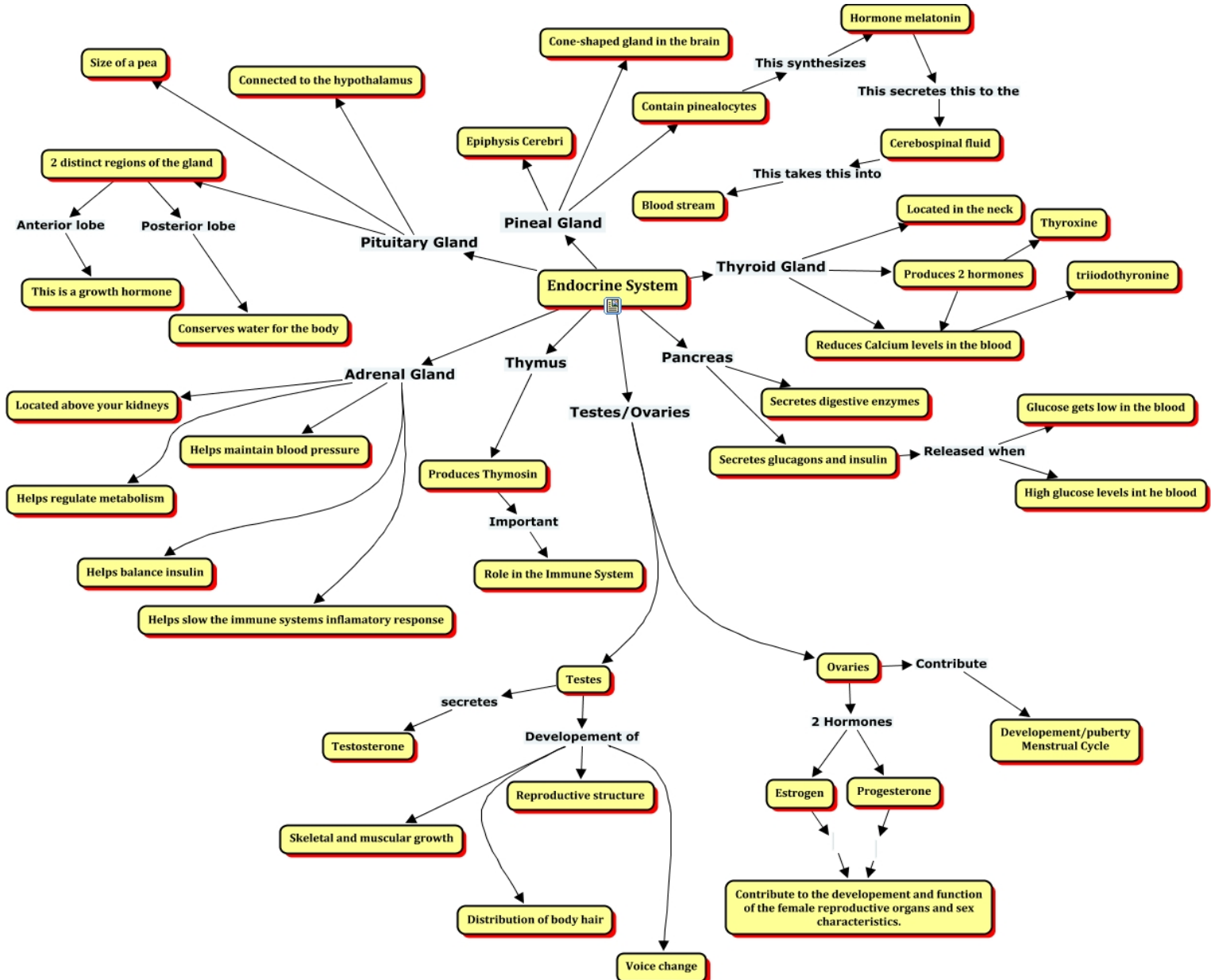
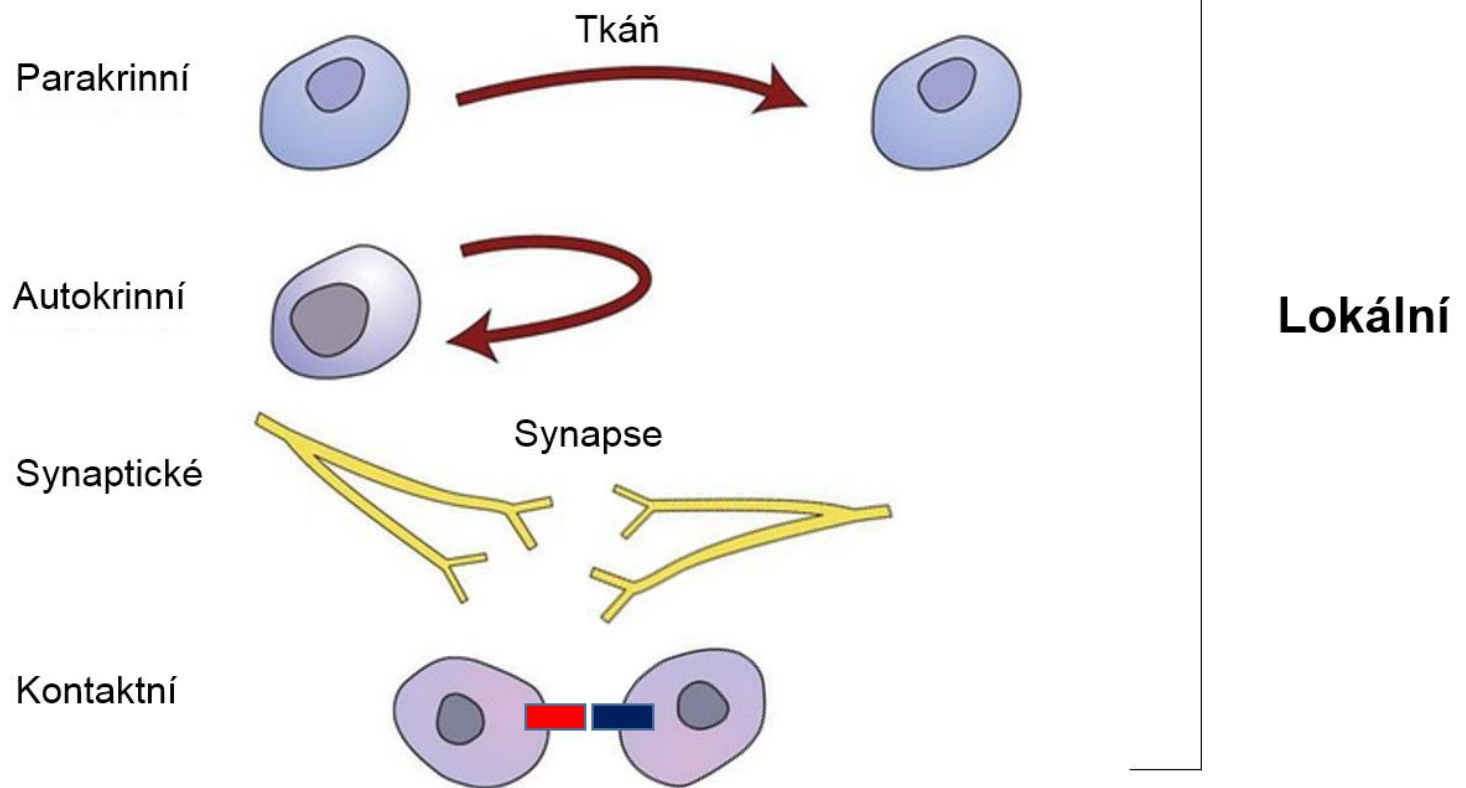


Endokrinní systém

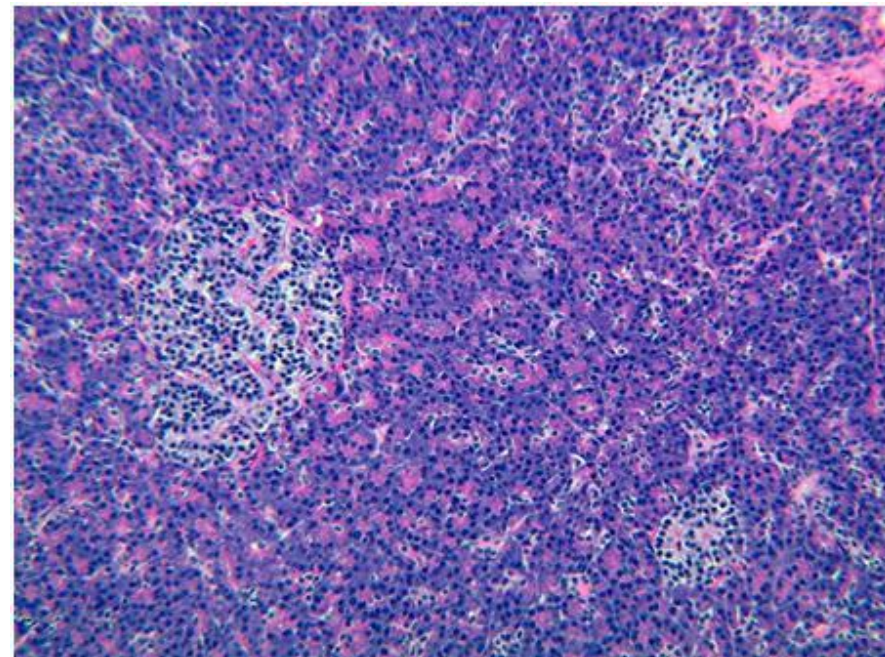
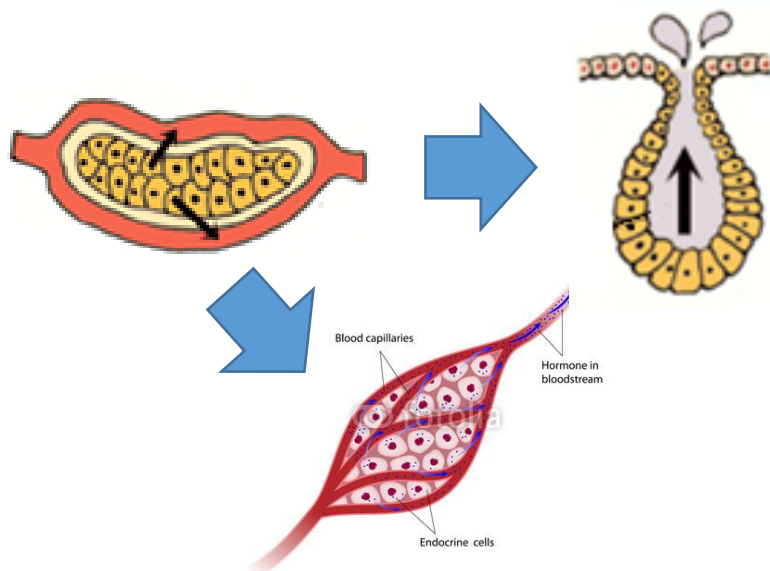


MEZIBUNĚČNÁ KOMUNIKACE



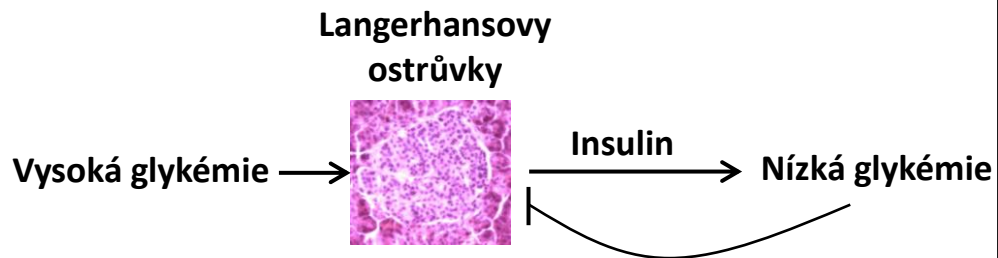
OBECNÉ VLASTNOSTI ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU

- **ENDOKRINNÍ ORGÁNY** (např. hypofýza, štítná žláza, příštítná tělíska, nadledviny)
- **ENDOKRINNÍ TKÁŇ jako součást JINÝCH ORGÁNŮ**
(pankreas, gonády, ledviny, placenta)
- **IZOLOVANÉ ENDOKRINNÍ BUŇKY** (DNES, APUD)
- **NEUROENDOKRINNÍ BUŇKY**
- **Jednotné vývojové schéma endokrinních žláz**
 - invaginace různých epitelů, které ztratily kontakt s původní tkání
 - na rozdíl od exokrinních žláz nemají vývod

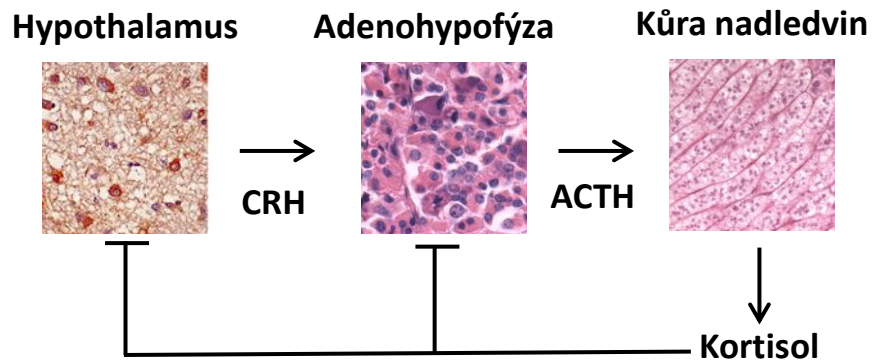


JAK JE ŘÍZENÁ SEKRECE HORMONŮ?

1. Negativní zpětná vazba změnou metabolického stavu



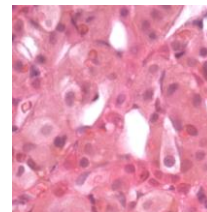
2. Negativní zpětná vazba zvýšením koncentrace sekretovaného hormonu



3. Nervovým systémem – přímou inervací

CNS (sympatikus)

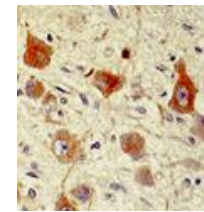
↓
Dřeň nadledvin



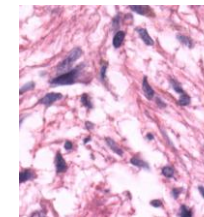
↓
Adrenalin

CNS

↓
Hypothalamus



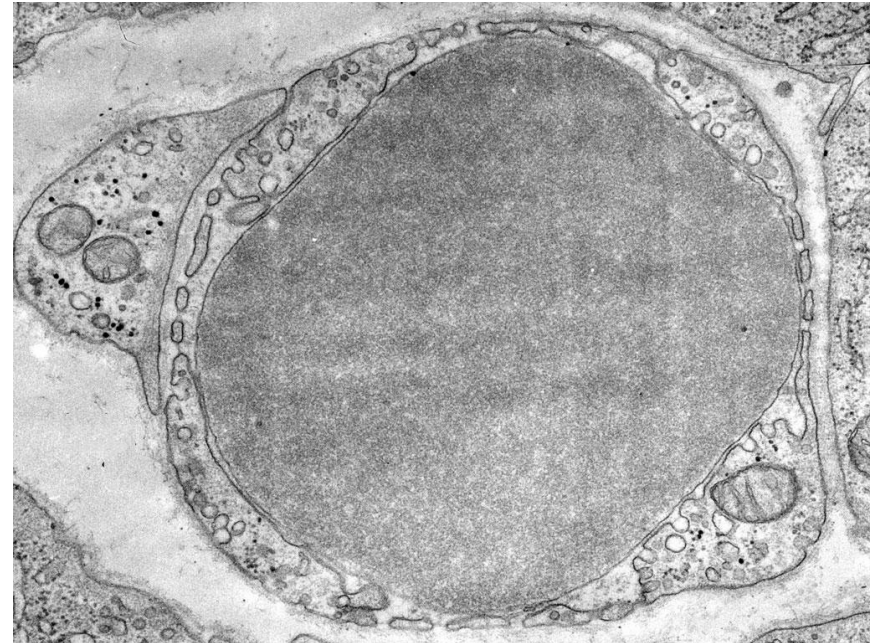
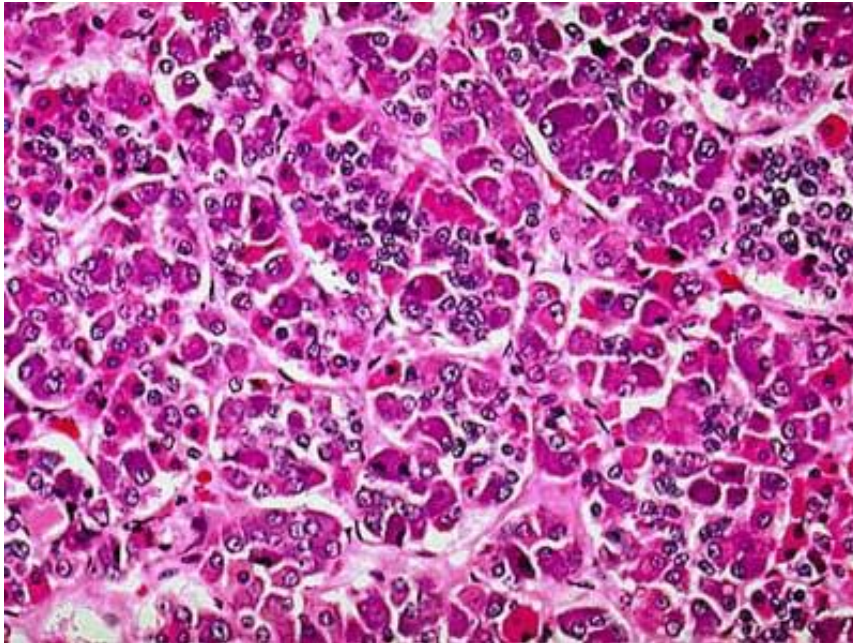
↓
Neurohypofýza



↓
ADH

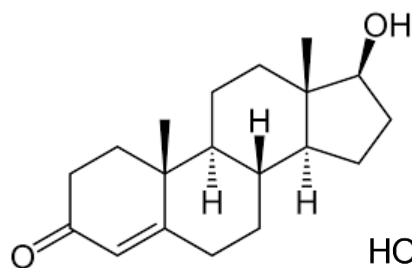
OBEČNÁ MORFOLOGIE ENDOKRINNÍCH ORGÁNŮ

- **Vazivové pouzdro + septa**
- Trámce žláзовého epitelu nebo **folikuly** nebo **skupinky** žláзовých buněk
- **Kapilární síť**
 - Fenestrovane kapiláry
 - Sinusoidy

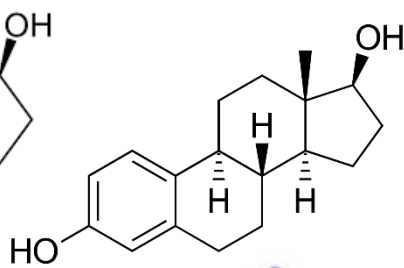


OBECNÉ VLASTNOSTI HORMONŮ

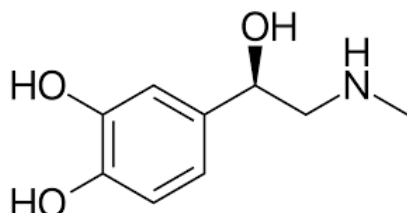
- **Steroidy** – hydrofobní, cytoplasmatické nebo jaderné receptory (pohlavní hormony, kortikoidy)
- **Proteiny a polypeptidy** – hydrofilní, receptory na buněčné membráně (insulin, hormony adenohipofýzy, PTH, ...)
- **Malé peptidy** (ADH, vasopresin)
- **Aminokyseliny a jejich deriváty** (adrenalin, noradrenalin, thyroxin)



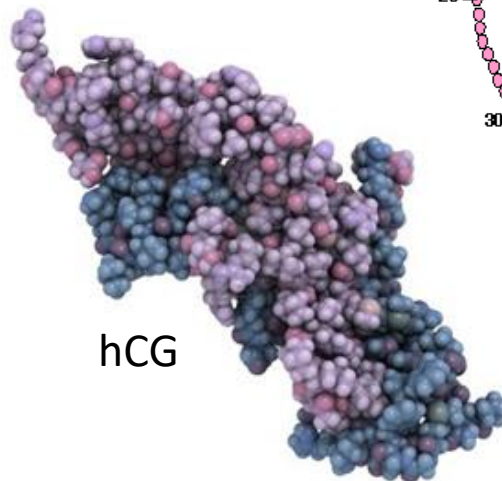
Testosteron



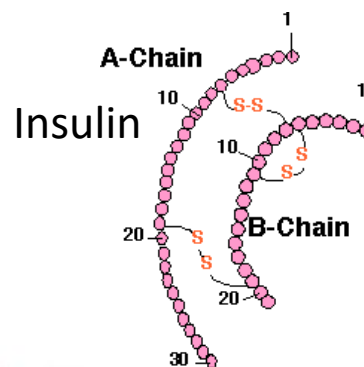
Estradiol



Adrenalin



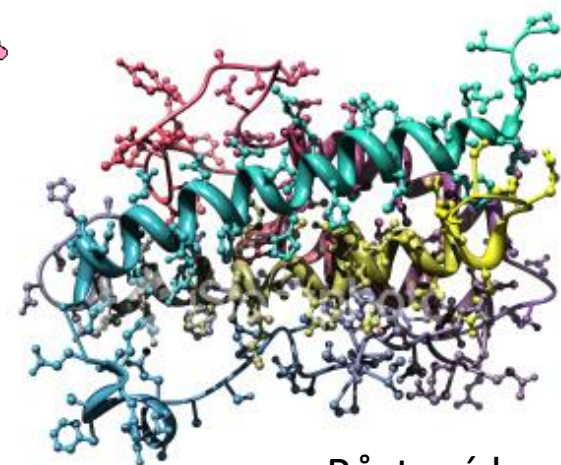
hCG



Insulin

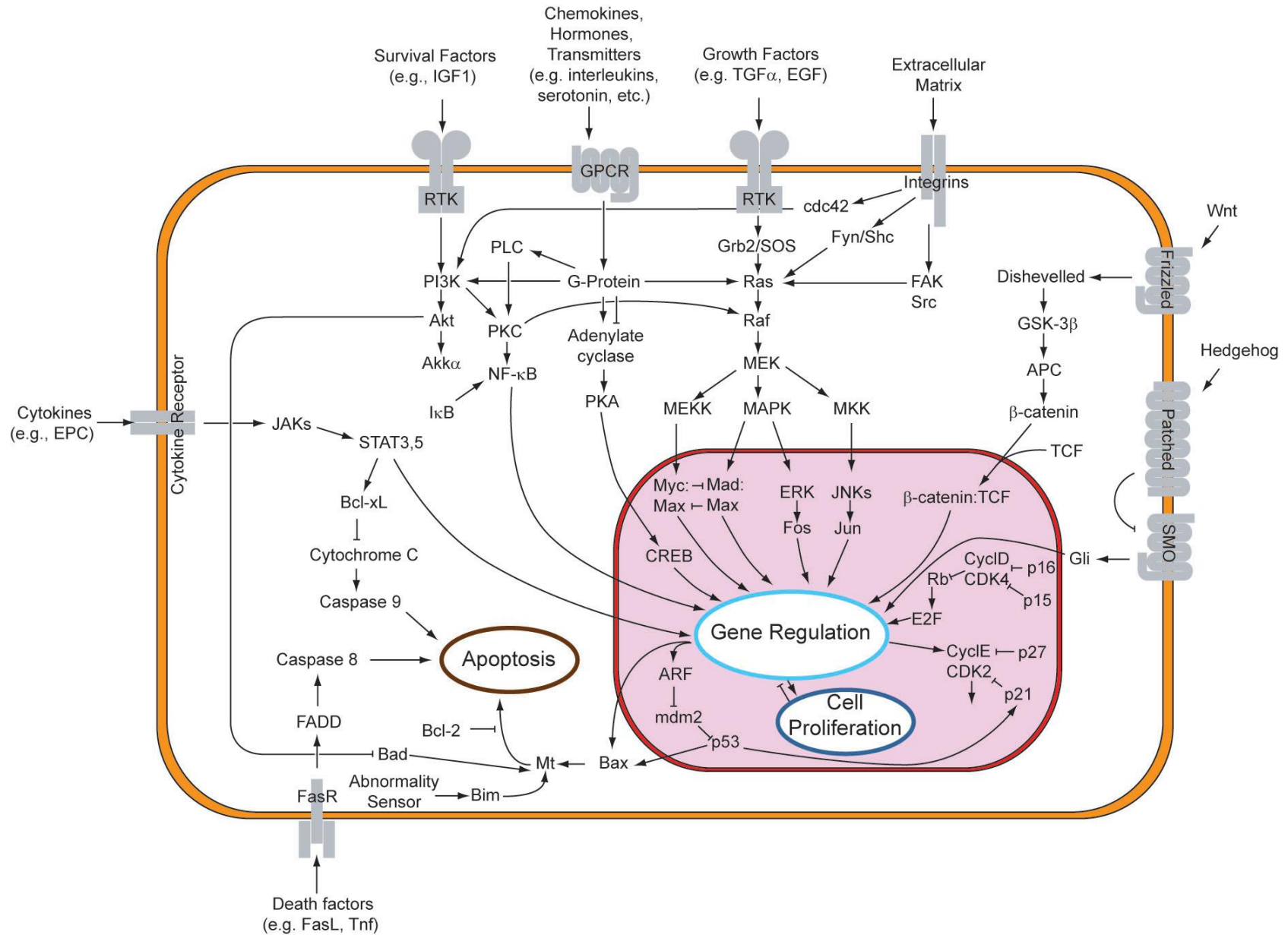


Melatonin

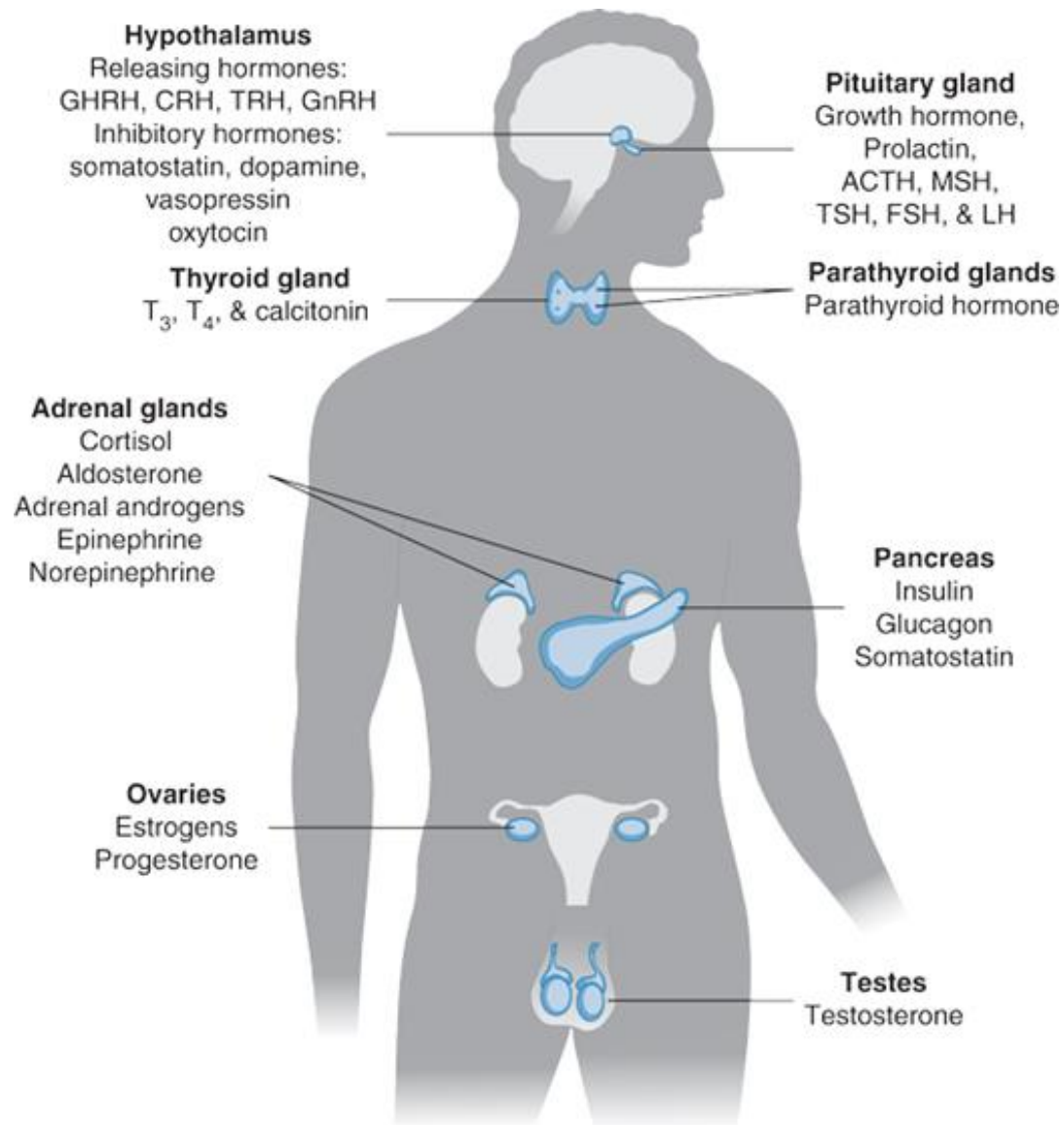


Růstový hormon

OBEČNÉ VLASTNOSTI HORMONŮ



ENDOKRINNÍ ŽLÁZY



HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)



