

Fyziologie ženy, hormonální řízení, menstruační cyklu

Jana Vaněčková

Ústav pro péči o matku a dítě