corpus callosum

HYPOTHALAMUS

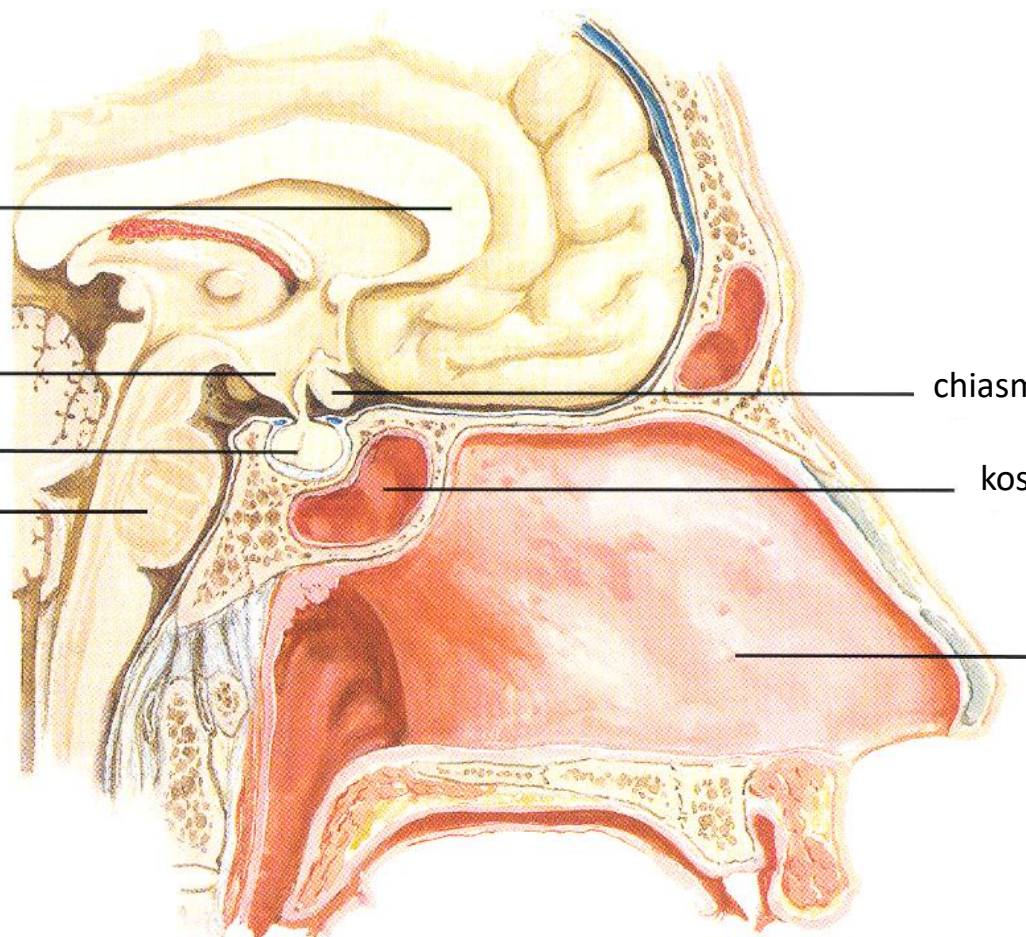
HYPOFÝZA

pons

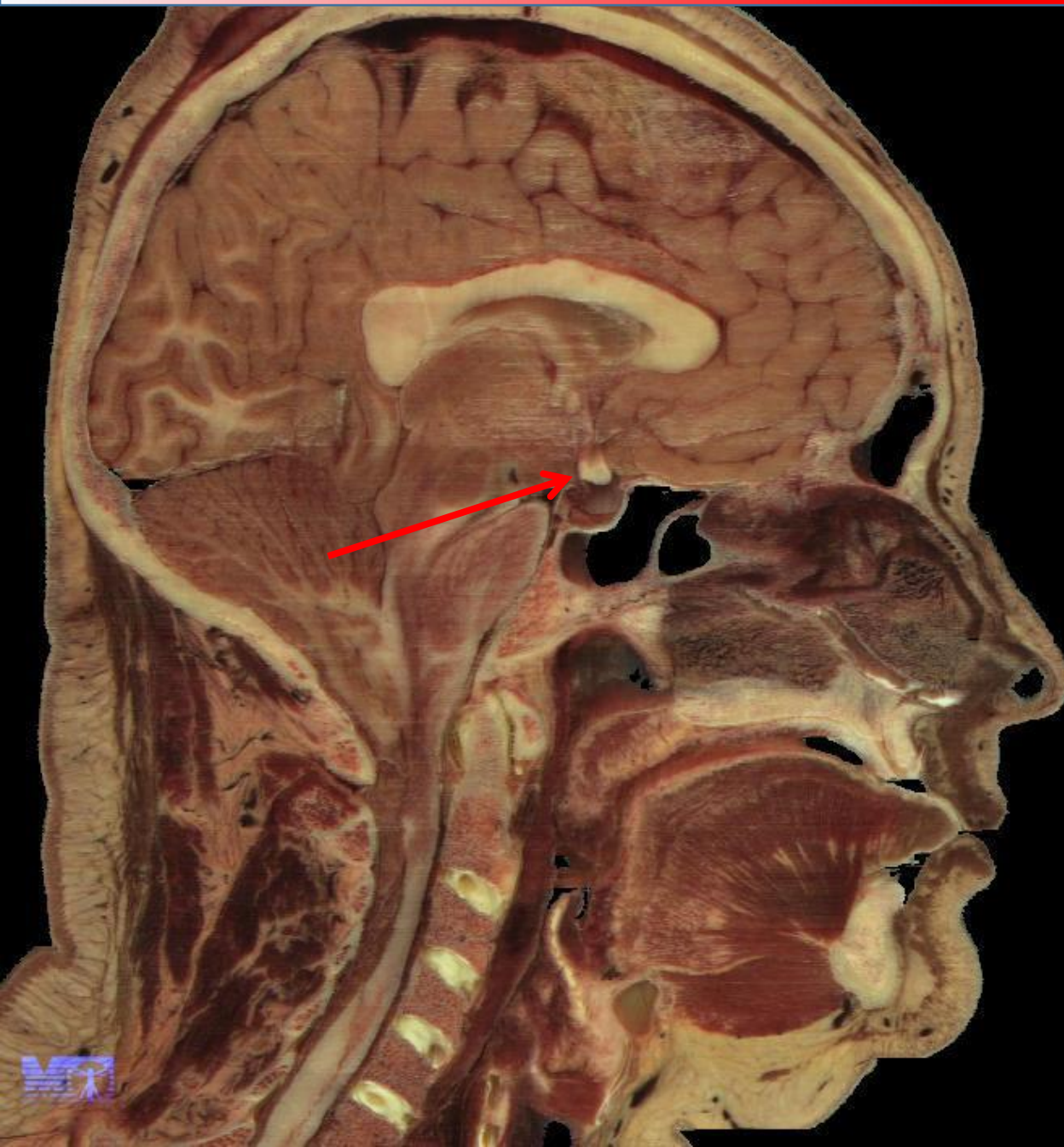
chiasma opticum

kost klínová

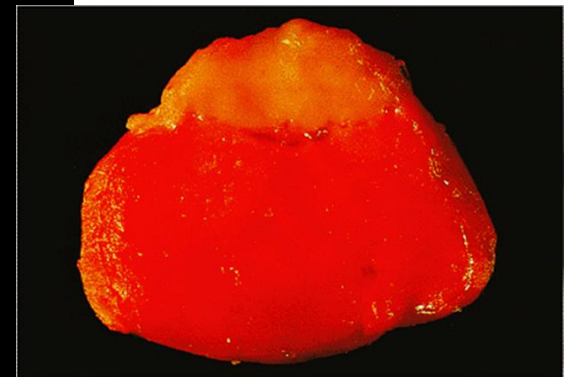
přepážka nosní



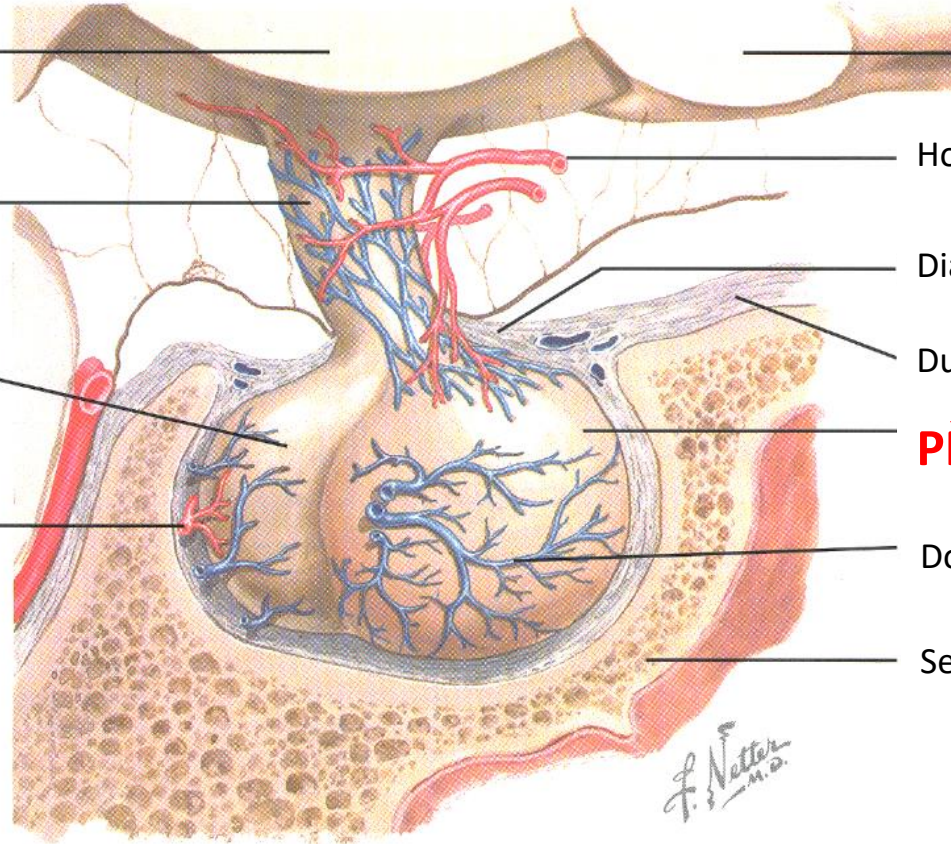
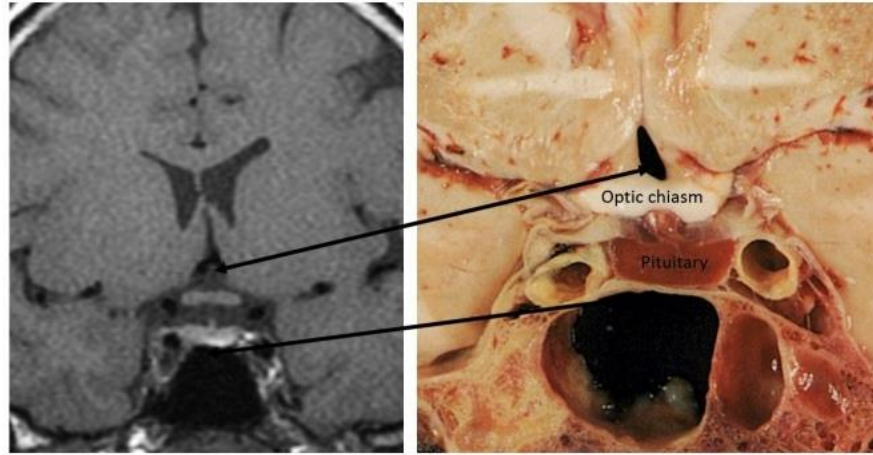
HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)



- hypothalamus
- sella turcica
- fossa hypophysialis
- optické chiasma



HYPOFÝZA (GL. PITUITARIA)



Chiasma opticum

Horní hypofyzární arterie

Diaphragma sellae

Dura mater

PŘEDNÍ LALOK

Dolní hypofyzární žíla

Sella turcica kosti klínové

HYPOTHALAMUS

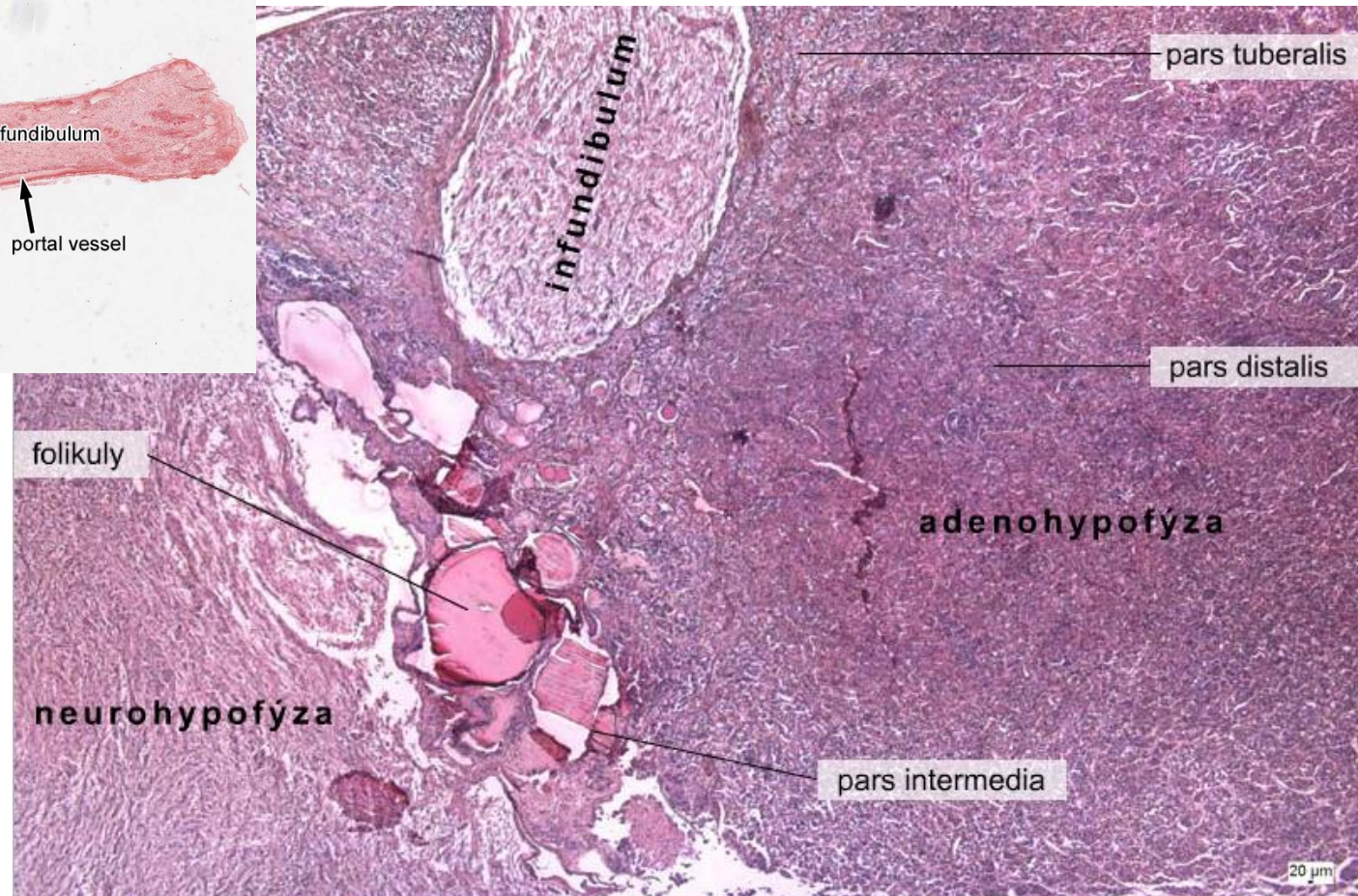
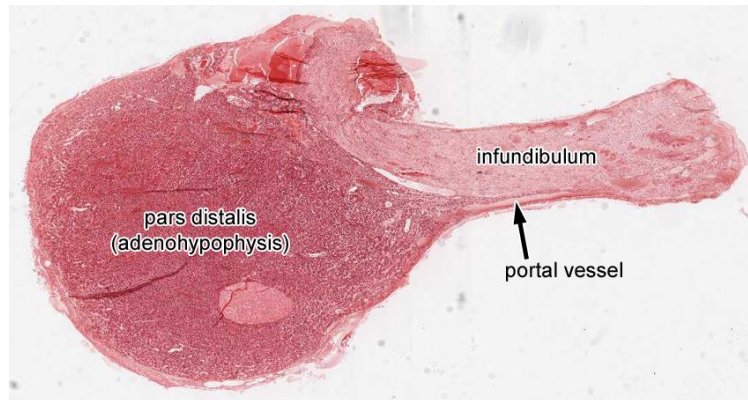
INFUNDIBULUM

ZADNÍ LALOK

Dolní hypofyzární arterie

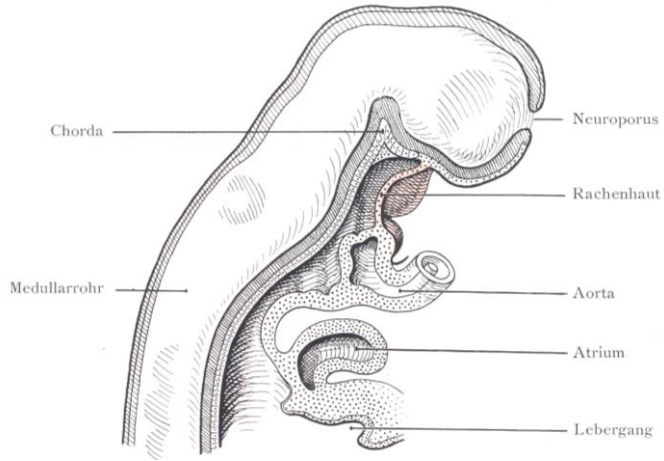
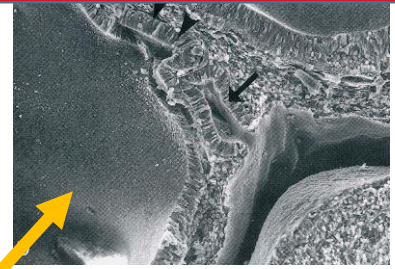
ZÁKLADNÍ STAVBA

- adenohypofýza (*pars distalis*, *pars tuberalis*, *pars intermedia*)
- neurohypofýza (*pars nervosa*)
- *infundibulum*, *eminencia mediana*

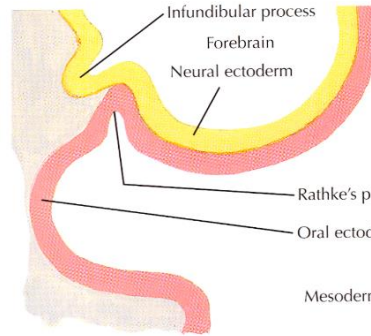


EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ HYPOFÝZY

1. Ektoderm stomodea (Rathkeho výchlípka)
2. Neuroektoderm ventrální stěny diencefalonu

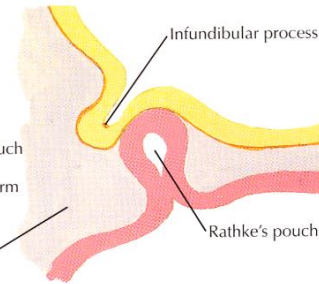


~3. týden



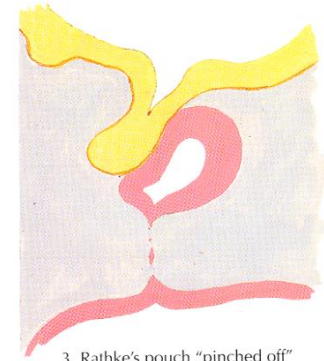
1. Beginning formation of Rathke's pouch and infundibular process

~6. týden

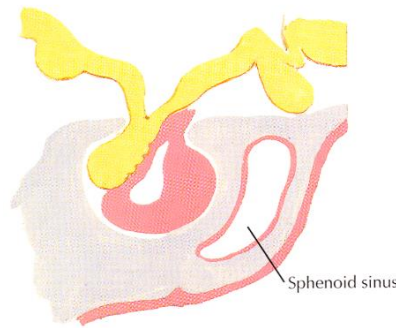
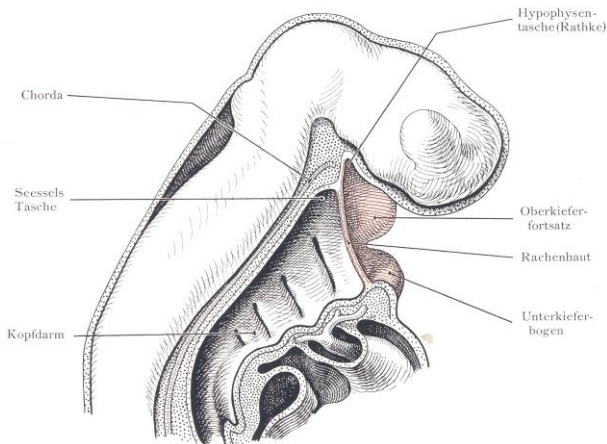


2. Neck of Rathke's pouch constricted by growth of mesoderm

~8. týden

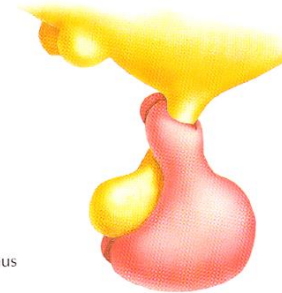


3. Rathke's pouch "pinched off"



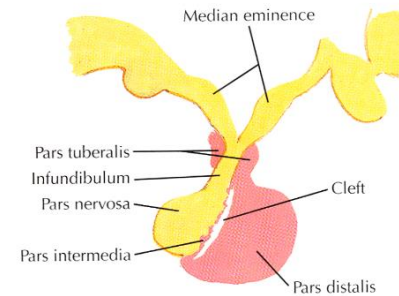
4. "Pinched off" segment conforms to neural process, forming pars distalis, pars intermedia and pars tuberalis

~11. týden



5. Pars tuberalis encircles infundibular stalk (lateral surface view)

~16. týden



6. Mature form

F. Netter M.D.

EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ HYPOFÝZY

Development of the Hypophysis



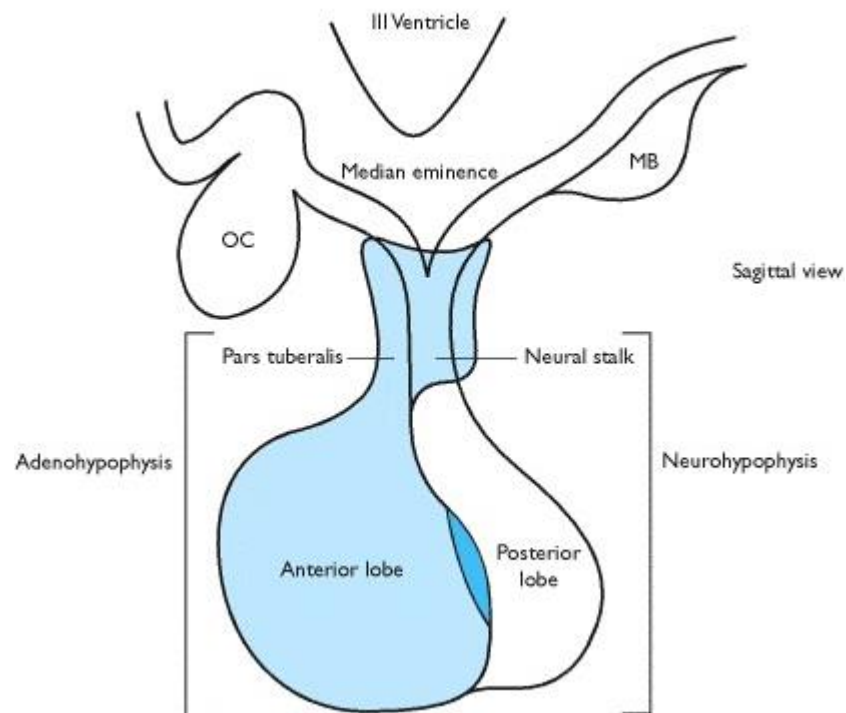
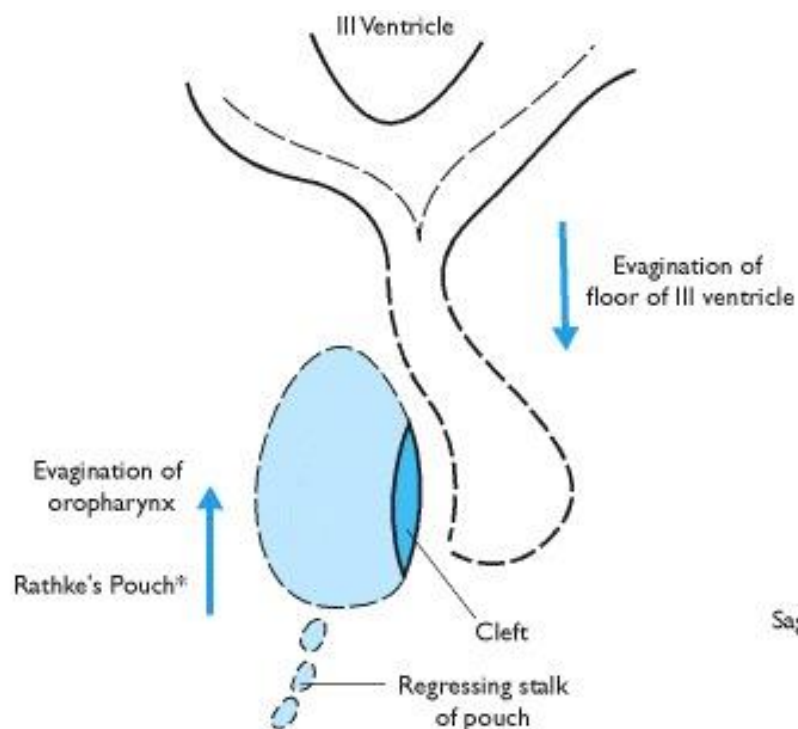
4. týden - Rathkeho výchlípka

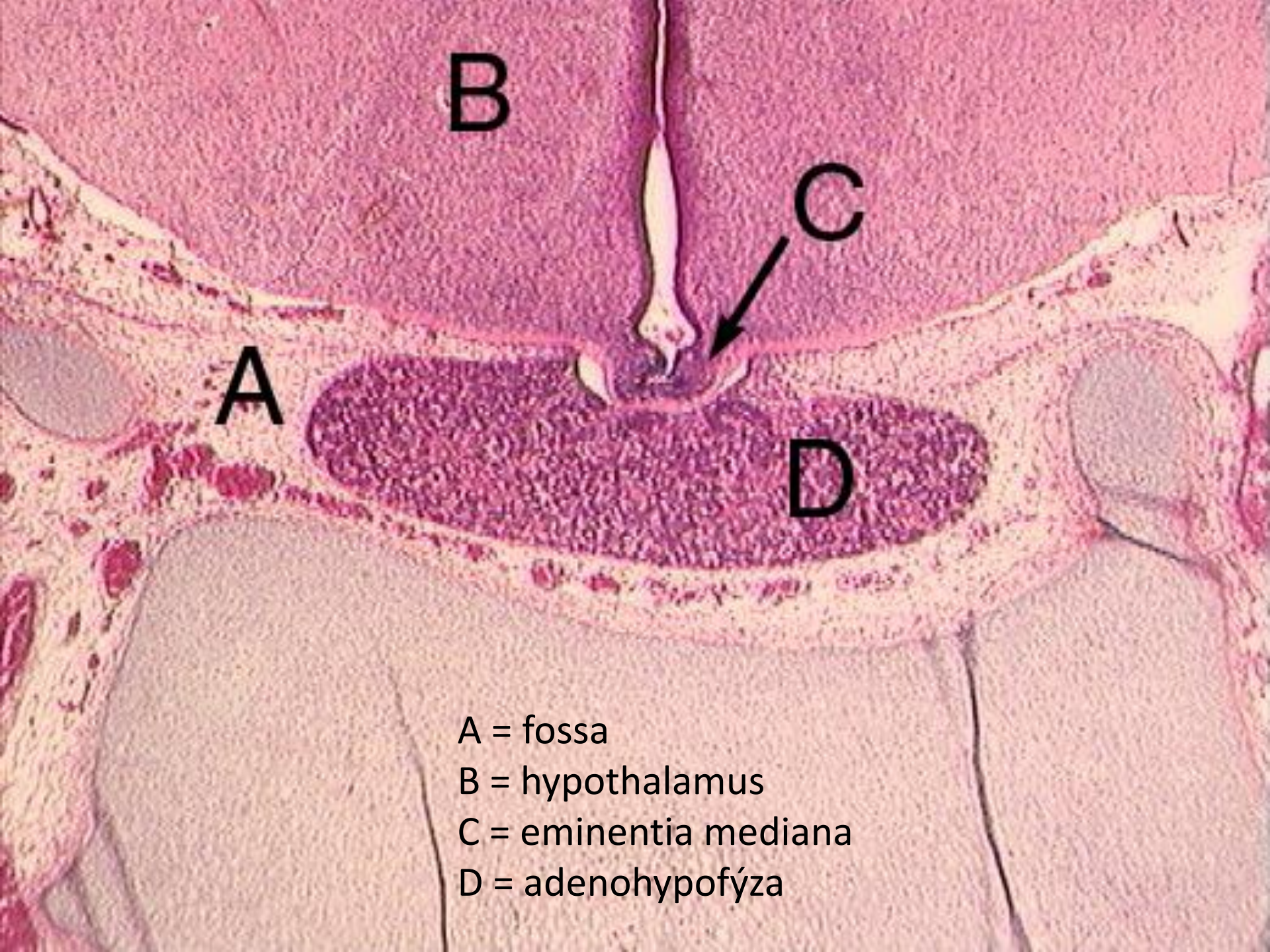
5. týden - růst, kontakt s divertikulem prosencephalonu (infundibulum)

6. týden - spojení Rathkeho výchlípky a stomodea zaniká

10. týden - detekovatelné hladiny GH a ACTH

16. týden - adenohipofýza plně diferencovaná



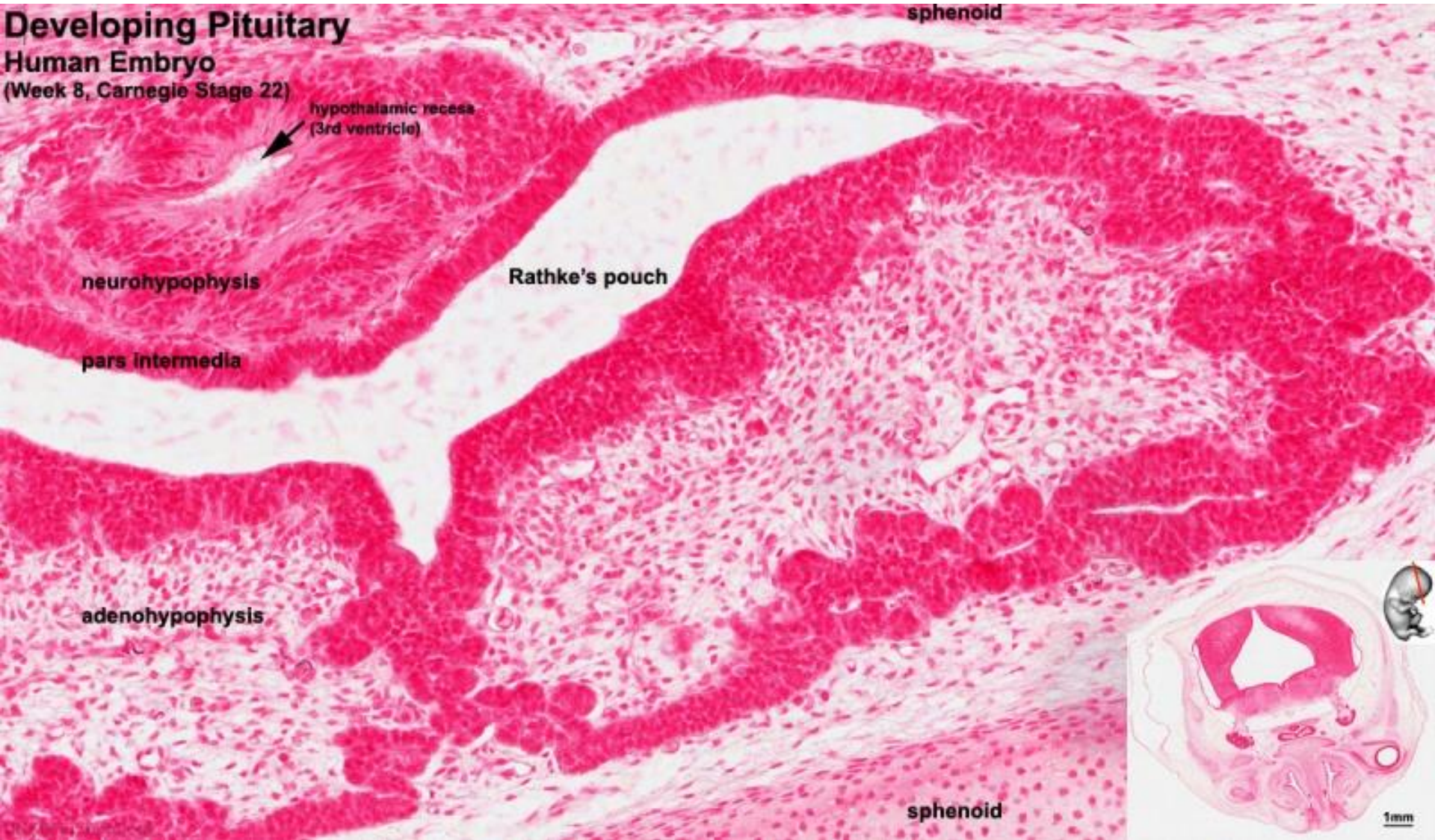


- A = fossa
- B = hypothalamus
- C = eminentia mediana
- D = adenohypofýza

Developing Pituitary

Human Embryo

(Week 8, Carnegie Stage 22)



sphenoid

hypothalamic recess
(3rd ventricle)

neurohypophysis

Rathke's pouch

pars intermedia

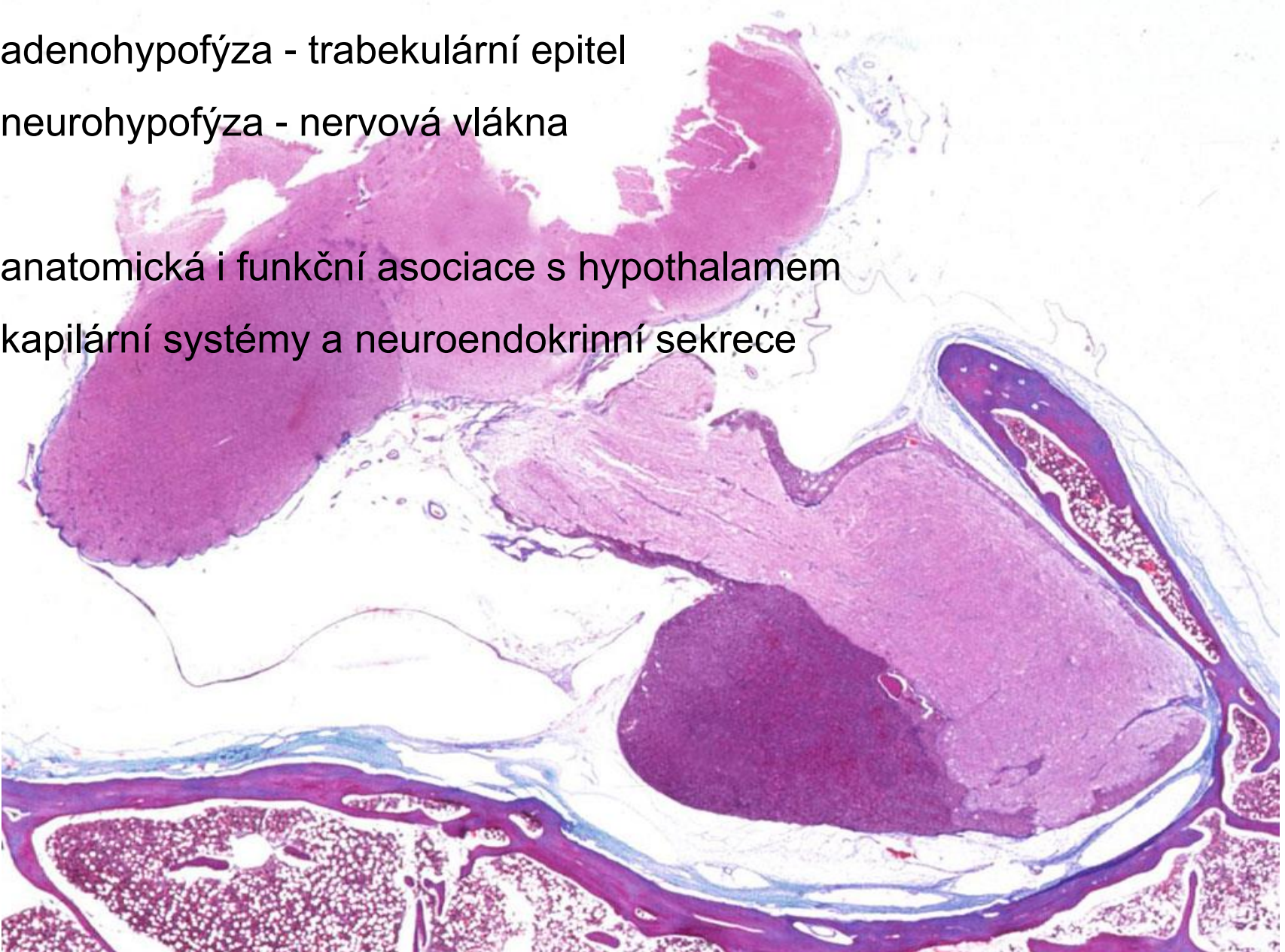
adenohypophysis

sphenoid

1mm

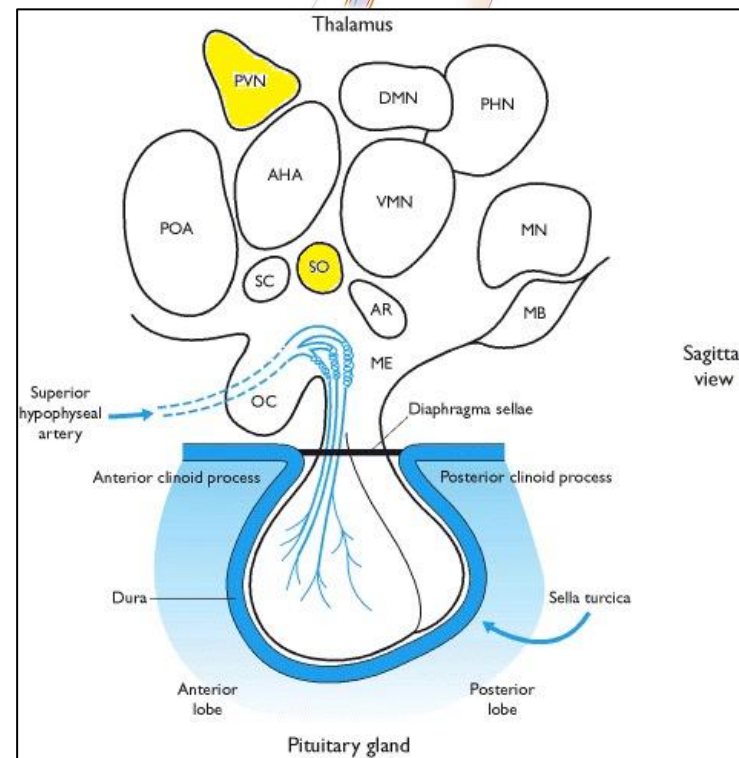
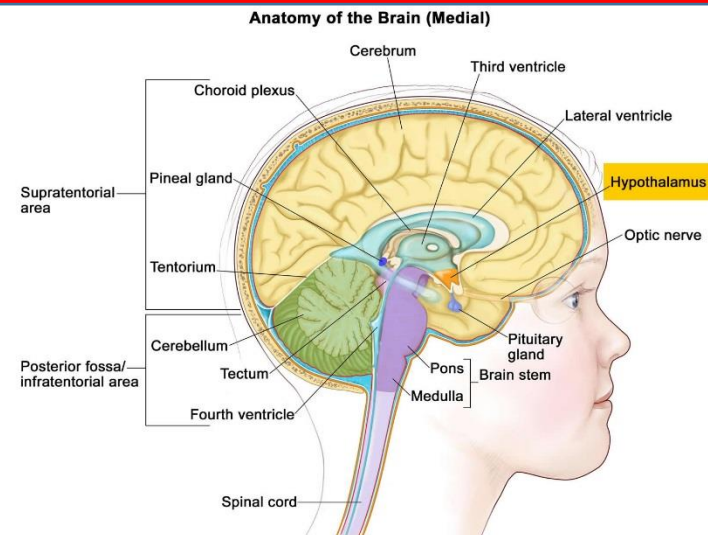
MIKROSKOPICKÁ STAVBA HYPOFÝZY

- adenohypofýza - trabekulární epitel
- neurohypofýza - nervová vlákna
- anatomická i funkční asociace s hypothalamem
- kapilární systémy a neuroendokrinní sekrece



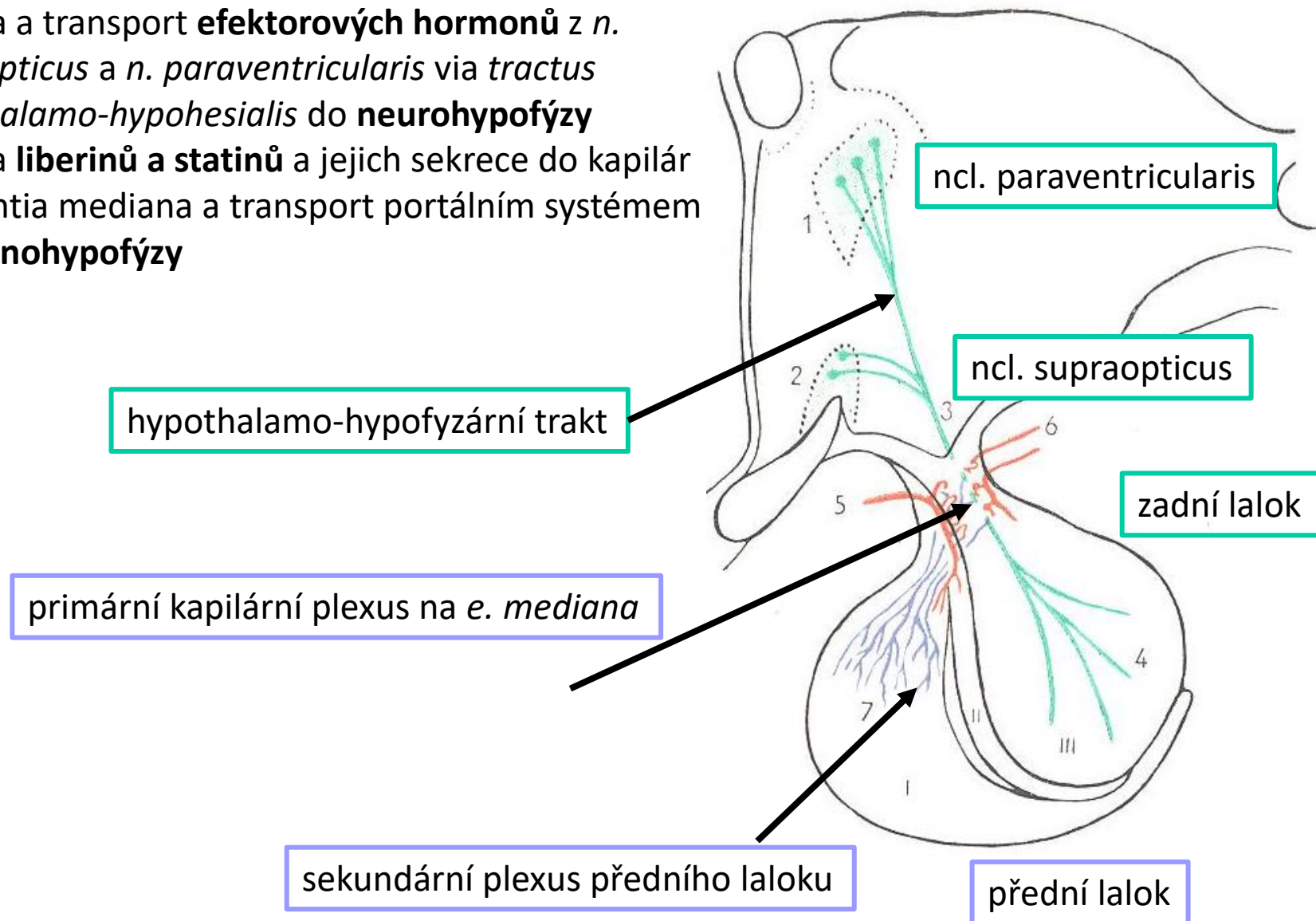
HYPOTHALAMUS

- malá oblast diencephala se složitou neuroarchitekturou, limbický systém
- komplexní funkce
 - regulace teploty, emocí, příjmu potravy, cirkadiánních rytmů
 - hormonální regulace na základě různých podnětů (osmorecepce, koncentrace živin, elektrolytů, systémové funkce - bolest)
- **neurosekrece z hypothalamických jader**
 - *n. supraopticus, n. paraventricularis*: magnocelulární neurony → *tractus hypothalamo-hypophysialis*
 - hormony **oxytocin, vasopresin** vylučované neurohypofýzou
 - parvocelulární neurony → *kapiláry eminentia mediana*: hypofyzární portální systém
 - hormony **statiny a liberiny** řídící sekreci z adenohypofýzy

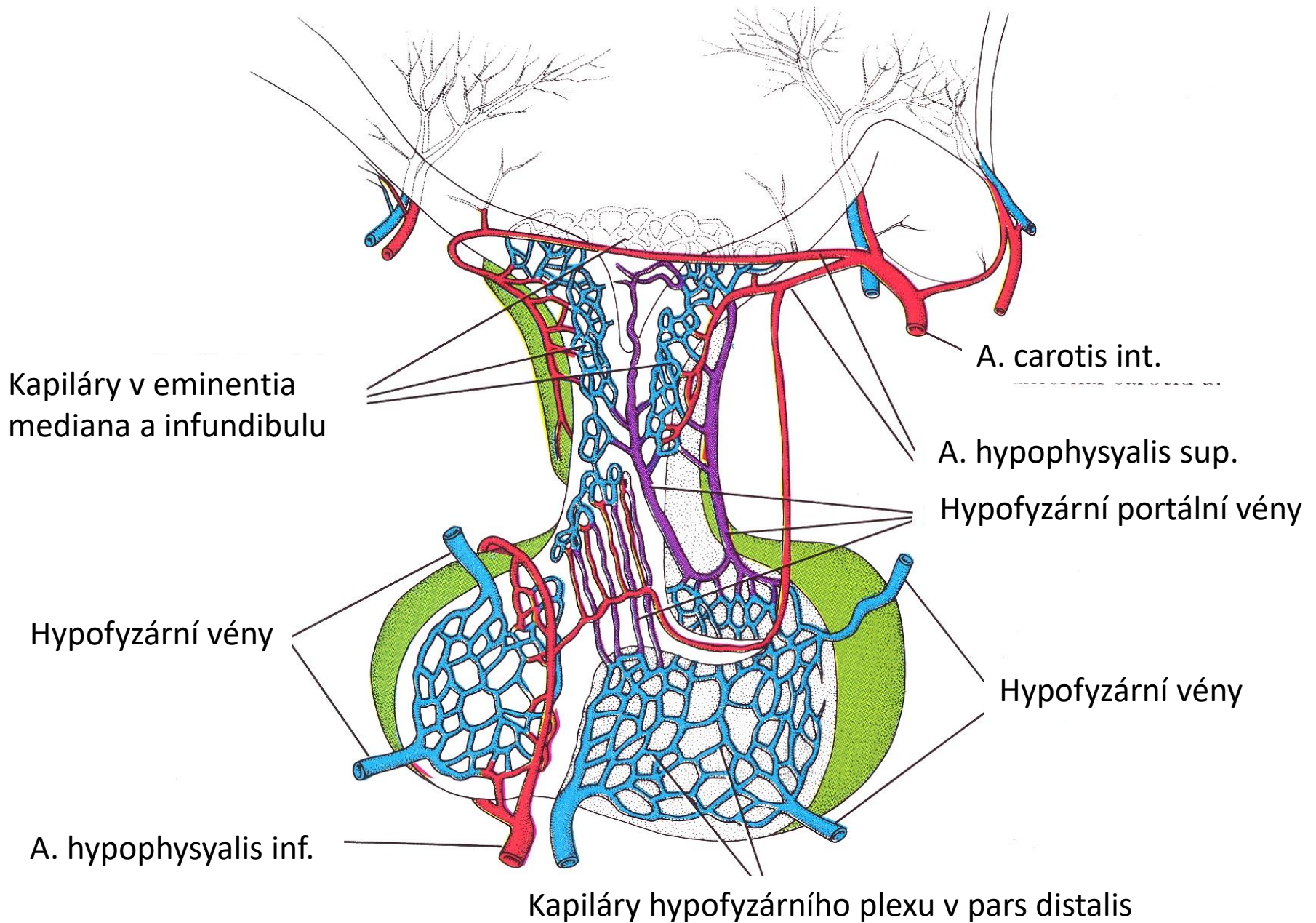


MECHANISMUS NEUROSEKRECE

- syntéza a transport **efektorových hormonů** z *n. supraopticus* a *n. paraventricularis* via *tractus hypothalamo-hypohesialis* do **neurohypofýzy**
- syntéza **liberinů a statinů** a jejich sekrece do kapilár eminentia mediana a transport portálním systémem do **adenohypofýzy**

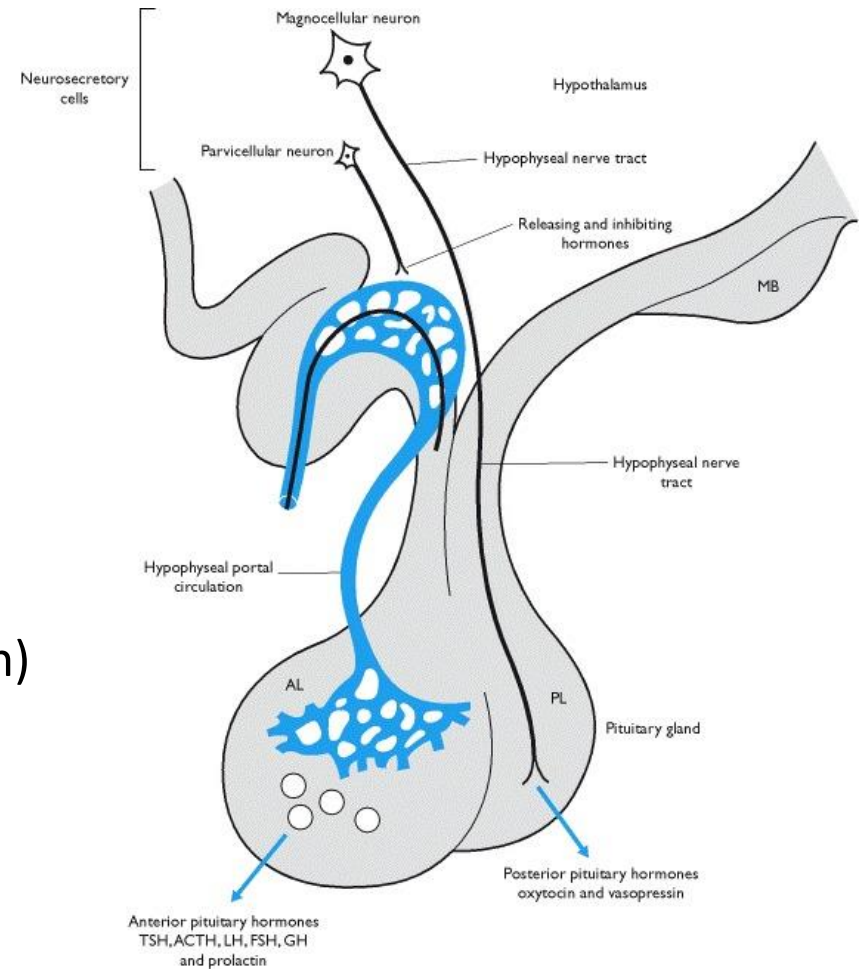


KAPILÁRNÍ SYSTÉMY HYPOFÝZY

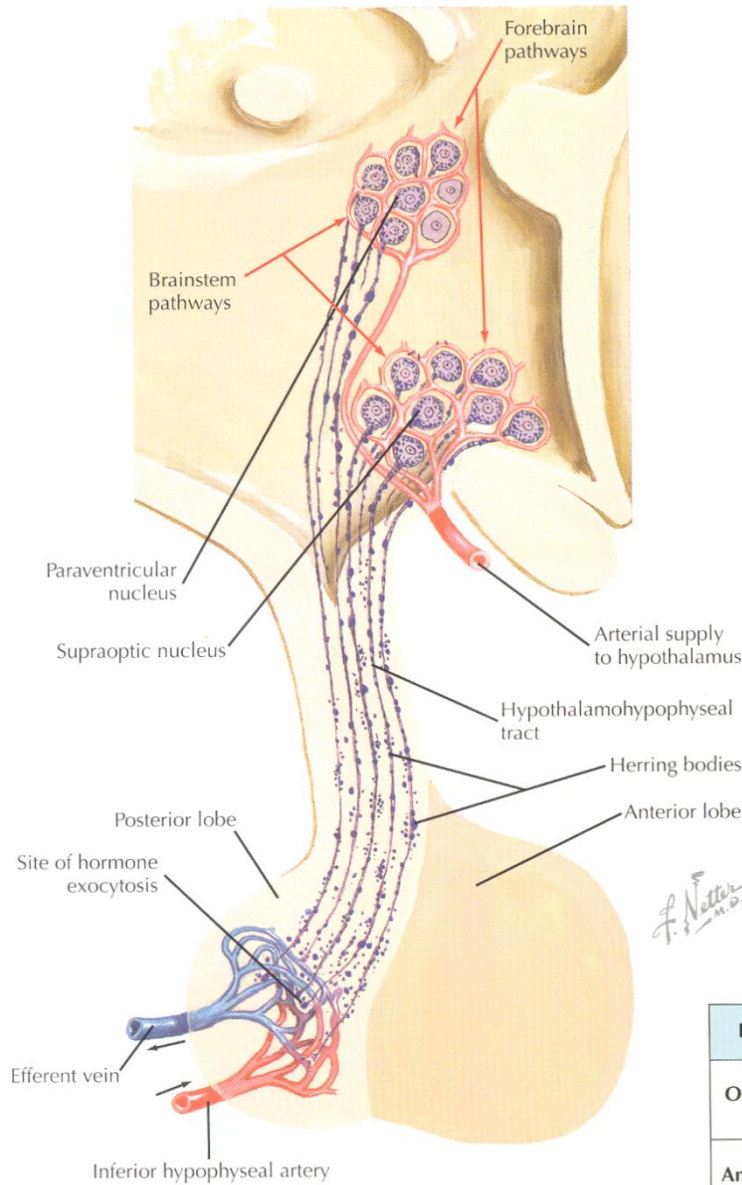


NEUROHYPOFÝZA

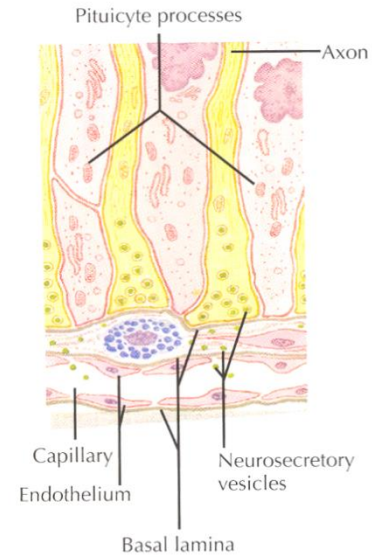
- **nemyelinizovaná nervová vlákna**
 - axony neurosekrečních buněk (100 000) hypotalamických jader (*n. supraopticus* a *n. paraventricularis*)
- **pituicyty (neuroglie)**
 - astrocyty, sekrece z neurosekrečních terminí - lokální kontrola
 - **Herringova tělíska** – neurosekreční zakončení – dilatace poblíž kapilár
- **Hormony**
 - oxytocin (OT)
 - antidiuretický hormon (ADH, vasopresin)



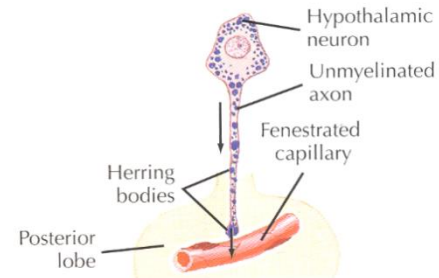
NEUROHYPOFÝZA



▼ Neurosecretory Ending (posterior pituitary).

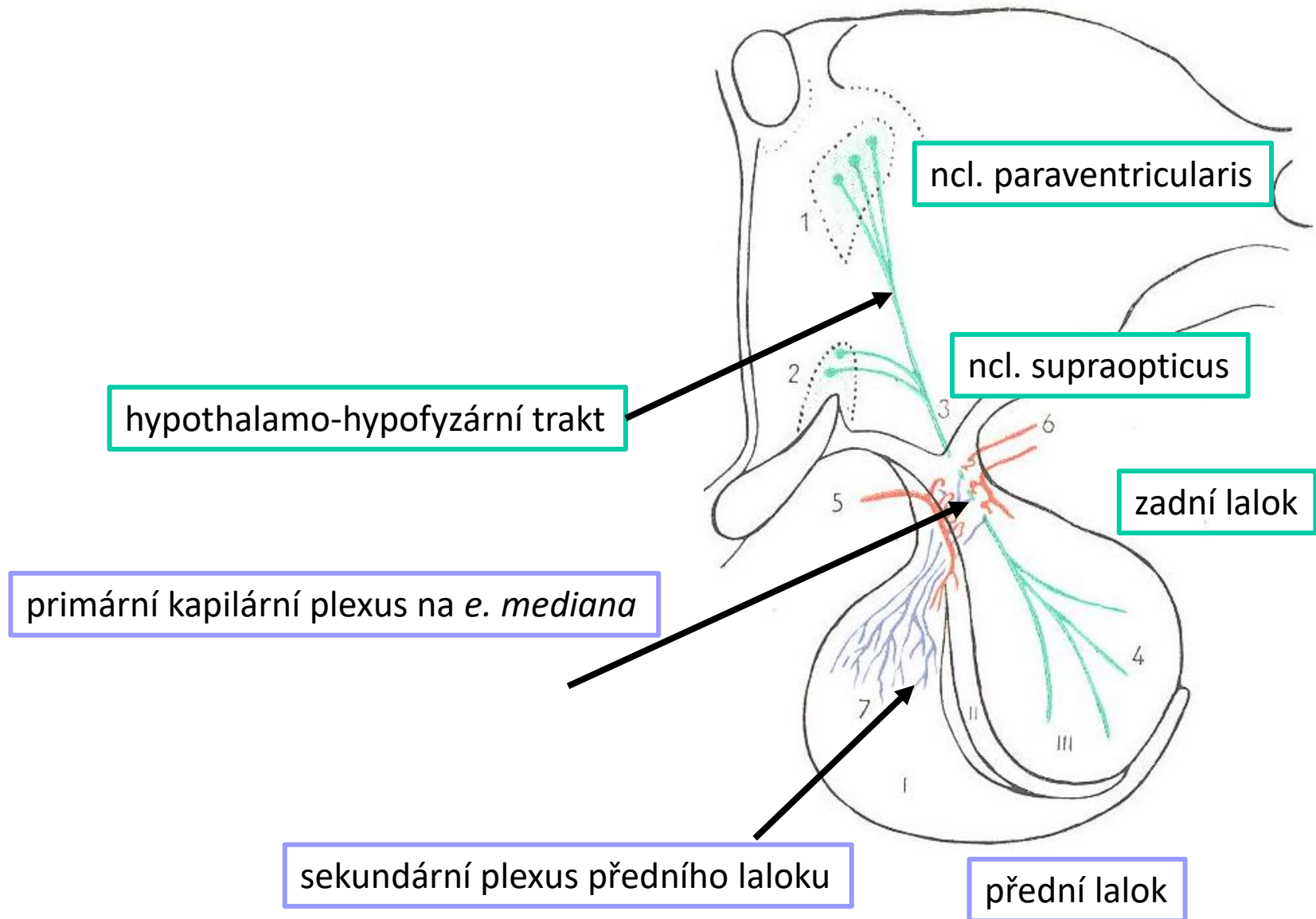


▼ Origin of ADH.

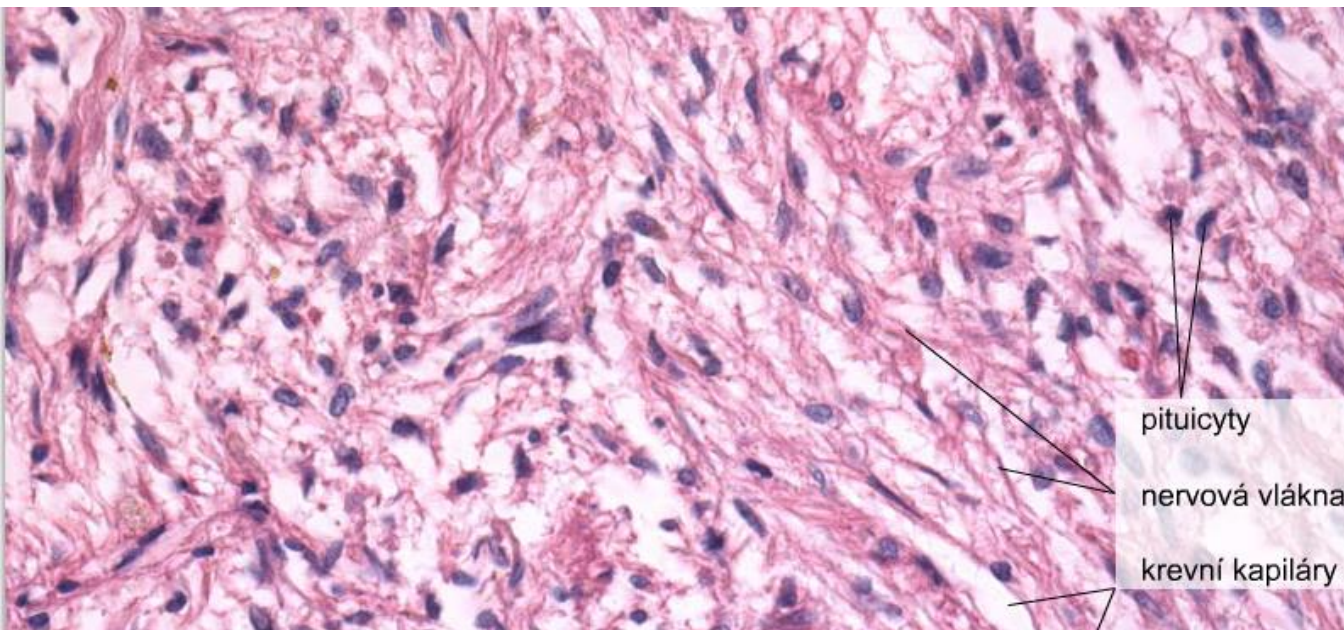


| Hormone | Principal Action | Principal Nucleus of Origin |
|------------------------------------|--|-----------------------------|
| Oxytocin (OXY) | Uterine contraction, milk ejection | Paraventricular |
| Anti-diuretic hormone (ADH) | Water excretion in kidney, arteriolar constriction | Supraoptic |

NEUROHYPOFÝZA



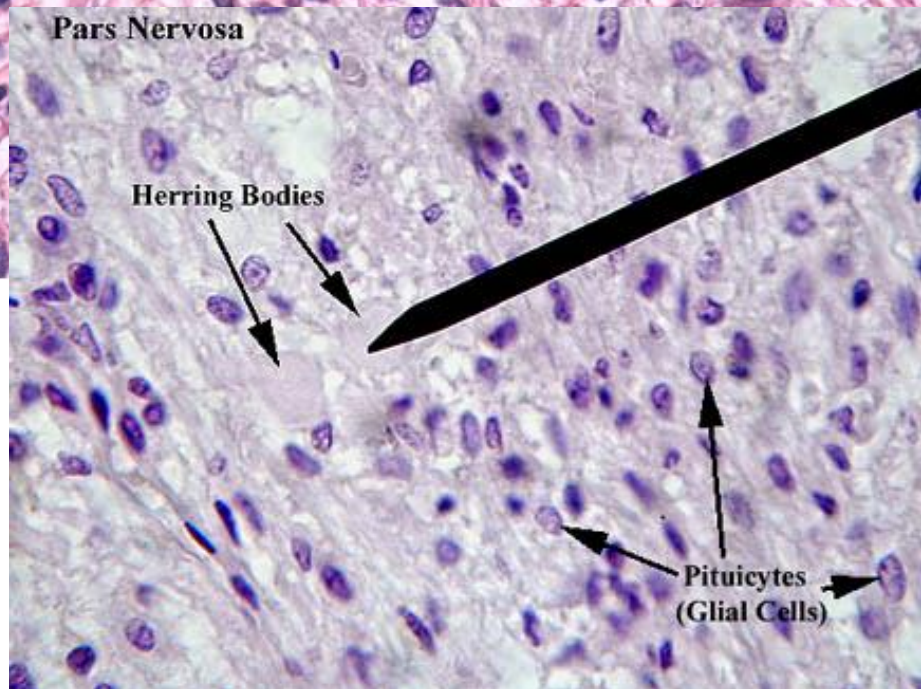
NEUROHYPOFÝZA



pituicyty
nervová vlákna
krevní kapiláry



Herring bodies
pituicyte nuclei



Pars Nervosa
Herring Bodies
Pituicytes (Glial Cells)

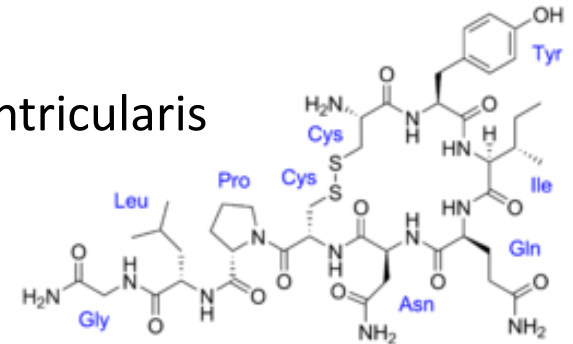
20 µm

NEUROHYPOFÝZA – HERRINGOVA TĚLÍSKA



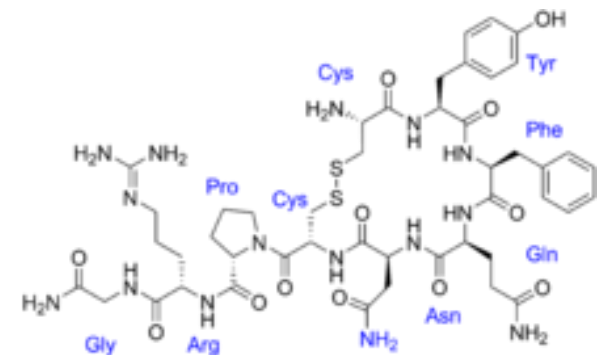
Oxytocin

- nonapeptid
- magnocellulární neurony n. supraopticus a paraventricularis
- OR - G-protein coupled receptor
- laktace (→ myoepitelie mléčné žlázy)
- kontrakce myometria
- behaviorální účinek



Vasopressin

- nonapeptid
- retence vody
- epitelie *t. reuniens* a *d. colligens*
- kontrakce svaloviny t.media cév
- diabetes insipidus, hypernatremia, polyuremia



Chromofilní buňky

- Acidofilní

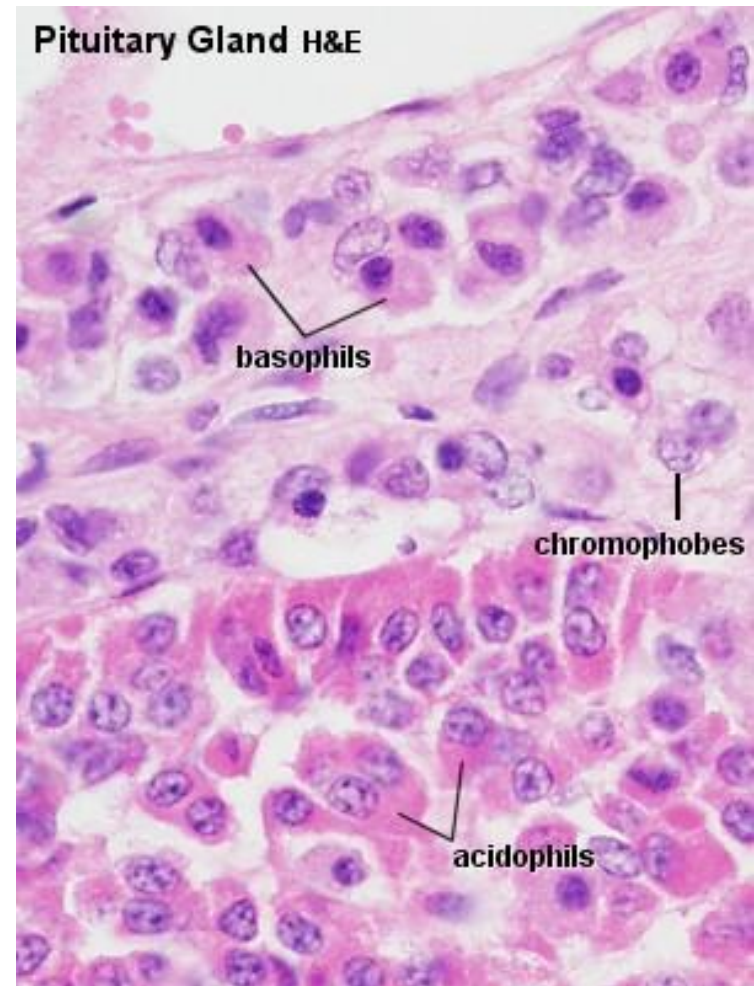
NEGLANDOTROPNÍ

- přímý účinek na cílové tkáně

- Bazofilní

GLANDOTROPNÍ

- regulace ostatních endokrinních žláz



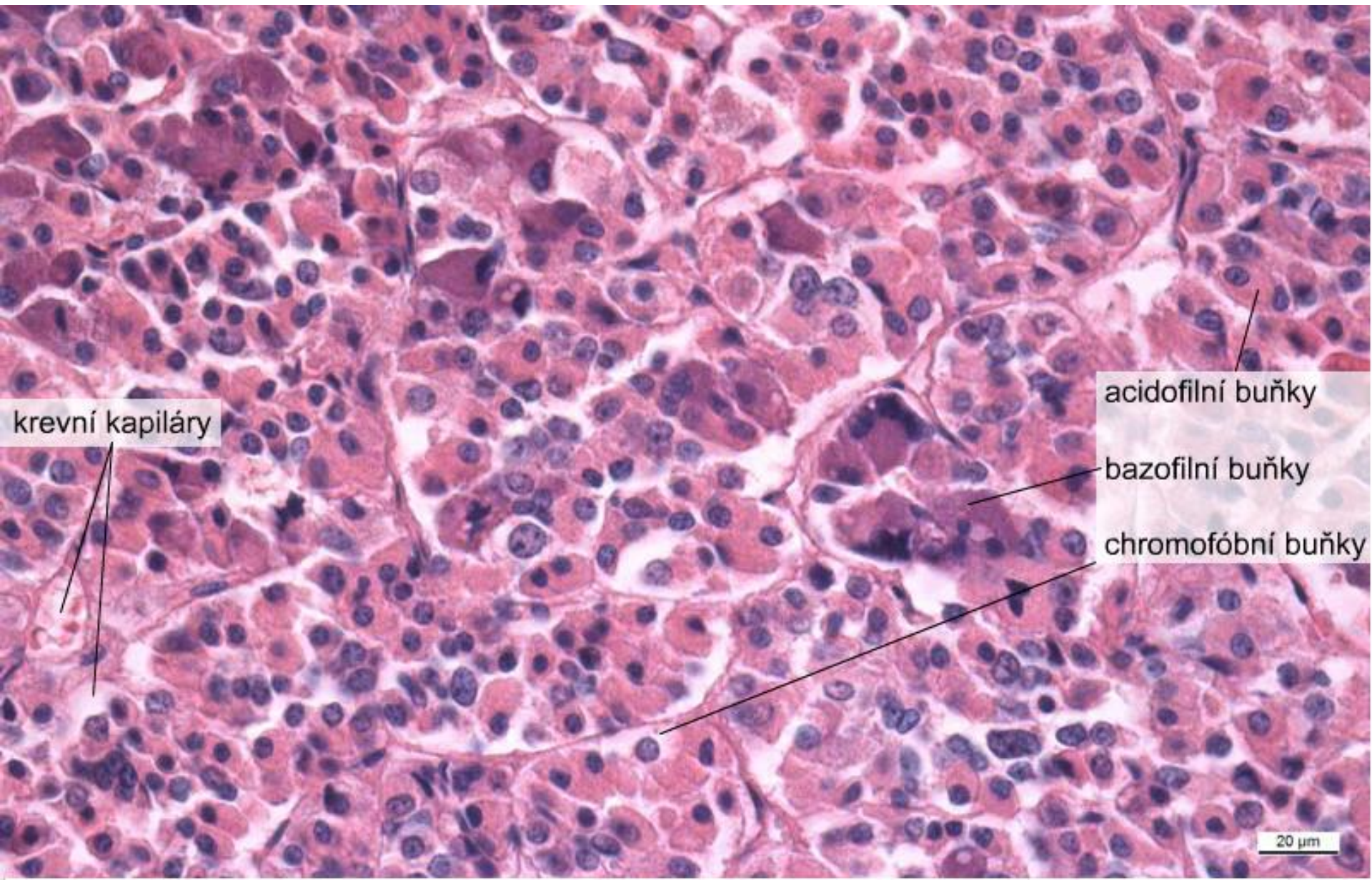
Chromofobní buňky

- nediferencované b.
- degranulované chromofilní b.
- stromální b.

Folikulostromální buňky

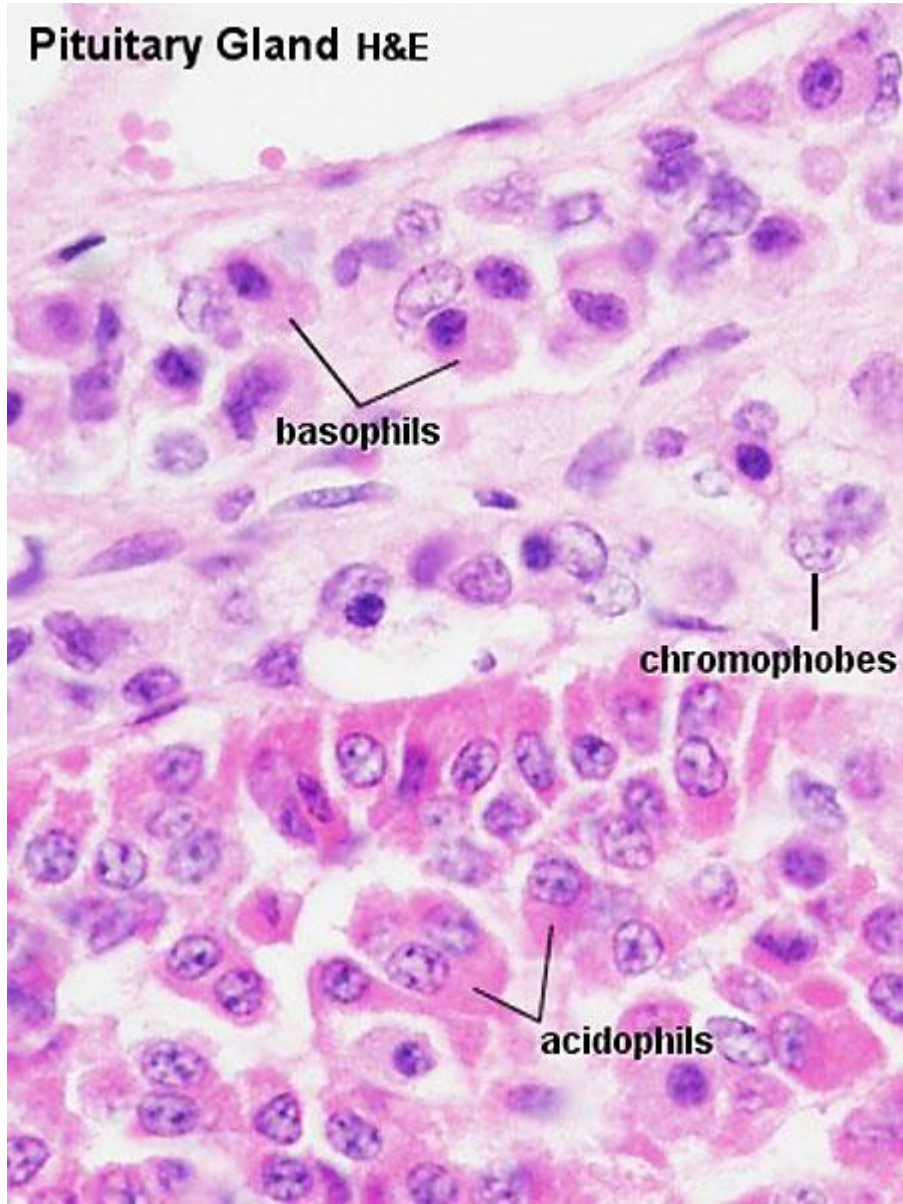
- nejasná funkce
- produkce cytokinů
- možná charakter kmenových buněk

ADENOHYPOFÝZA

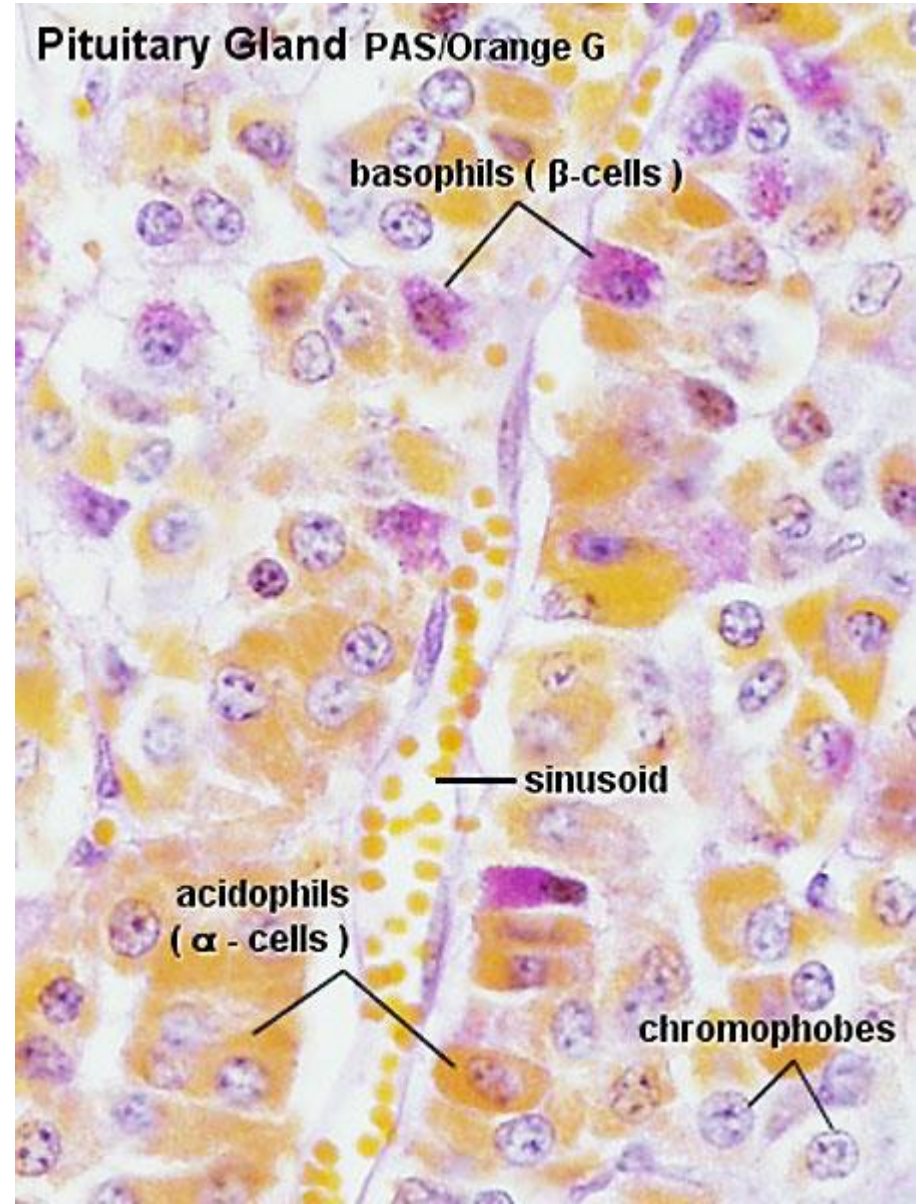


ADENOHYPOFÝZA

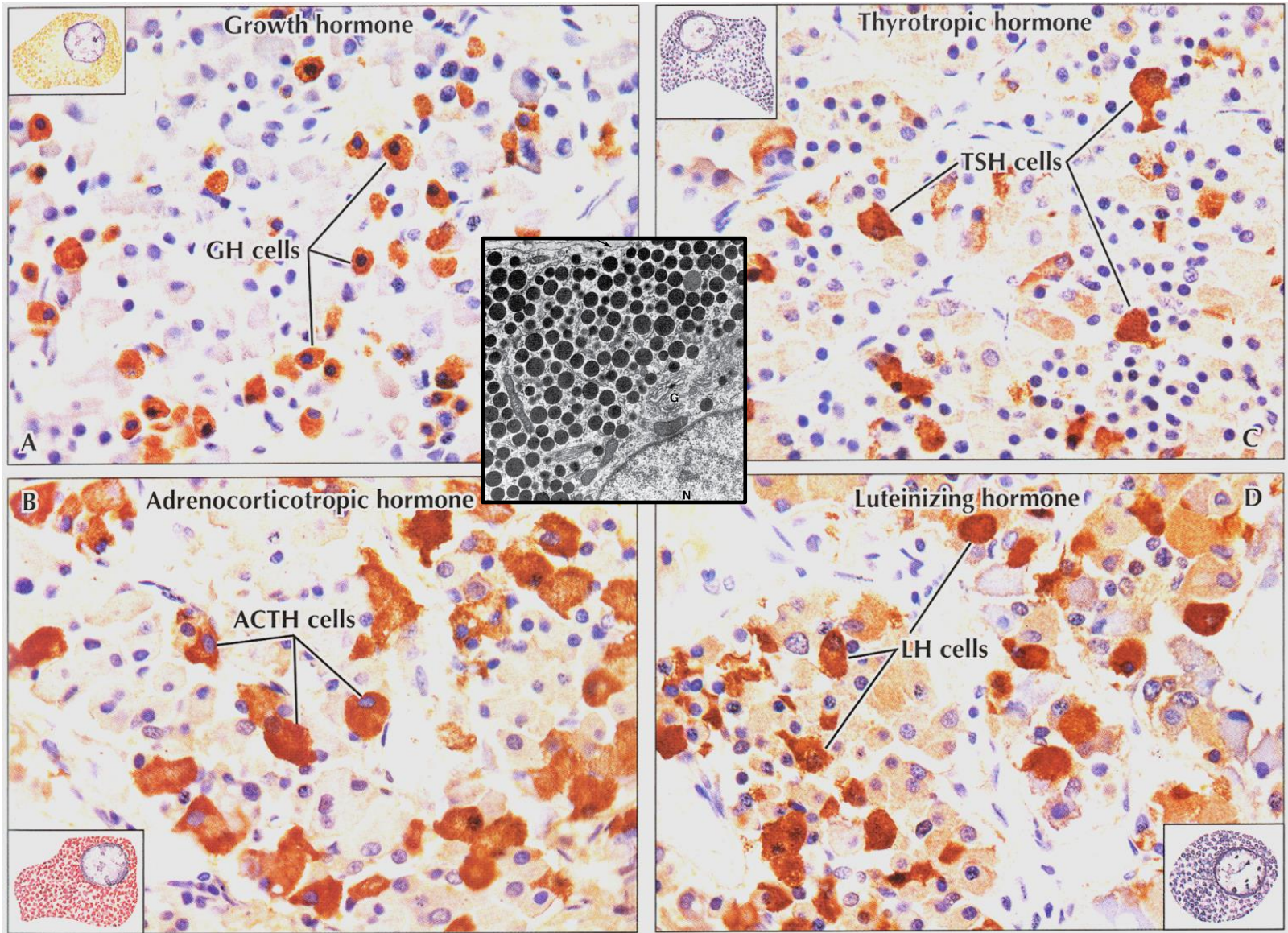
Pituitary Gland H&E



Pituitary Gland PAS/Orange G



ADENOHYPOFÝZA



REGULACE HORMONY HYPOTHALAMU

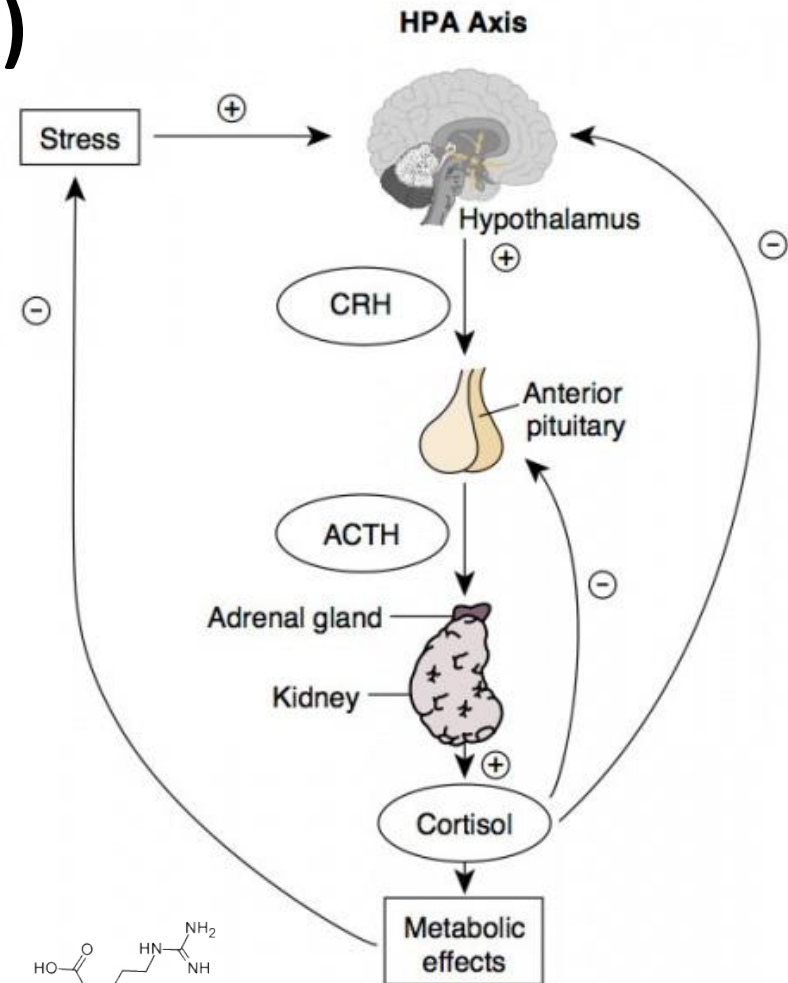
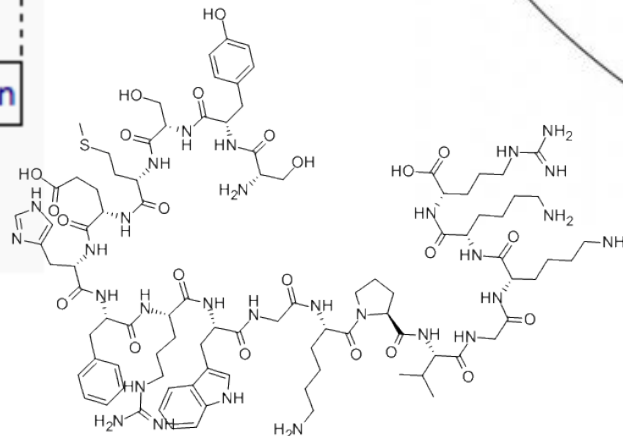
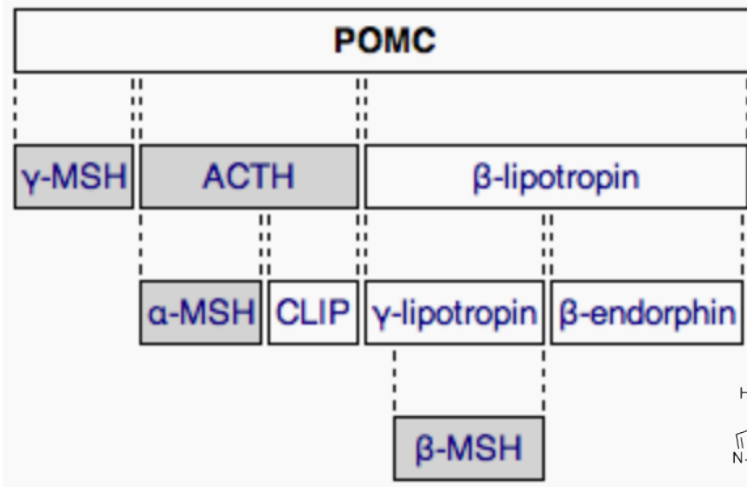
- gonadoliberin → FSH a LH
- kortikoliberin → kortikotropin
- thyreoliberin → thyreotropin
- *prolactin releasing hormone (?)* → *prolaktin*
- somatoliberin → somatotropin
- follistatin — FSH a LH
- somatostatin — somatotropin, TSH
- dopamin — prolaktin

”FLAT PEG”

- FSH
- LH
- ACTH
- TSH
- Prolaktin
- Endorfiny
- Růstový hormon (growth)

Pro-opio-melanocortin (POMC)

- drsné ER → pre-prohormon různé tkáně
- ACTH (kůra nadledvin → kortisol)
- MSH (melanocyty - zejména parakrinně)
- lipotropin (lipolýza, steroidogenze)
- endorfiny



FSH (folitropin), LH (lutropin)

- gonadotropní buňky adenohypofýzy v závislosti na GnRH
- glykoprotein, 30kDa
- heterodimer dvou nekovalentně spojených podjednotek (**a/α** - společná pro více hormonů - lh, FSH, TSH, hCG, **b/β** - specifická)
- FSH receptor (testes, ovaria, uterus) asociovaný s G-proteiny
 - glykosylovaná extracelulární doména 11 leucine rich repeats specifická vůči FSH
 - po vazbě ligandu aktivace G-proteinu a cAMP signální dráhy
 - alternativní aktivace MAPK kaskády (ERK)
 - komplexní signální odpověď (prostaglandiny a PLPc, NO)

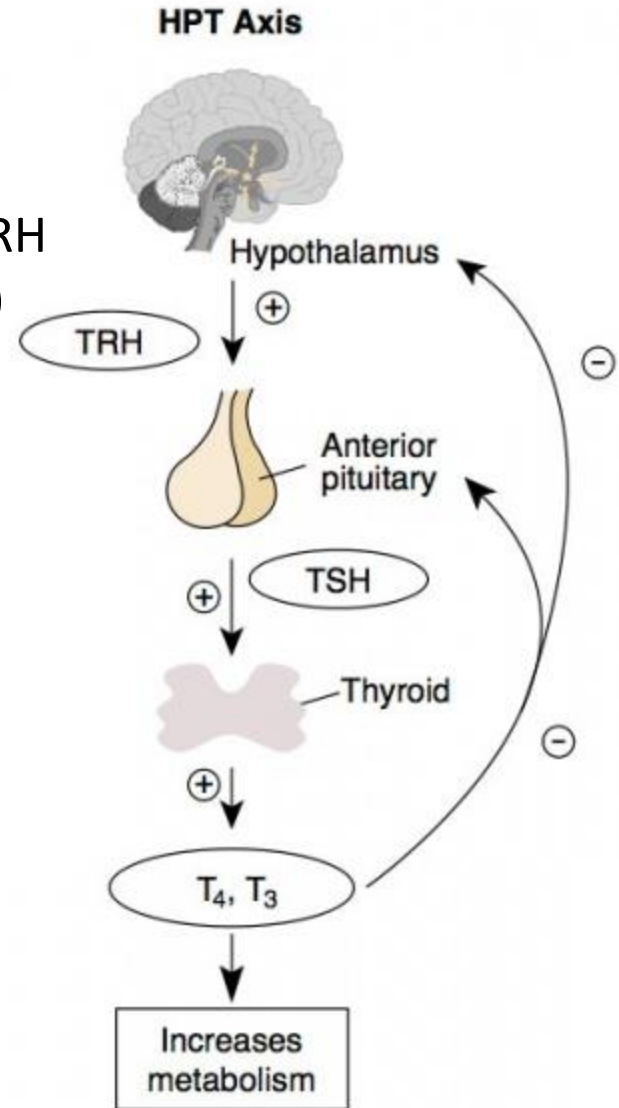
FSH

LH

| | | |
|----------------|--|--|
| ovarium | vývoj folikulů (exprese FSHR v buňkách <i>membrana granulosa</i>) | ovulace, vývoj corpus luteum, produkce androgenů v buňkách théky |
| testes | vývoj spermií, FSHR v Sertoliho buňkách | produkce testosteronu v Leydigových buňkách (LHR) |
| extragonadální | FSHR v sekrečním endometriu luteální fáze uteru (endometriální funkce, embryo-endometriální interakce) | uterus, seminální váčky, prostata, kůže... neznámá funkce |

TSH, thyrotropin

- thyrotropní buňky adenohipofýzy v závislosti na TRH
- indukuje produkci T₄ (thyroxin) a T₃ (trijodtyronin)
- glykoprotein, 28,5 kDa, heterodimer nekovalentně spojených podjednotek (α, β)
- TSH receptor na thyroideálních folikulárních buňkách
 - G-proteinová signální kaskáda → adenylylcykláza
 - cAMP → jodové kanály (pendrin), transkripce thyreoglobulinu, endo- a exocytická dráha
- krosreaktivita s hCG → v těhotenství alterace syntézy thyroideálních hormonů (gestační hyperthyroidismus)



GH, somatotropin, růstový hormon

- somatotropní buňky adenohypofýzy v závislosti na GHRH (somatokrinin)
- několik molekulárních isoform (alternativní sestřih), ~20-24 kDa
- široké spektrum cílových buněčných typů i fyziologických dějů
 - transkripce DNA, translace RNA, proteosyntéza
 - využití tuků (mobilizace mastných kyselin, konverze na acetyl-CoA)
 - inhibice přímého využití glukózy, stimulace glukoneogeneze
 - transport aminokyselin
 - proteosyntéza v chondrocytech a osteoblastech, proliferace, osteogeneze
- GHR v různých tkáních
 - RTK, JAK-STAT
- somatomediny
 - malé proteiny (MW 7,5 kDa) typu IGF, produkované játry
- rozmanité projevy deregulace GH

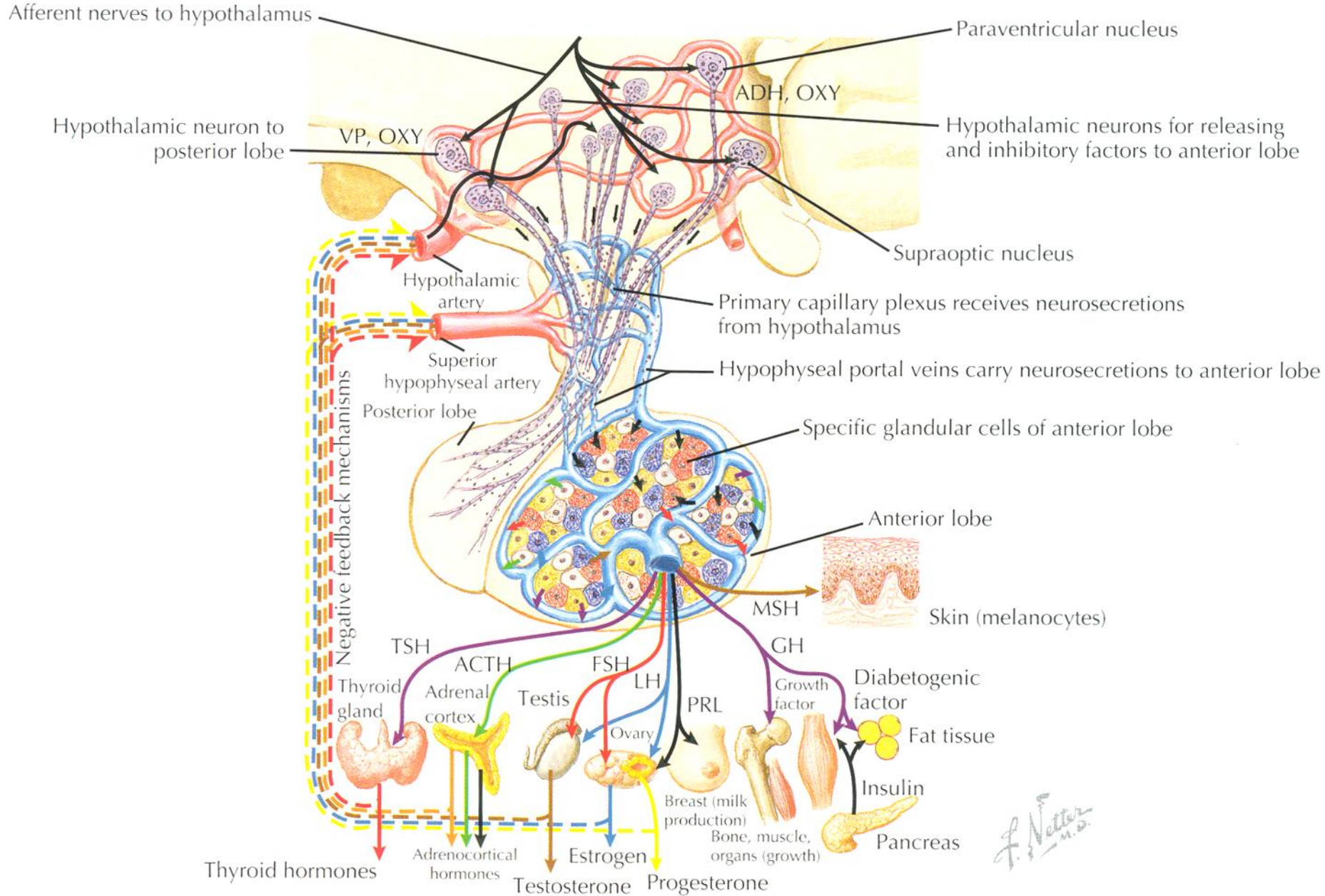
ADENOHYPOFÝZA – DALŠÍ HORMONY A CYTOKINY

Table 2. Nonclassical Anterior Pituitary Substances and Cell(s) of Origin

| <i>Substances</i> | <i>Cell Types</i> |
|---|-------------------|
| PEPTIDES | |
| ACTIVIN B, INHIBIN, FOLLISTATIN | F,G |
| ALDOSTERONE STIMULATING FACTOR | UN |
| ANGIOTENSIN II (ANGIOTENSINOGEN, ANGIOTENSIN I CONVERTING ENZYME, CATHEPSIN B, RENIN) | C,G,L,S |
| ATRIAL NATURETIC PEPTIDE | G |
| CORTICOTROPIN-RELEASING HORMONE-BINDING PROTEIN | C |
| DYNORPHIN | G |
| GALANIN | L,S,T |
| GAWK (CHROMOGRANIN B) | G |
| GROWTH HORMONE RELEASING HORMONE | UN |
| HISTIDYL PROLINE DIKETOPIPERAZINE | UN |
| MOTILIN | S |
| NEUROMEDIN B | T |
| NEUROMEDIN U | C |
| NEUROPEPTIDE Y | T |
| NEUROTENSIN | UN |
| PROTEIN 7B2 | G,T |
| SOMATOSTATIN 28 | UN |
| SUBSTANCE P (SUBSTANCE K) | G,L,T |
| THYROTROPIN RELEASING HORMONE | G,L,S,T |
| VASOACTIVE INTESTINAL POLTPEPTIDE | G,L,T |
| GROWTH FACTORS | |
| BASIC FIBROBLAST GROWTH FACTOR | C,F |
| CHONDROCYTE GROWTH FACTOR | UN |
| EPIDERMAL GROWTH FACTOR | G,T |
| INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR I | S,F |
| NERVE GROWTH FACTOR | UN |
| PITUITARY CYTOTROPIC FACTOR | UN |
| TRANSFORMING GROWTH FACTOR ALPHA | L,S,G |
| VASCULAR ENDOTHELIAL GROWTH FACTOR | F |
| CYTOKINES | |
| INTERLEUKIN-1 BETA | T |
| INTERLEUKIN-6 | F |
| LEUKEMIA INHIBITORY FACTOR | C,F |
| NEUROTRANSMITTERS | |
| ACETYLCHOLINE | C,L |
| NITRIC OXIDE | F |

C = corticotroph, F = folliculostellate cell, G = gonadotroph, L = lactotroph, S = somatotroph, T = thyrotroph, UN = unknown

ADENOHYPOFÝZA – HORMONY



Tumory hypofýzy

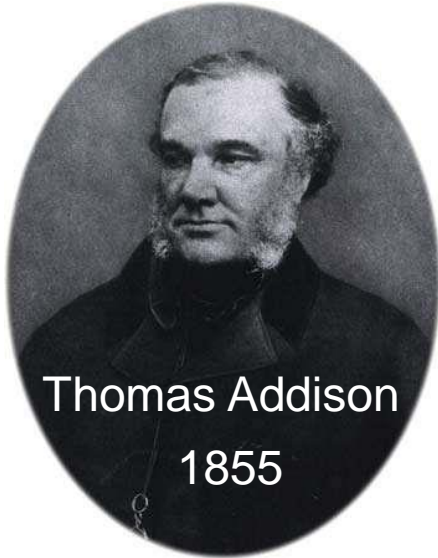
- útlak okolních struktur (optické chiasma)

Hyperfunkce endokrinní komponenty

- prolaktinom - galactorrhea
- hypogonadismus (poruchy GnRH)
- gigantismus - akromegalie
- nanismus

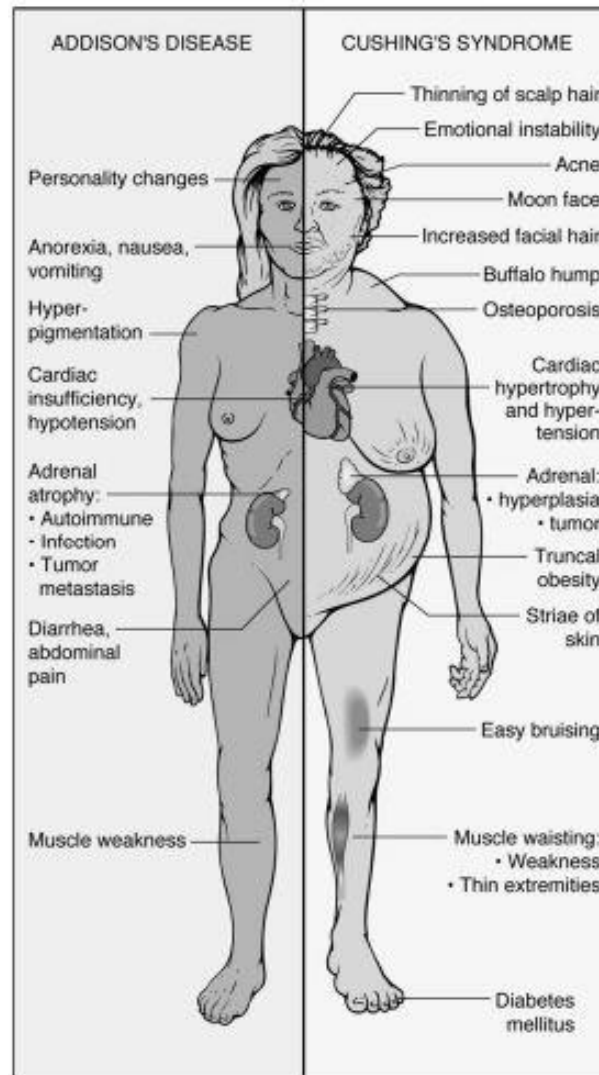
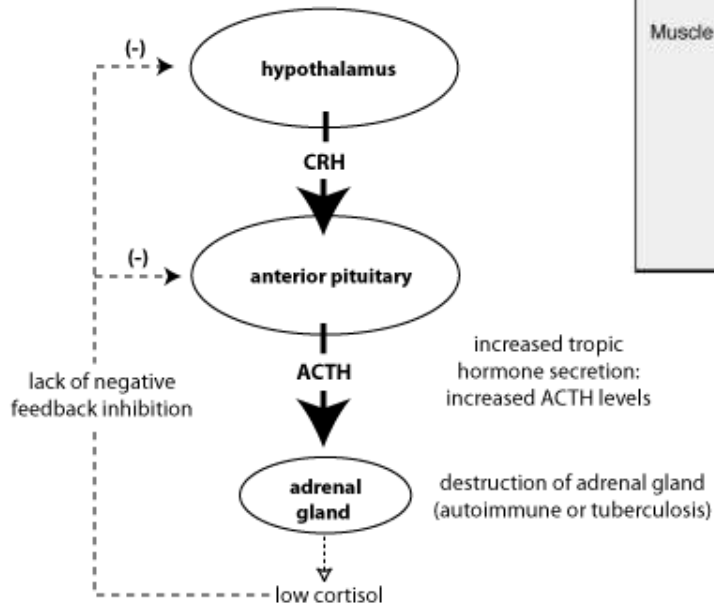


Hypofunkce kortikotropních buněk

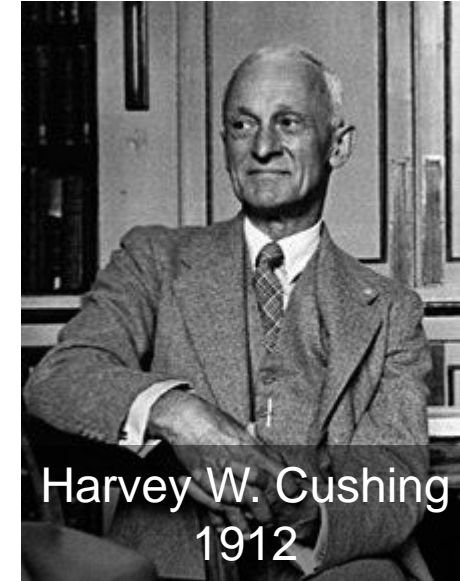


Thomas Addison
1855

Addison's Disease

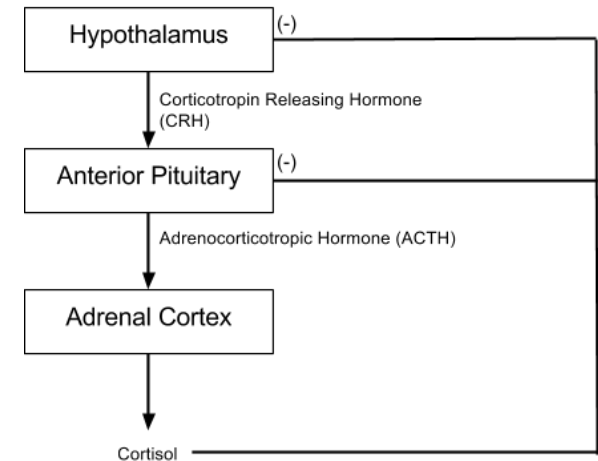


Hyperfunkce kortikotropních buněk



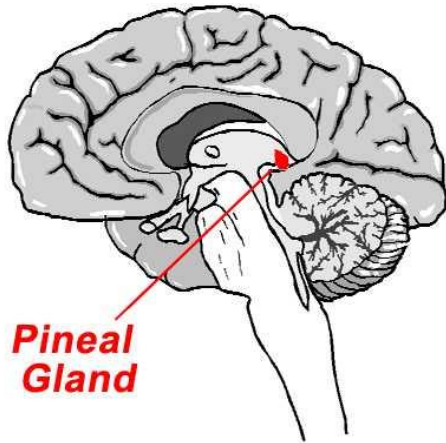
Harvey W. Cushing
1912

Cushing's Syndrome

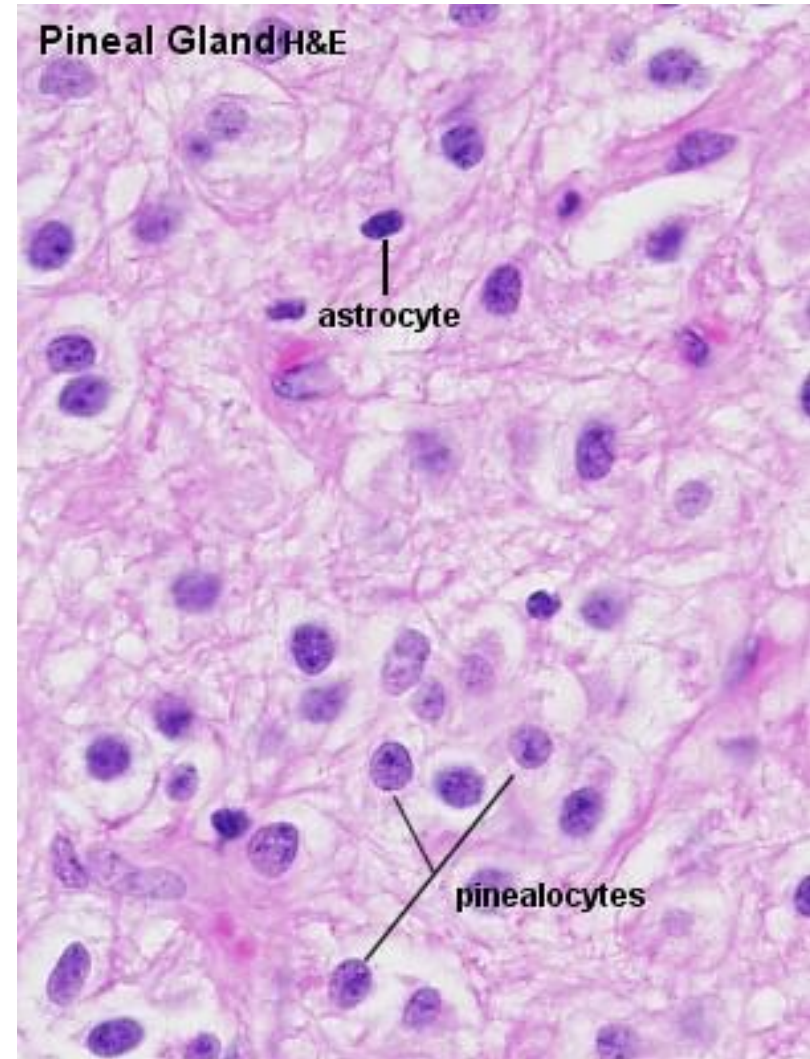


| Anatomická stavba | | Mikroskopická struktura | | | Hormony a cílové tkáně | | | |
|------------------------------|-----------------|--|---|--|------------------------|---|--|--|
| Přední lalok (adenohypofýza) | pars distalis | horní hypofyzární arterie → | trabekulární epitel v trámčích a clusterech, retikulární vlákna, folikulostelární buňky | | | nemají zřejmou hormonální aktivitu | | |
| | | eminentia mediana → | chromofobní b. | nediferencované b. degranulované chromofilní b. stromální b. | | | | |
| | | primární kapilární plexus, fenestrované kapiláry → | chromofilní b. | acidofilní neglandotropní | mammotropní b. | | | malé polypeptidy |
| | portální vény → | bazofilní glandotropní | | somatotropní b. | glykoproteiny | somatostatin (GHIH) ⊥ GHRH → somatotropin (STH) | přímo játra, růstové ploténky různé další tkáně via somatomediny | |
| | pars tuberalis | sekundární kapilární plexus, sinusoidní kapiláry | bazofilní glandotropní | kortikotropní b. | | CRH → ACTH, MSH | kortex nadledvin → kortisol melanocyty | |
| | | pars intermedia | | Rathkeho cysty | | thyrotropní b. | TRH → TSH | štítná žláza → thyroxin, T3 |
| | | | | gonadotropní b. | GnRH → FSH (ICSH), LH | gonády → androgeny, estrogeny, progesteron | | |
| Zadní lalok (neurohypofýza) | infundibulum | dolní hypofyzární arterie → | nemyelinizované axony hypothalamických neuronů n. supraopticus, n. paraventricularis (tractus hypothalamo-hypophysialis), pituicyty | | | malé peptidy | ADH | tubulus reuniens, ductus colligens t.media cév |
| | pars nervosa | kapilární plexus, fenestrované kapiláry | | | | | oxytocin | myometriu uteru během gravidity myoepithelium mléčné žlázy v laktaci |

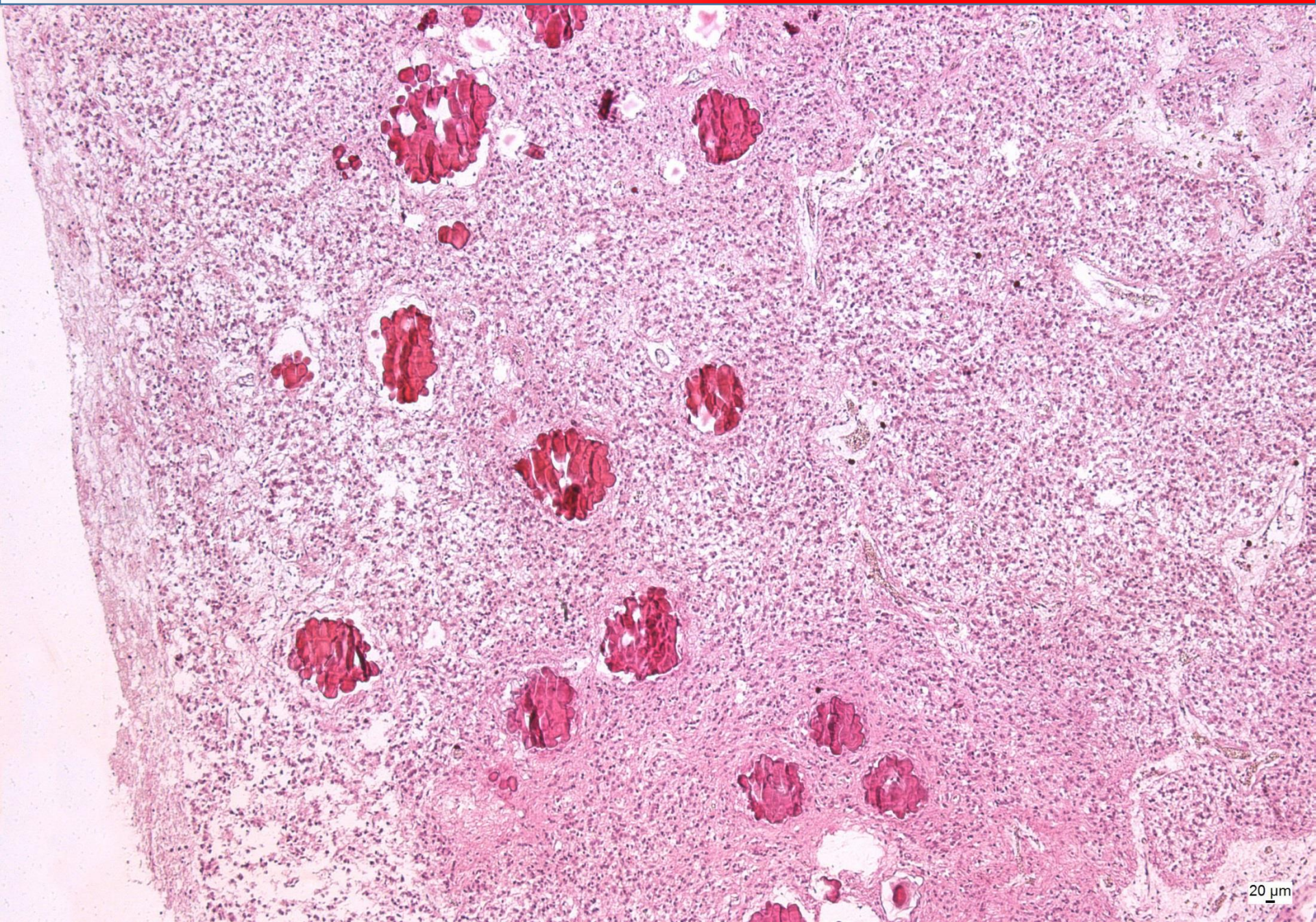
EPIFÝZA (C. PINEALE)



- epithalamus
- vazivové pouzdro navazující na pia mater
- tenká vazivová septa
- nemyelinizovaná nervová vlákna
- pinealocyty (95%, velké, světlé, kulatá jádra)
- intersticiální neuroglie (astrocyty, tmavé, podlouhlá jádra)
- acervulus cerebri
- melatonin

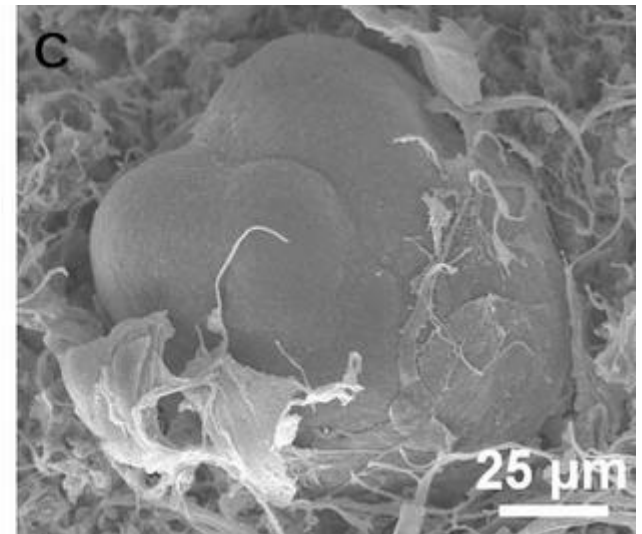
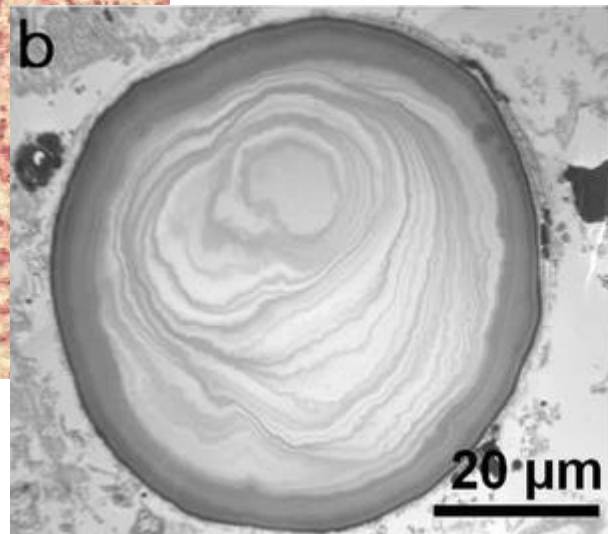
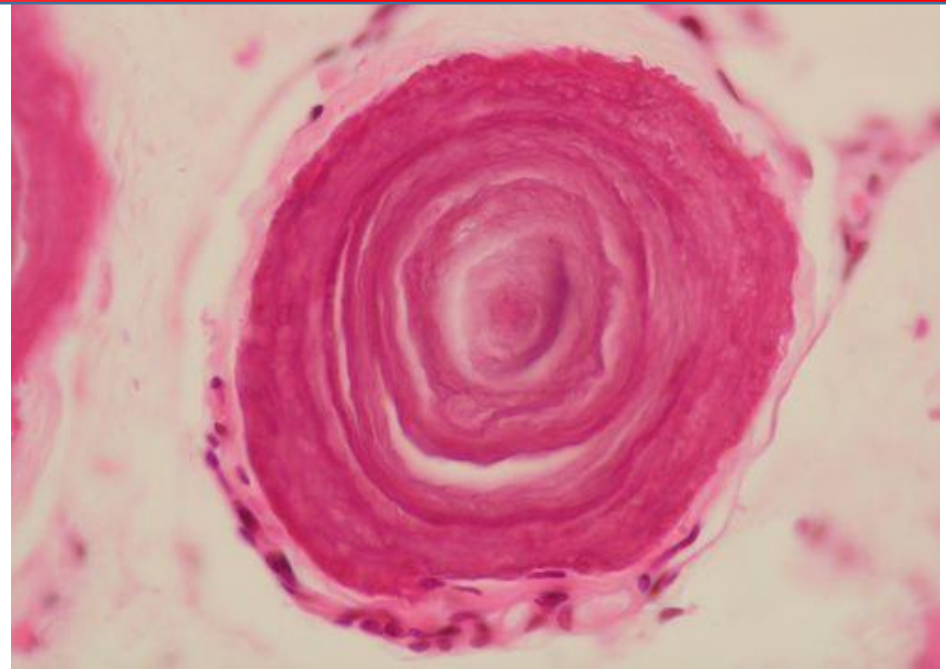
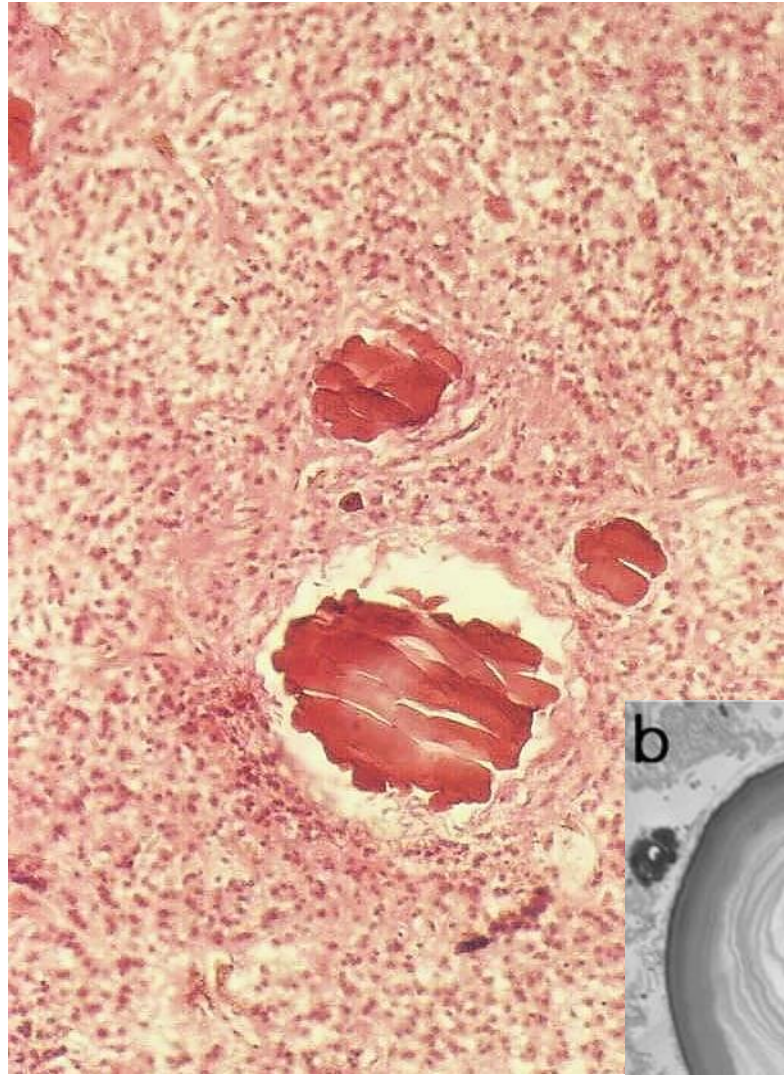


EPIFÝZA (C. PINEALE)



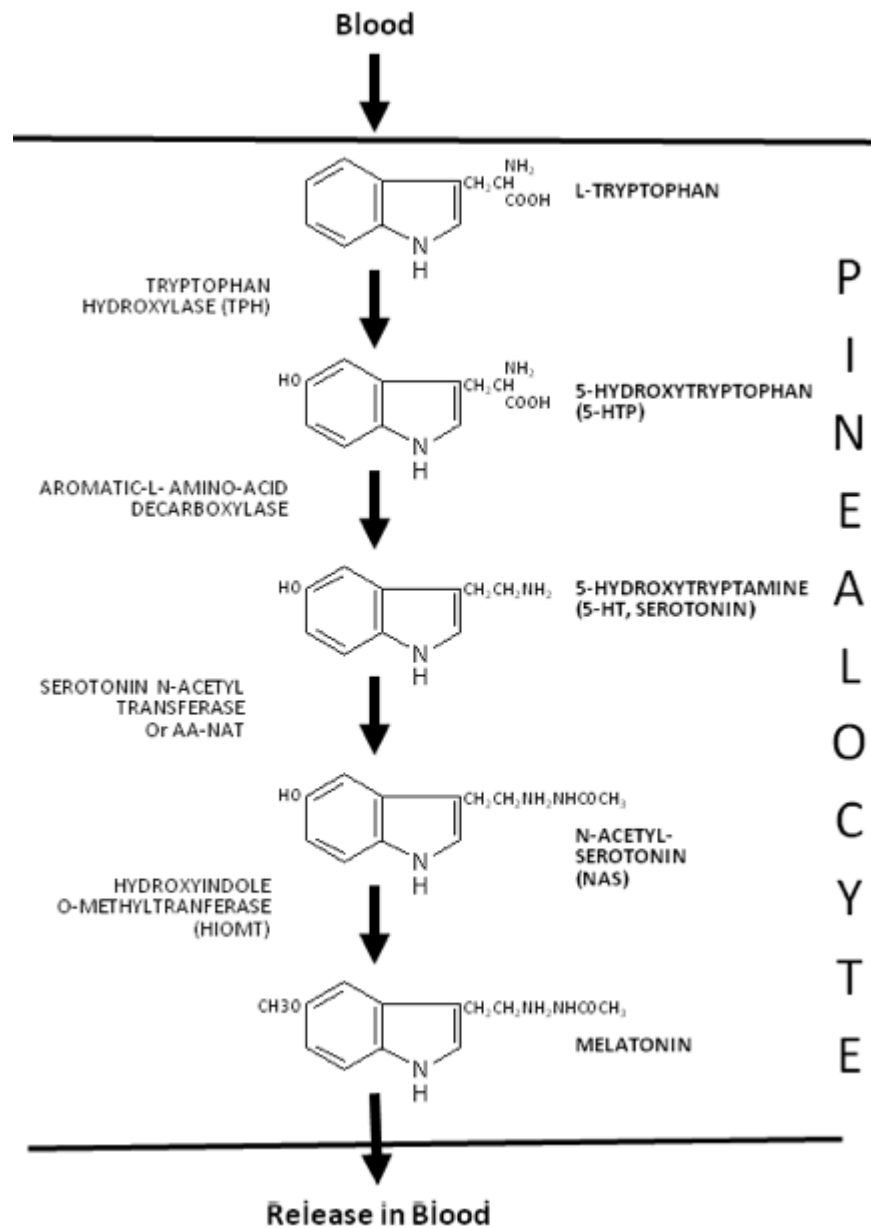
20 μ m

EPIFÝZA - ACERVULUS CEREBRI



MIKROSKOPICKÁ STAVBA EPIFÝZY

- pinealocyty
- hvězdčité, modifikované neurony v trámčích
- asociace s fenestrovanými kapilárami
- neurosekreční dilatace
- nevizuální fotorecepce
- melatonin – acetylace serotoninu (hydroxytryptaminu)
- cirkadiánní rytmy



ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. THYROIDEA)

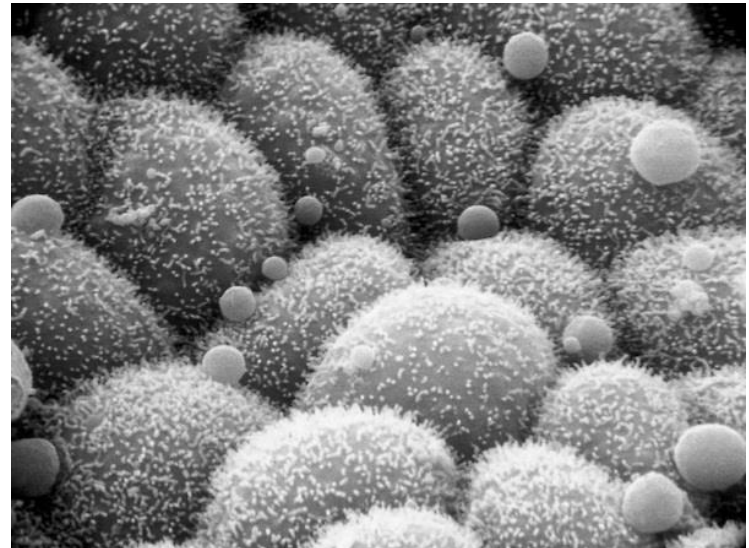
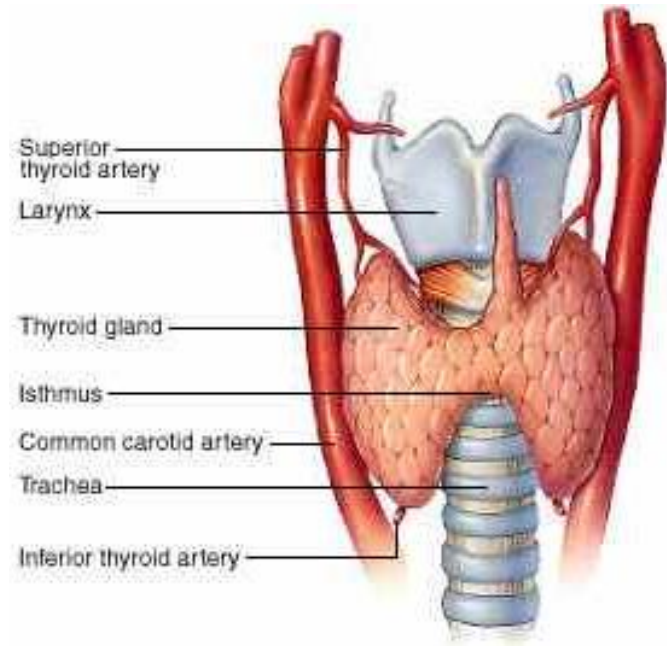
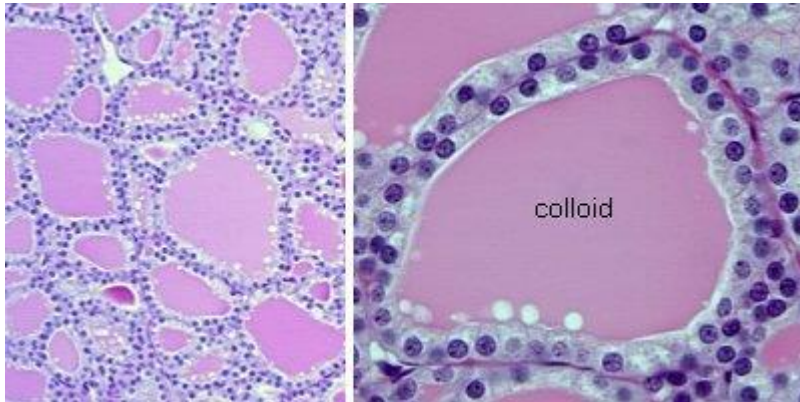
- Thyroidní hormony (**T3, T4**)
- **C** buňky *calcitonin*,

Vazivový obal + septa

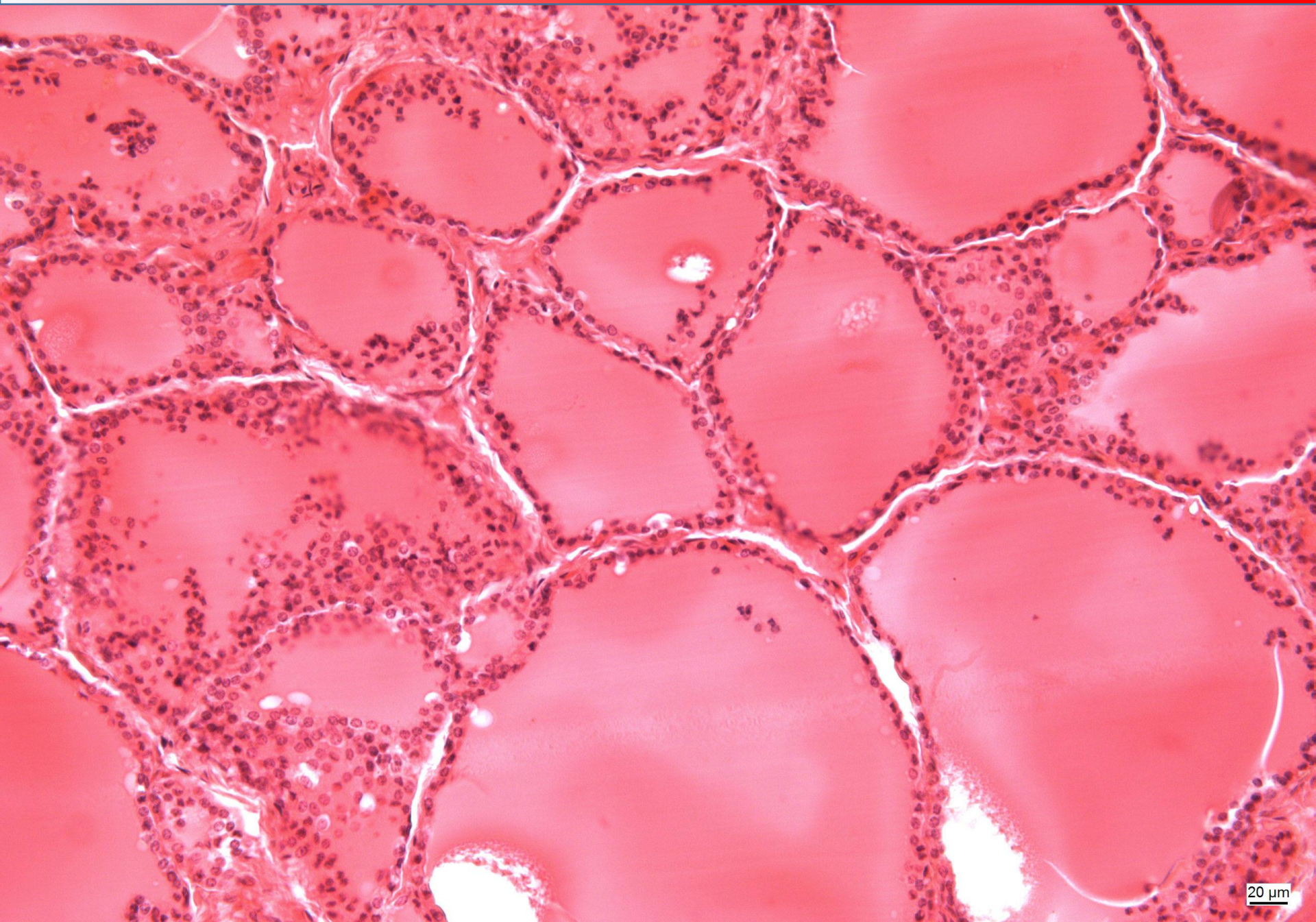
Laloky → lalůčky - folikuly

Folikuly (50 μm - 1 mm)

- Odděleny řídkým vazivem
- Jednoduchý kubický epitel
- Koloid

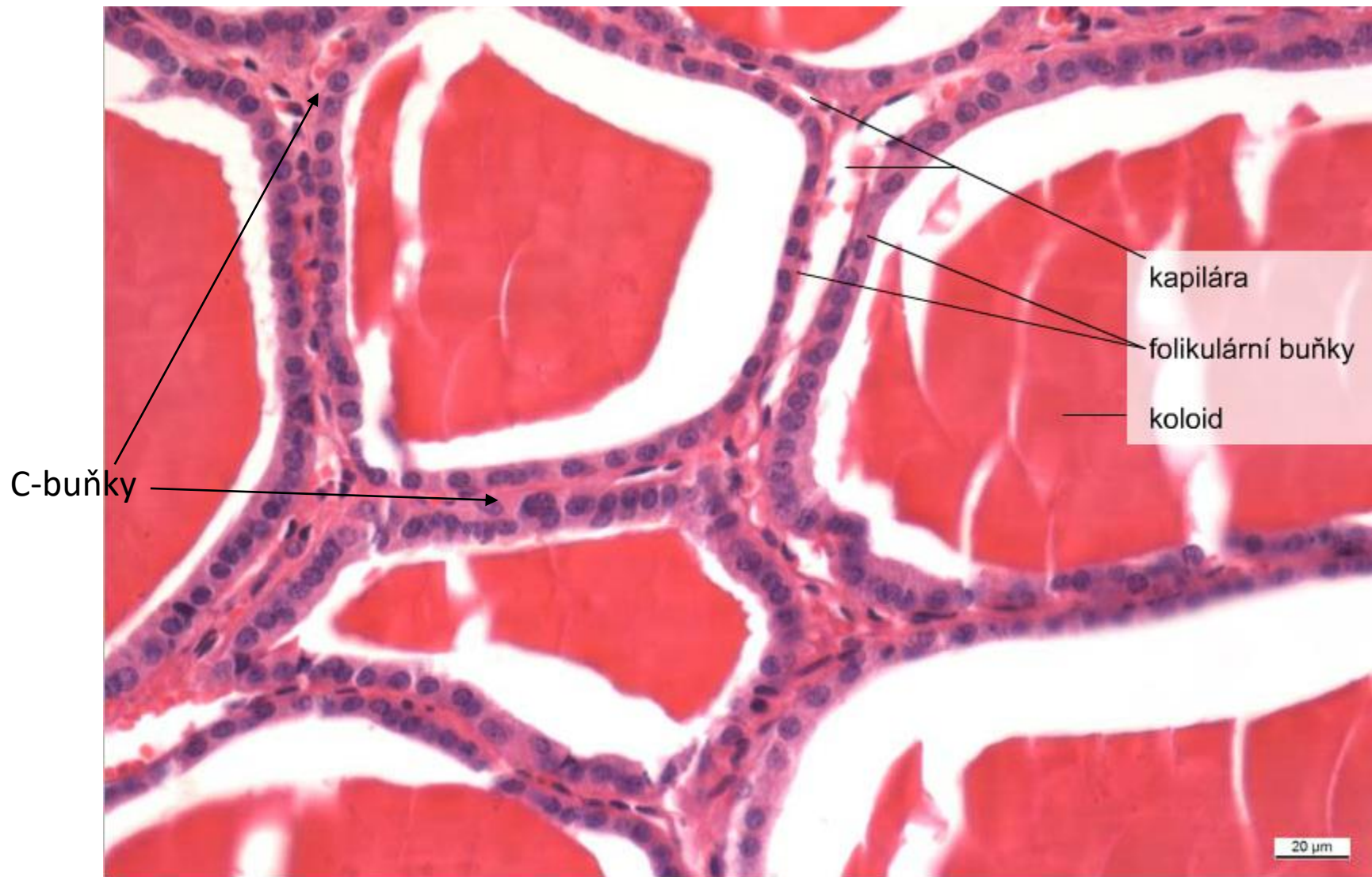


ŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. THYROIDEA)



20 μ m

FOLIKULY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY



C buňky (parafolikulární) - báze epitelu, bez kontaktu s koloidem

Kapilární síť kolem folikulů



T3 a T4 hormony

Syntéza T4 ve štítné žláze

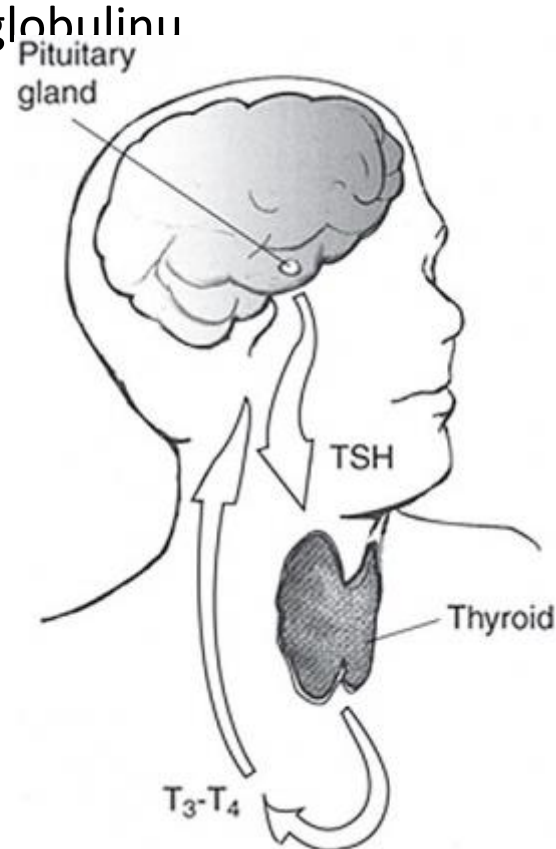
- Na-I symporter přenáší z krevního oběhu 2 Na⁺ and 1 I⁻ přes membrány
- I transportér (pendrin) přenáší I do koloidu folikulárních buněk
- thyroperoxidasa oxiduje 2 I⁻ → I₂.
- folikulární buňky produkují thyroglobulin (660kDa, <100 Tyr)
- thyroperoxidasa iodinuje tyrosylové zbytky (cca 20) thyroglobulinu
- endocytóza koloidu
- endocytické vesikuly + lysosomy, lysosomální enzymy odštěpují T₄ z molekuly thyroglobulinu
- exocytóza

Syntéza T3 z T4

- T4 v krevním oběhu ~6.5 dnů, T3 ~2.5
- tkáňově specifické deiodinasy generují T3

Funkce

- kritické pro vývoj mozku
- metabolismus (dusíková bilance, proteosyntéza, lipolýza)

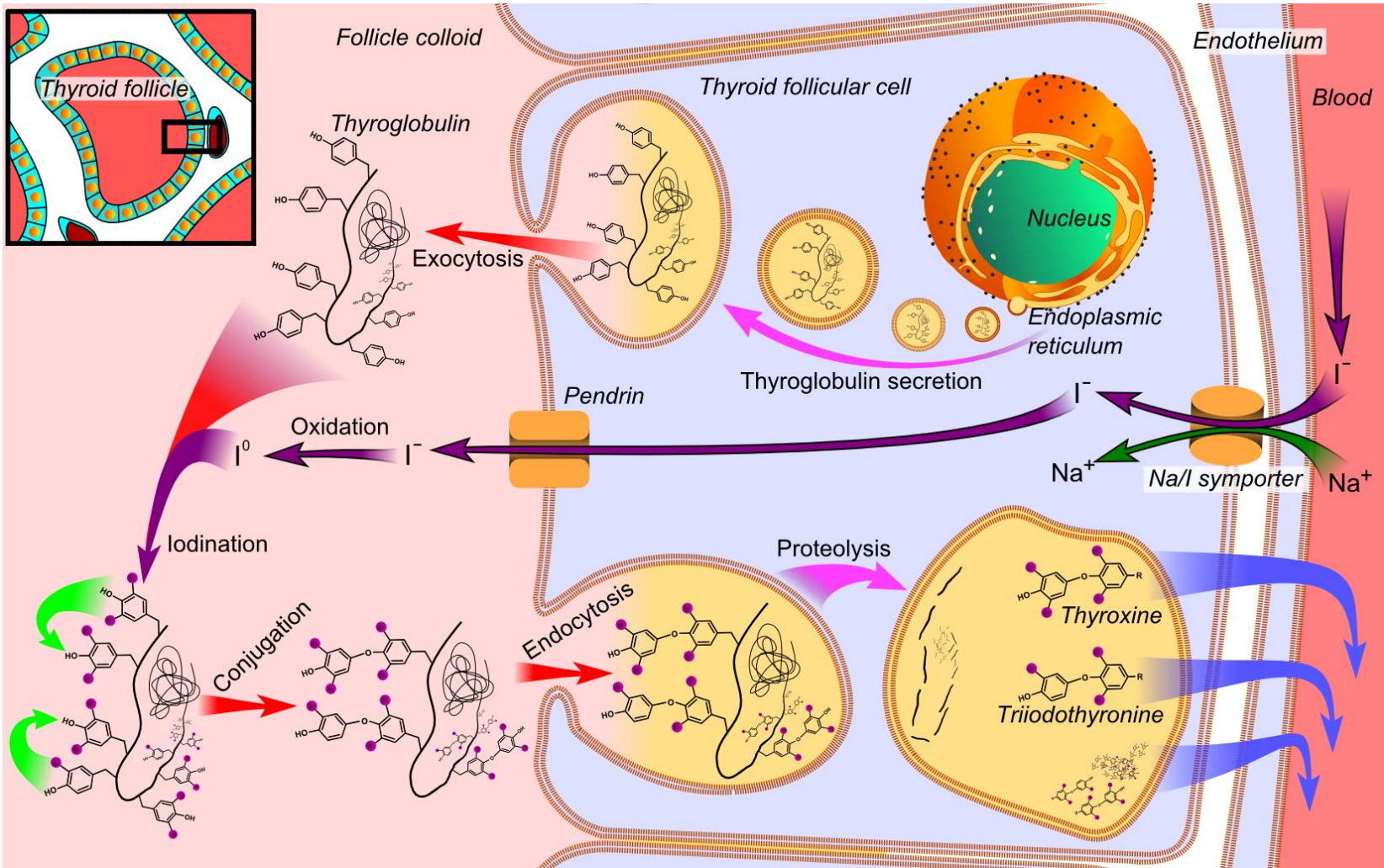
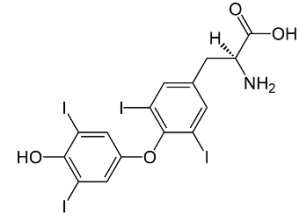
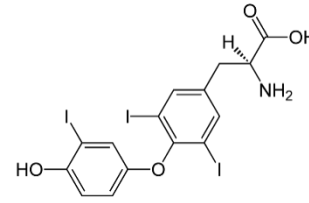
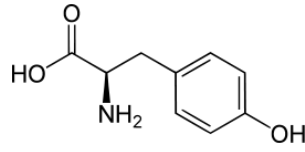


HORMONY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

thyreoglobulin

trijodothyronin T_3

tetraiodothyronin (thyroxin) T_4



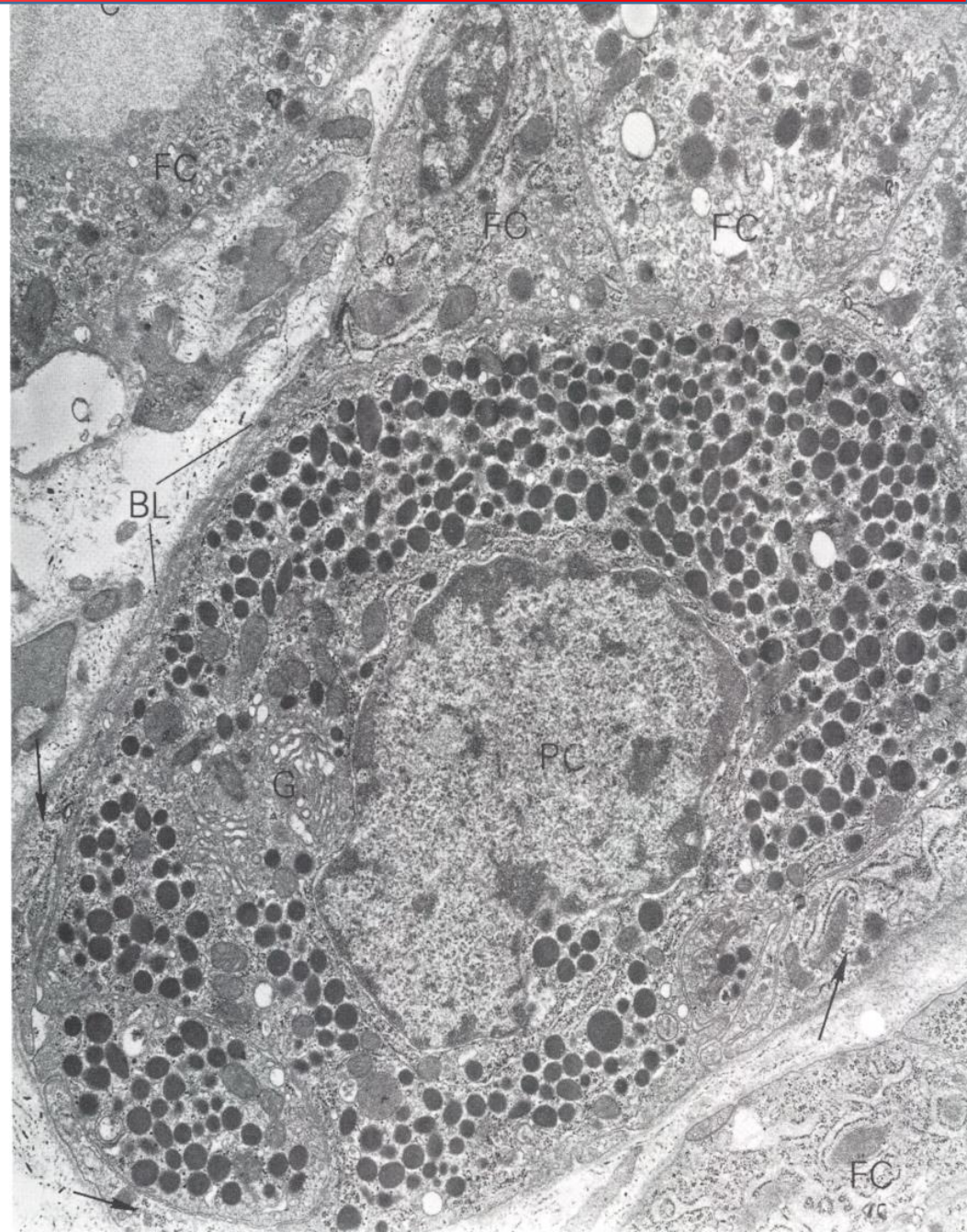
PARAFOLIKULÁRNÍ (C) BUŇKY ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

- původ z neurální lišty
- při bázi folikulárního epitelu
- nemají kontakt s koloidem
- deriváty 4. entodermální výchlípky

- rER, Golgi
- sekreční granula

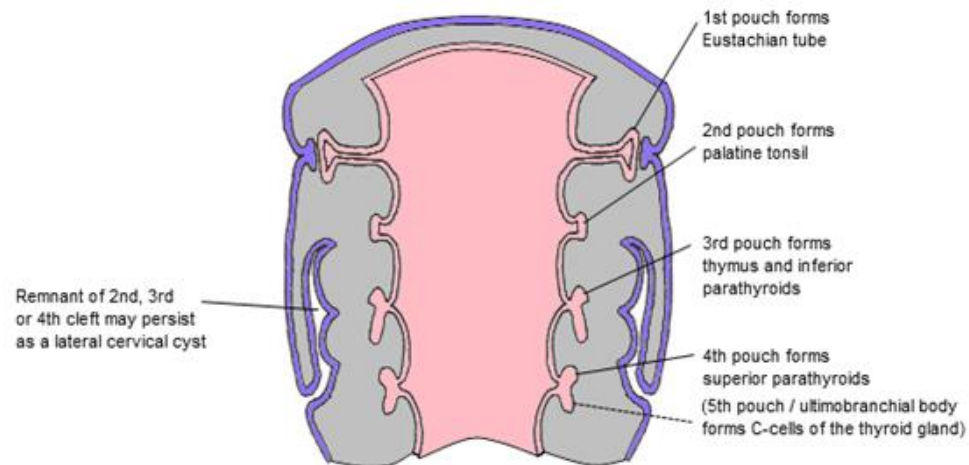
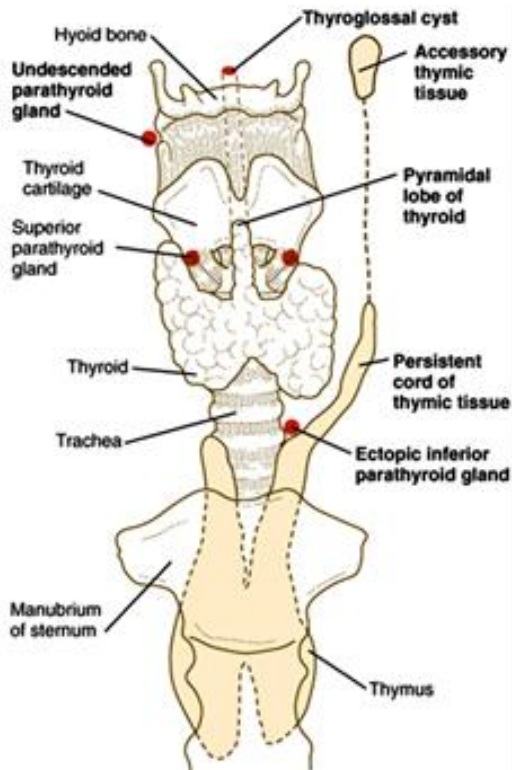
Calcitonin

- metabolismus Ca^{II+}



VÝVOJ ŠTÍTNÉ ŽLÁZY

- endodermální proliferace epitelu faryngu mezi *tuberculum impar* a copulou
- slepě zakončený epitelový čep, vazivové stroma z neurální lišty
- obliterující *ductus thyreoglossus* → *foramen caecum*
- ektopická tkáň štítné žlázy



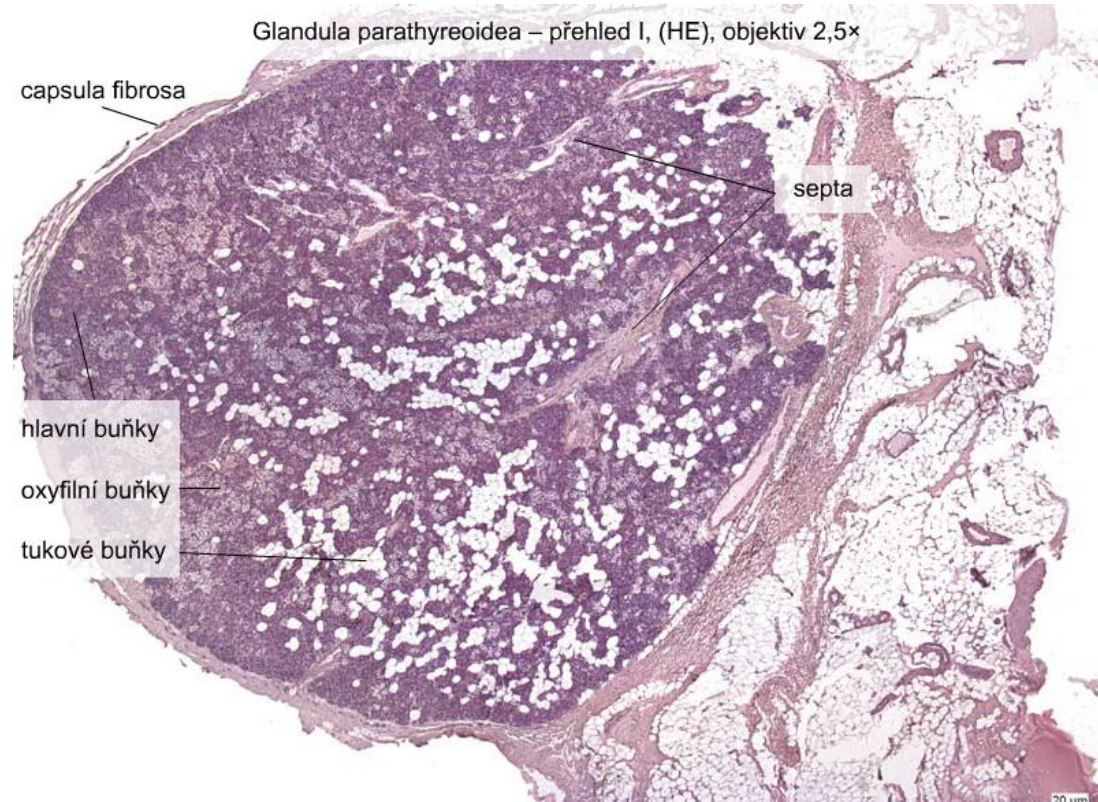
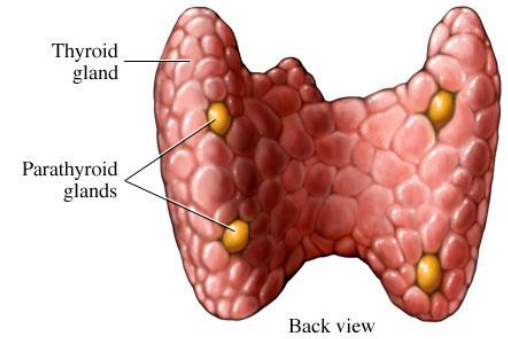
PŘÍŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. PARATHYREOIDEA)

- 6 mm, 130 mg
- Vazivové pouzdro + septa
- Kapilární síť
- **Trámce nebo skupiny žláзовých buněk**

Hlavní

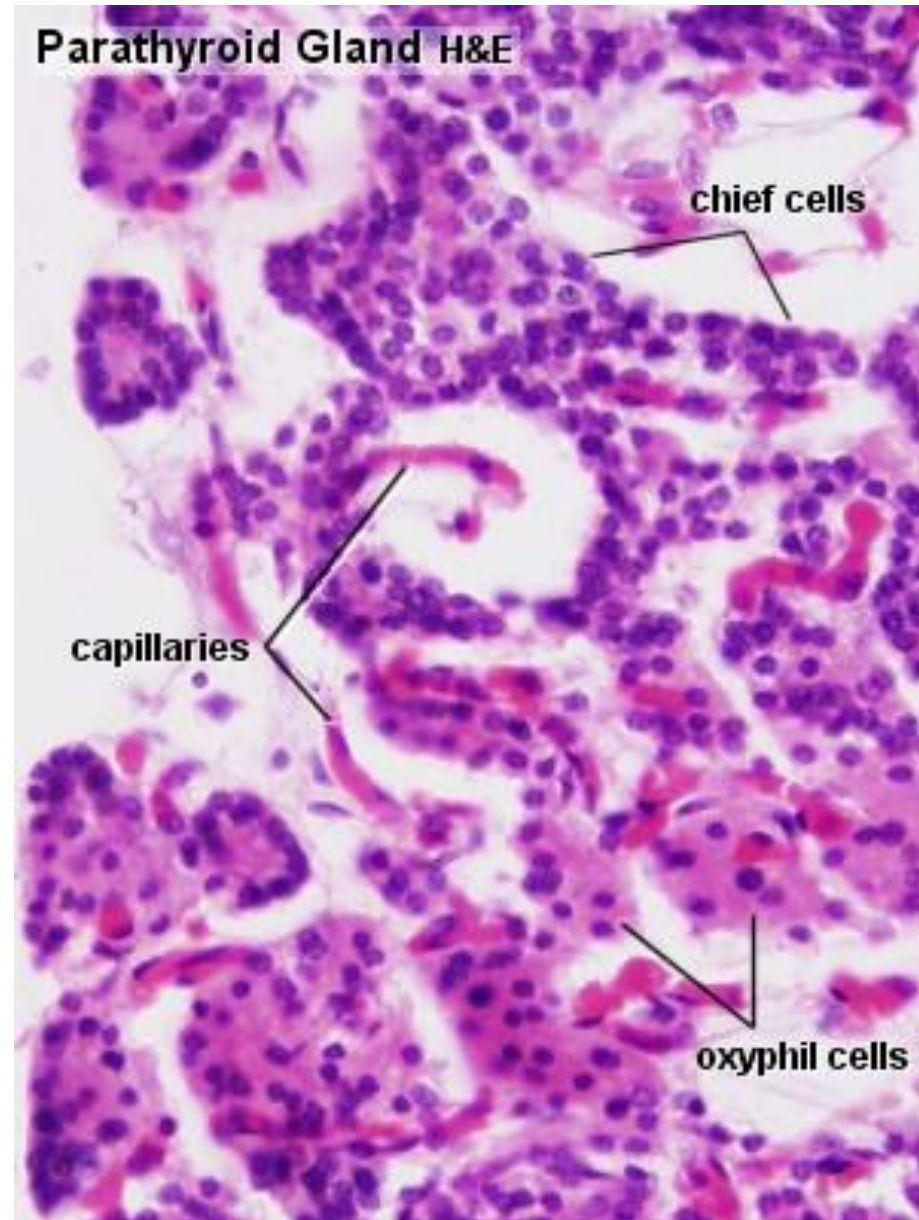
Oxyfilní

Tukové

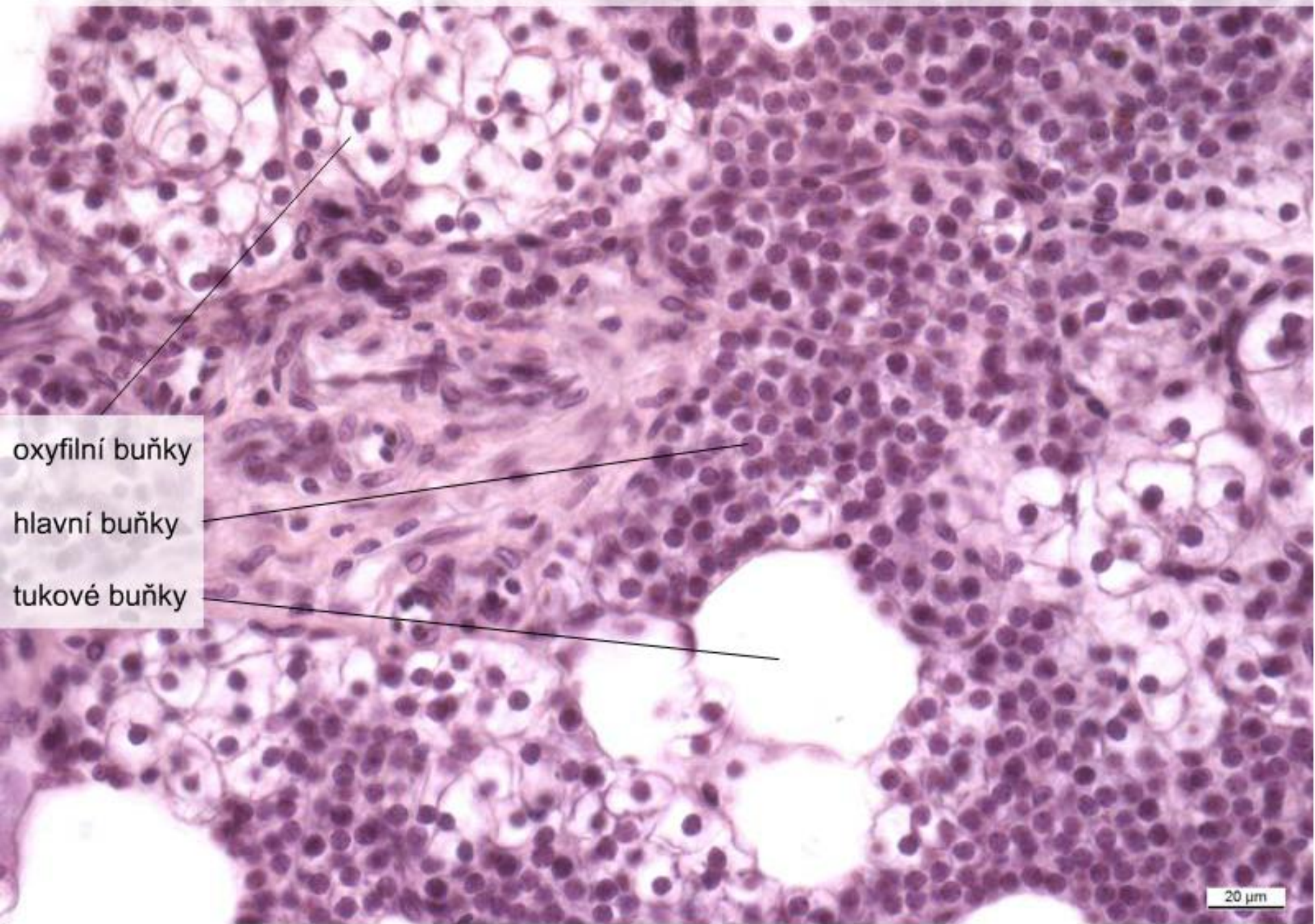


PŘÍŠTÍTNÁ ŽLÁZA (GL. PARATHYREOIDEA)

- **Hlavní buňky**
 - nejpočetnější
 - malé buňky (7-10 μm) s velkým jádrem
 - mírně acidofilní
 - PTH – vápníkový metabolismus
- **Oxyfilní**
 - větší, polyedrické,
 - silně acidofilní/eozinofilní
 - kulaté jádro
 - glykogen



Glandula parathyreoidea – přehled II, (HE), objektiv 40×

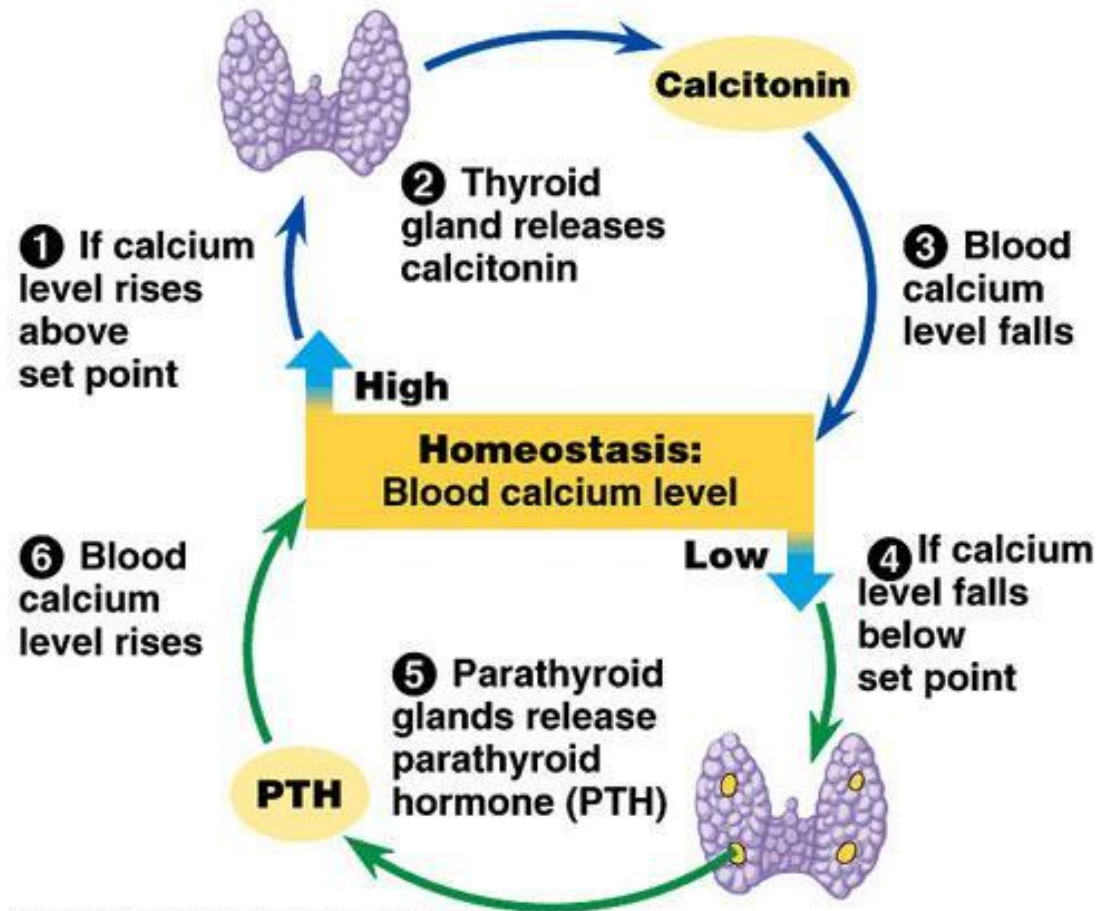


oxyfilní buňky

hlavní buňky

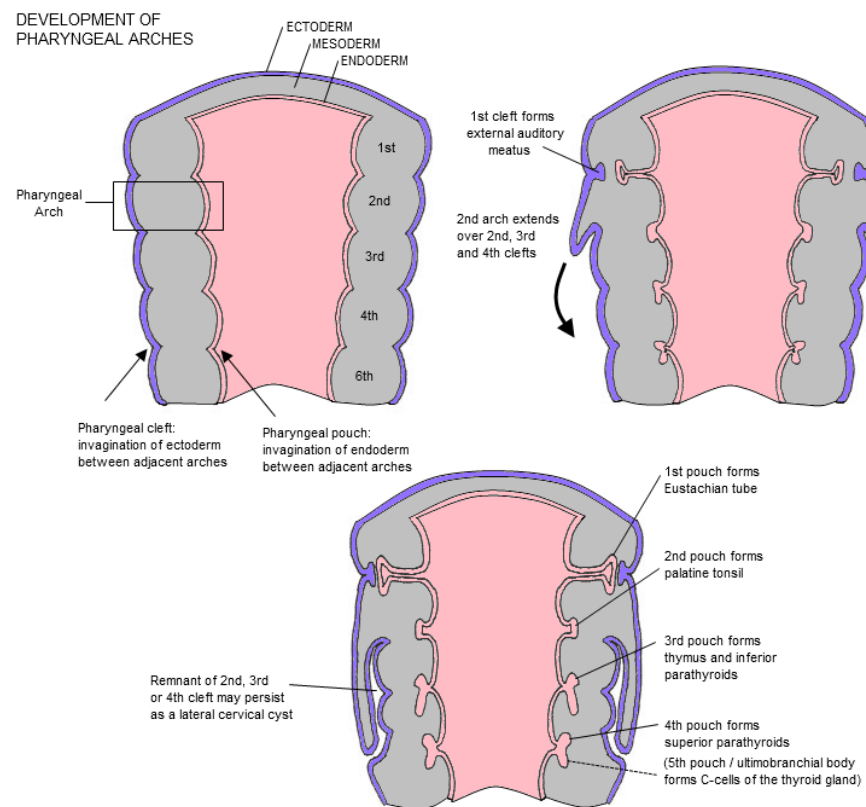
tukové buňky

PTH vs. calcitonin

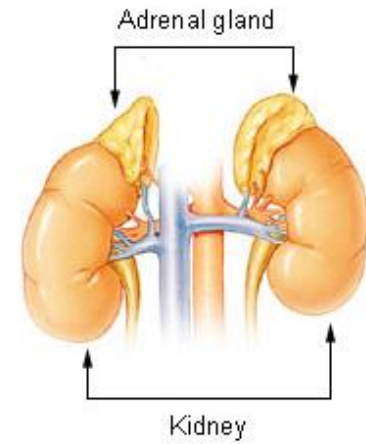
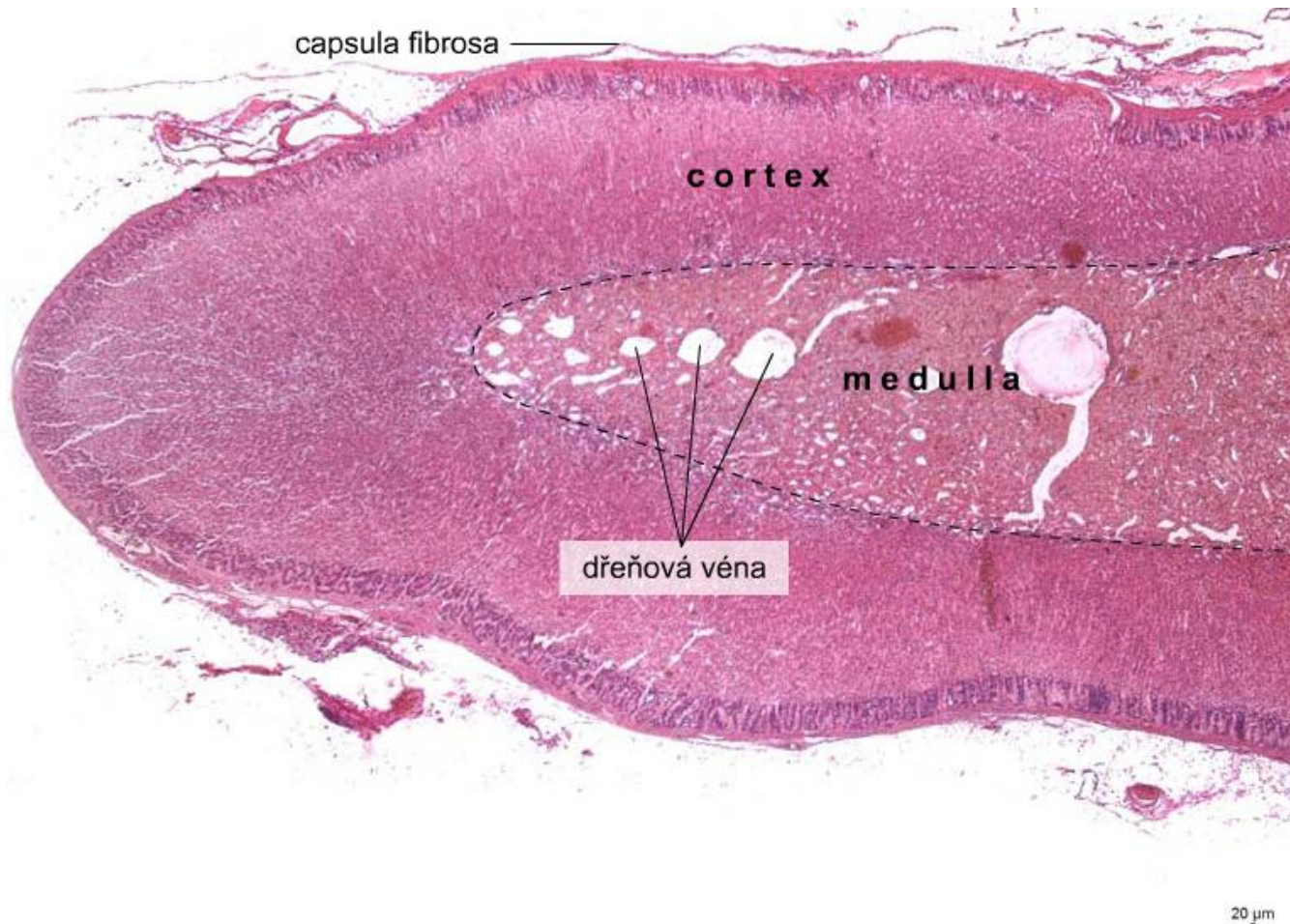


EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ PŘÍŠTÍTNÉ ŽLÁZY

- *glandulae parathyroideae superiores* z dorsálního výběžku **4. faryngeální výchlípku**
- *glandulae parathyroideae inferiores* z dorsálního výběžku **3. faryngeální výchlípku**
- společně s thymem sestupují ke spodní části štítné žlázy
- možnost ektopické příštítné žlázy v thymu nebo mediastinu



NADLEDVINA (CORPUS SUPRARENALIS)



- Vazivový obal + septa
- Kapilární síť
- Různý embryonální původ kůry (coelomový epitel) a dřeně (neuronální lišta - neuroektoderm)

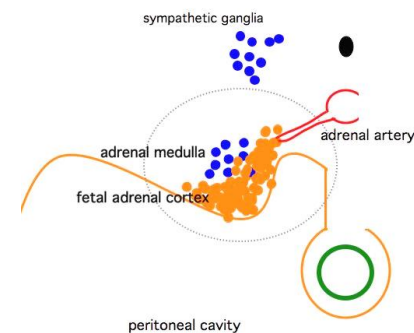
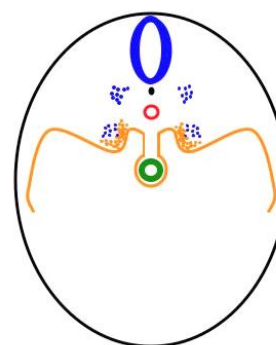
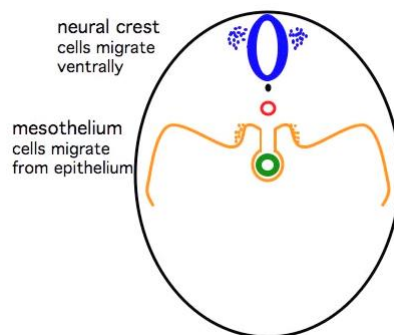
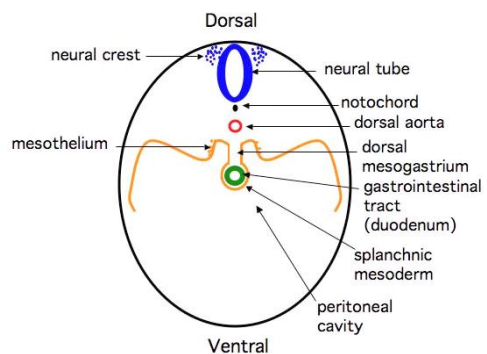
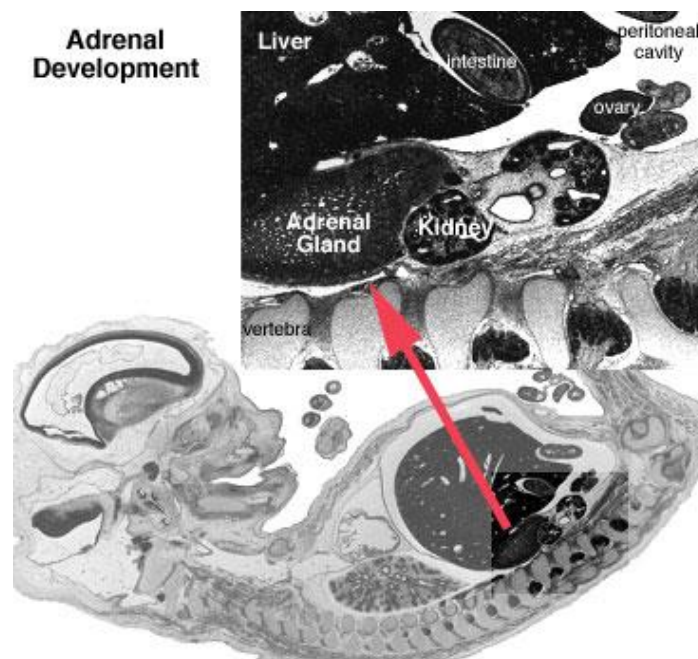
EMBRYONÁLNÍ VÝVOJ NADLEDVINY

Kůra

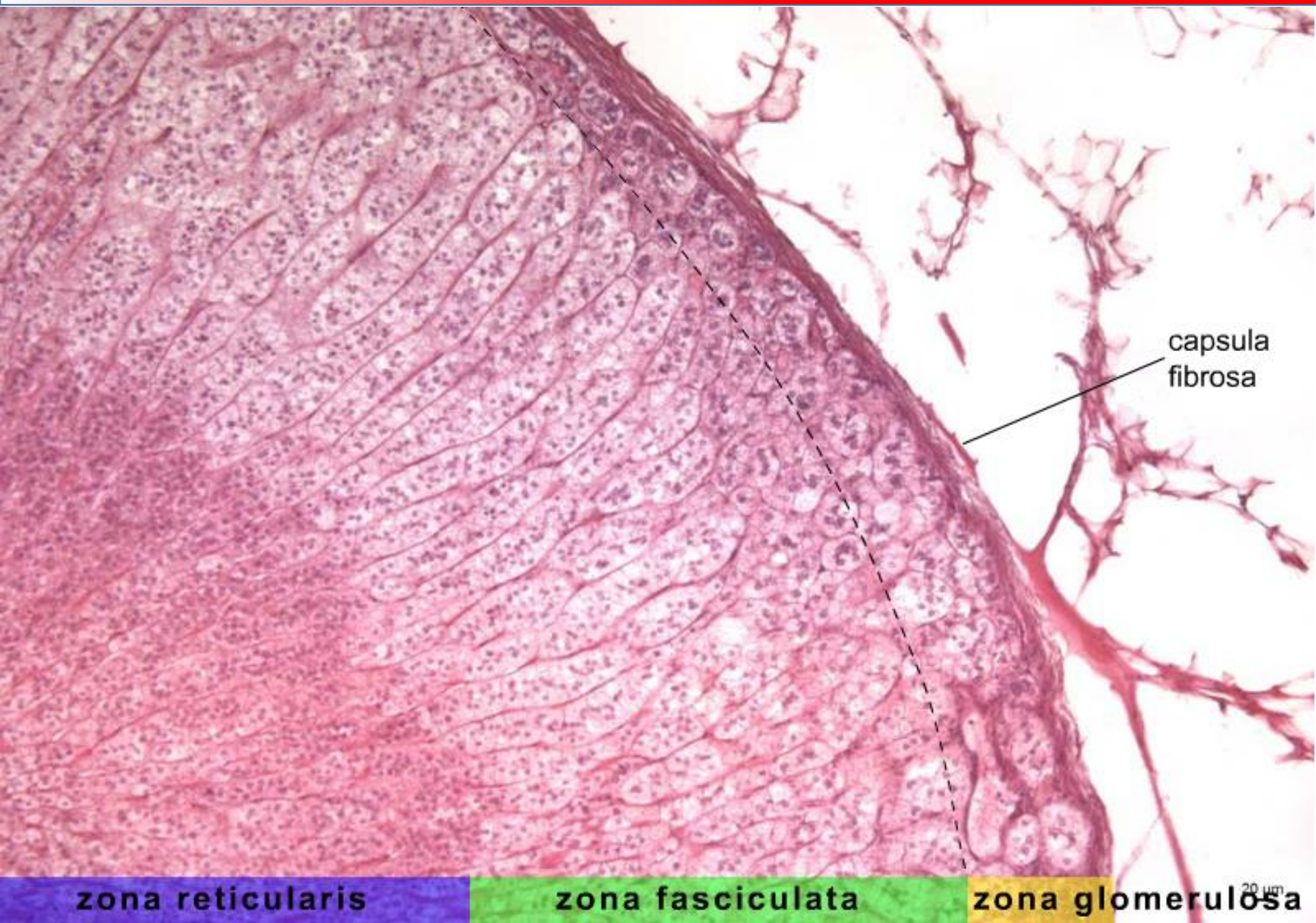
- mesoderm
- coelomový epitel
- primitivní (fetální) kůra: 5. (-6.) týden
- součást fetoplacentární jednotky
- definitivní kůra:
- druhá vlna proliferace,
- zona reticularis se plně diferencuje kolem 3. roku života

Dřeň

- neurální lišta

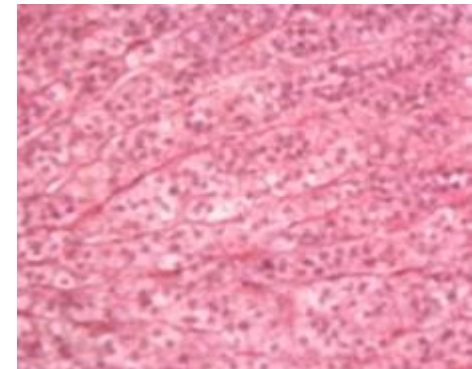
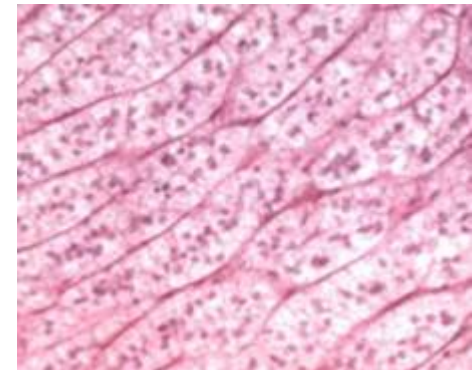
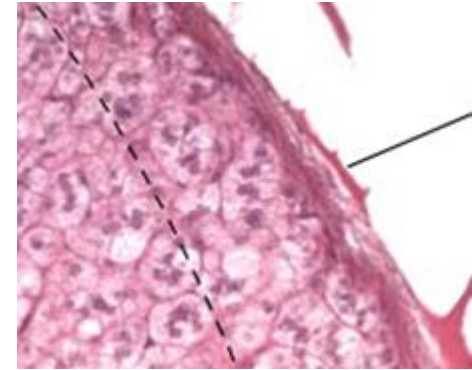


KŮRA NADLEDVINY (CORTEX)



KŮRA NADLEDVINY (CORTEX)

- **steroidogenní buňky**
 - hladké ER, Golgi, lipidové kapénky, početné mitochondrie s tubulárními kristami
 - steroidní hormony cortexu = CORTICOSTEROIDY
- **Zona glomerulosa (1/10)**
 - tenká vrstva pod vazivovým obalem
 - malé buňky, klubíčka
 - nepočtené lipidové kapénky
 - **mineralokortikoidy** (aldosteron)
- **Zona fasciculata (6/10)**
 - radiálně uspořádané trabekuly
 - lipidové kapénky v cytoplasmě
 - **glucocorticoids** (kortisol)
- **Zona reticularis (3/10)**
 - větvené trámce malých, acidofilních buněk
 - lipofuscin
 - **androgenní prekurzory**



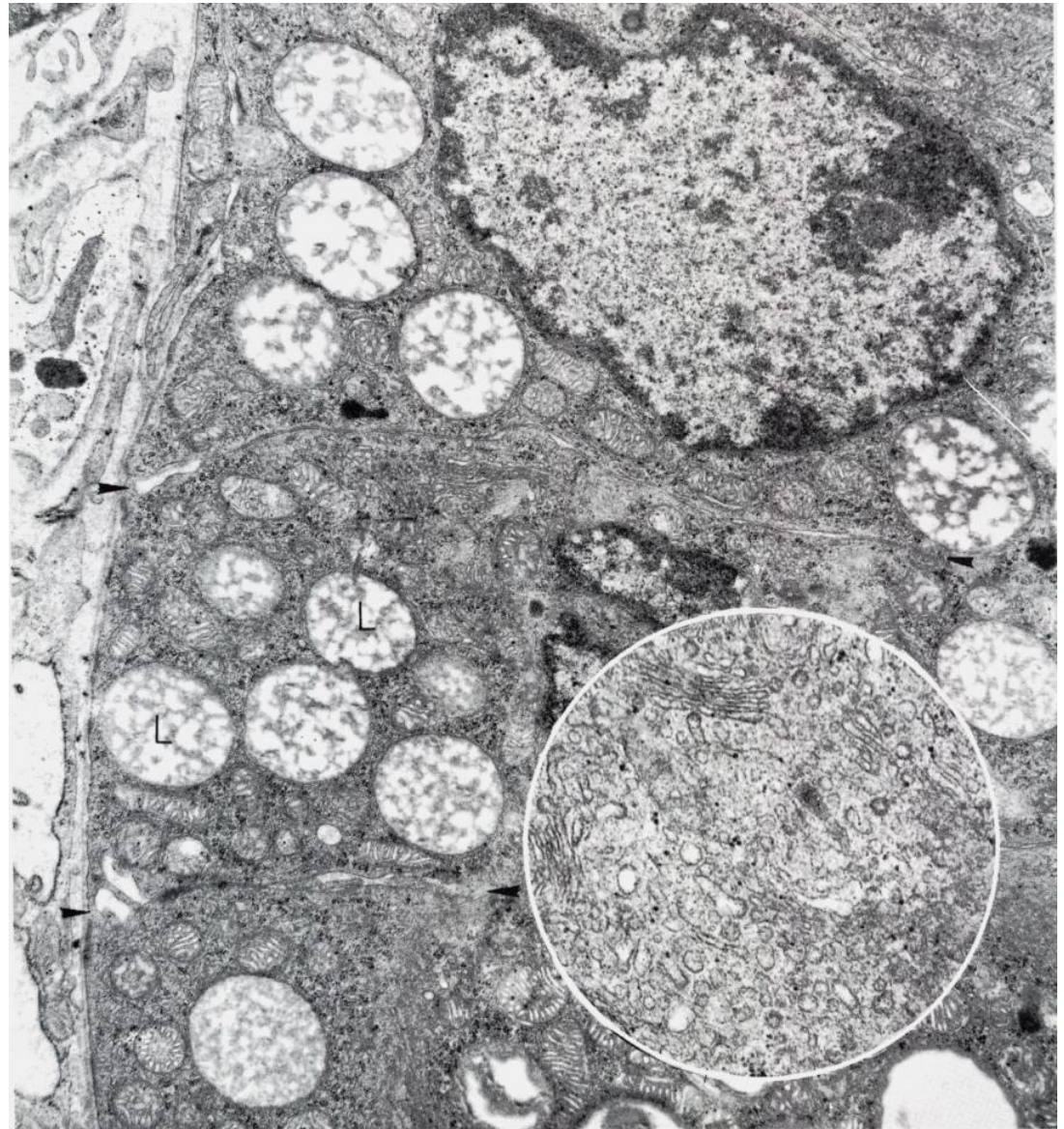
HORMONY KŮRY NADLEDVINY

- Steroidy produkované v kortexu = KORTIKOSTEROIDY
- Steroidogenní buňky
 - SER, lipidové kapénky, mitochondrie
 - *mineralokortikoidy*
 - *glukokortikoidy*
 - *androgeny*

Aldosteron – *zona glomerulosa*

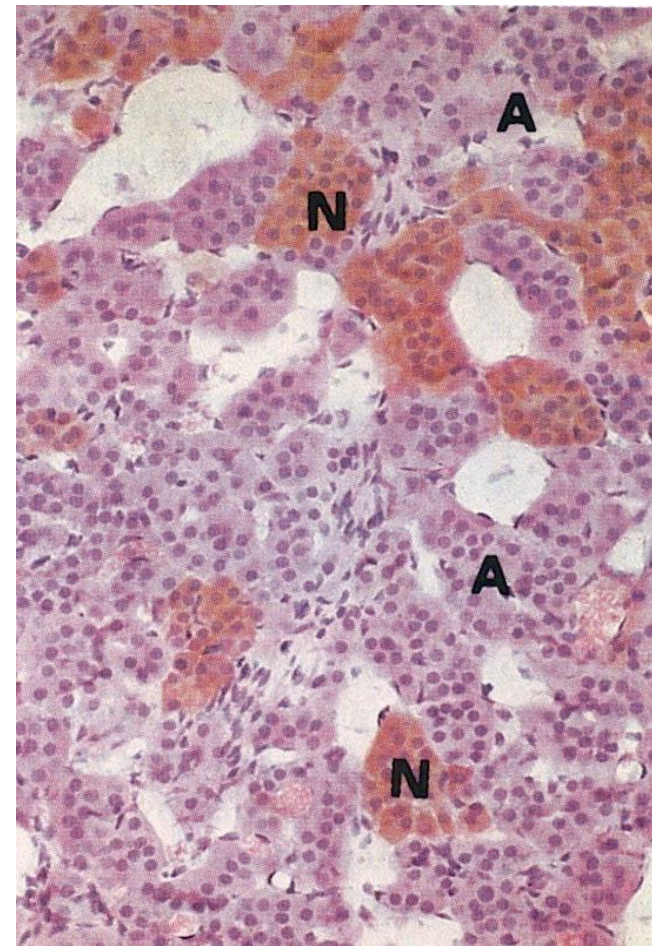
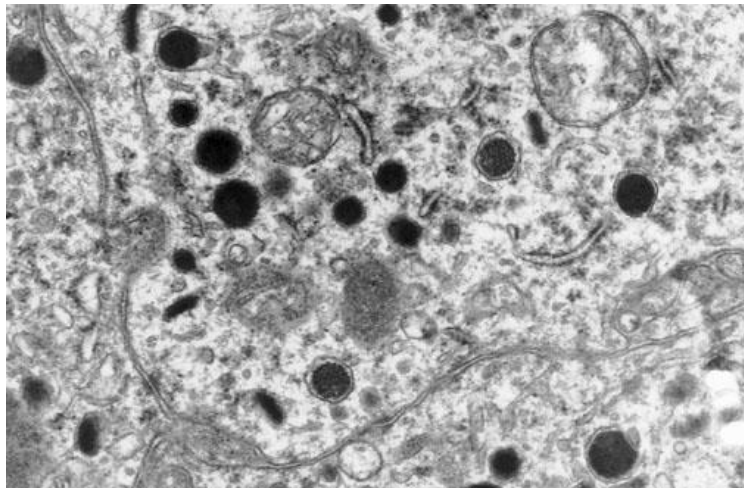
Kortisol – *zona fasciculata*

Testosteron – *zona reticularis*



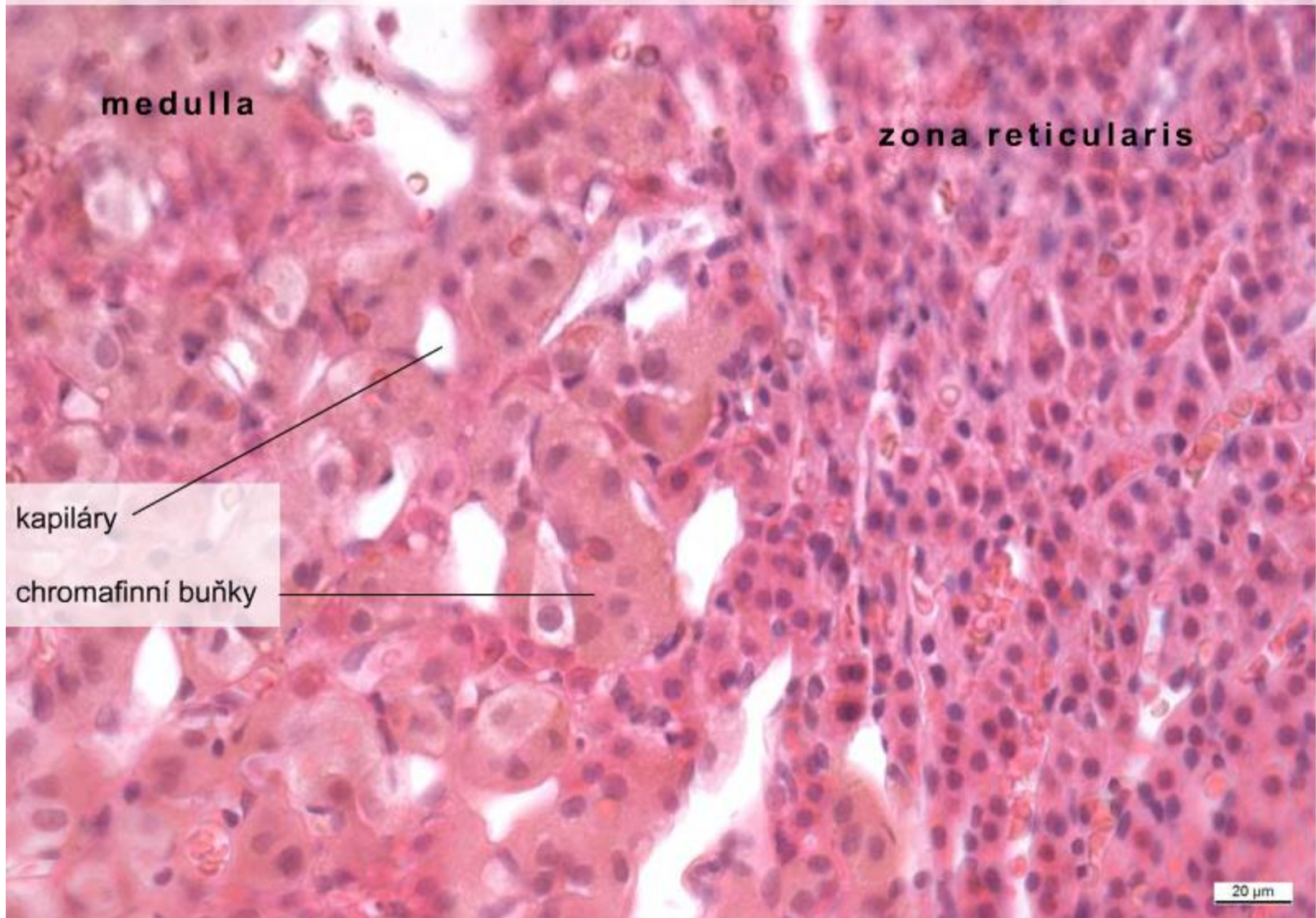
DŘEŇ NADLEDVINY

- Shluky žlázových buněk v retikulárním vazivu
 - chromafinní buňky – modifikované postgangliové neurony
 - gangliové buňky (A, N)
 - kapiláry, venuly, nervová vlákna
- **adrenalin a noradrenalin**



DŘEŇ NADLEDVINY

Corpus suprarenale – medulla, (HE), objektiv 40×



STRES

Hypothalamus

CNS

(sympatikus)

Hypofýza

ACTH

Dřeň nadledvin

Kůra nadledvin

Adrenalin

- krevní tlak, vazokonstrikce, zvýšení
srdeční frekvence...

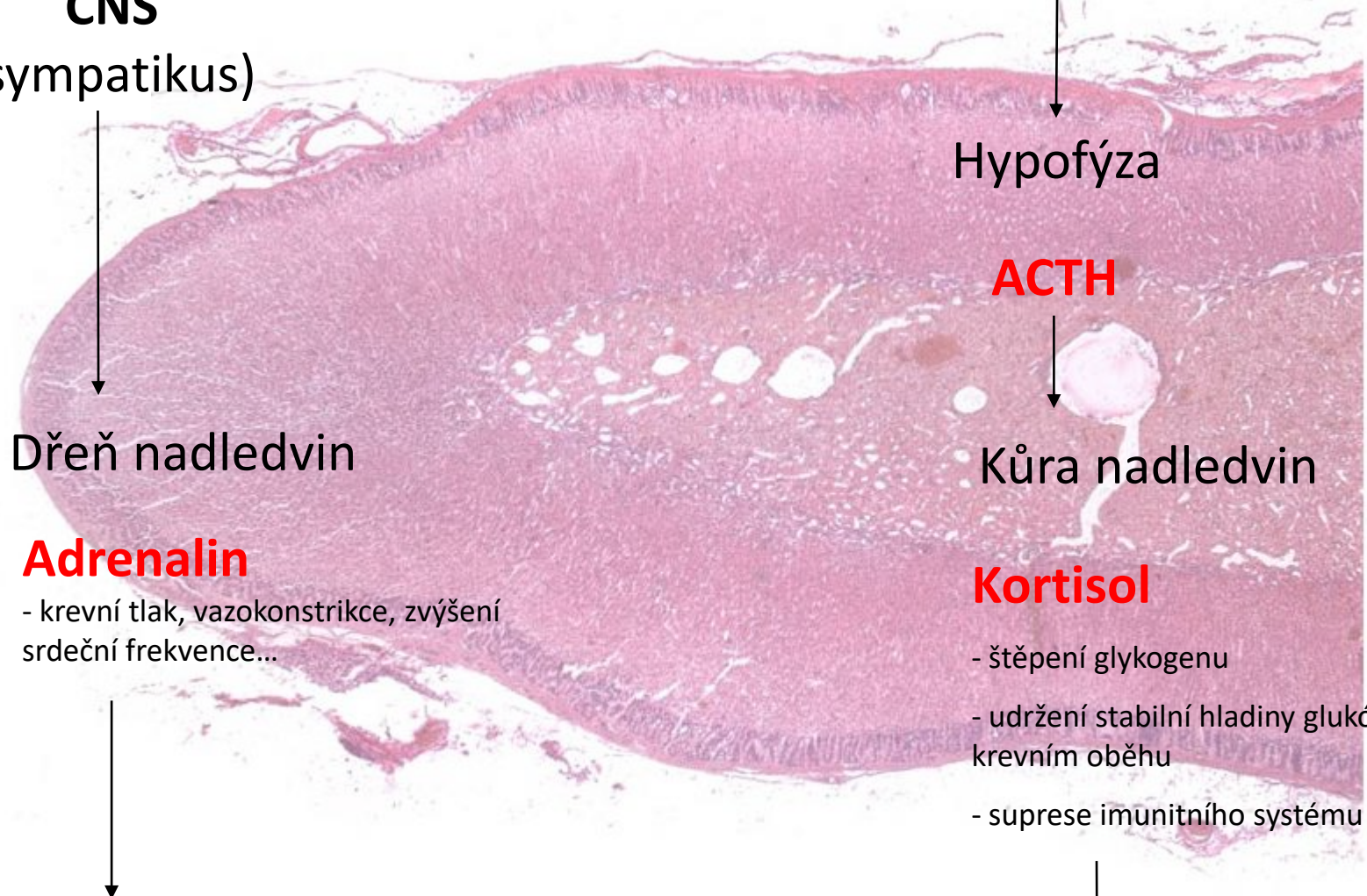
Kortisol

- štěpení glykogenů
- udržení stabilní hladiny glukózy v
krevním oběhu
- suprese imunitního systému

Fight or Flight

Chronický stres

20 μm



| Region (zóna) | | Hormony | Cílová tkáň | Hormonální efekt | Kontrola |
|---------------|------------------|---------------------------------|---------------|--|---|
| Kůra | Zona glomerulosa | Mineralokortikoidy (aldosteron) | Ledviny | Zvýšení renální reabsorpce Na ⁺ a vody Synergický efekt s ADH Vylučování K ⁺ | součást renin-angiotensinového systému, produkce na základě zvýšené hladiny K ⁺ nebo nízké hladiny Na ⁺ |
| | Zona fasciculata | Glukokortikoidy (hydrokortison) | Většina buněk | Uvolnění aminokyselin ze svalů, lipidů z tukové tkáně, periferní utilizace lipidů protizánětlivé účinky | Stimulace ACTH |
| | Zona reticularis | Androgeny | Většina buněk | U dospělých mužů nepodstatný U dětí a žen růst kostí, svalů, krvetvorba | Stimulace ACTH |
| Dřeň | | Epinefrin, norepinefrin | Většina buněk | Zvýšení srdeční aktivity, centralizace oběhu, bronchodilatace, glykogenolýza, regulace glykémie | Sympatikus |



Děkuji za pozornost

Dotazy a komentáře
pvanhara@med.muni.cz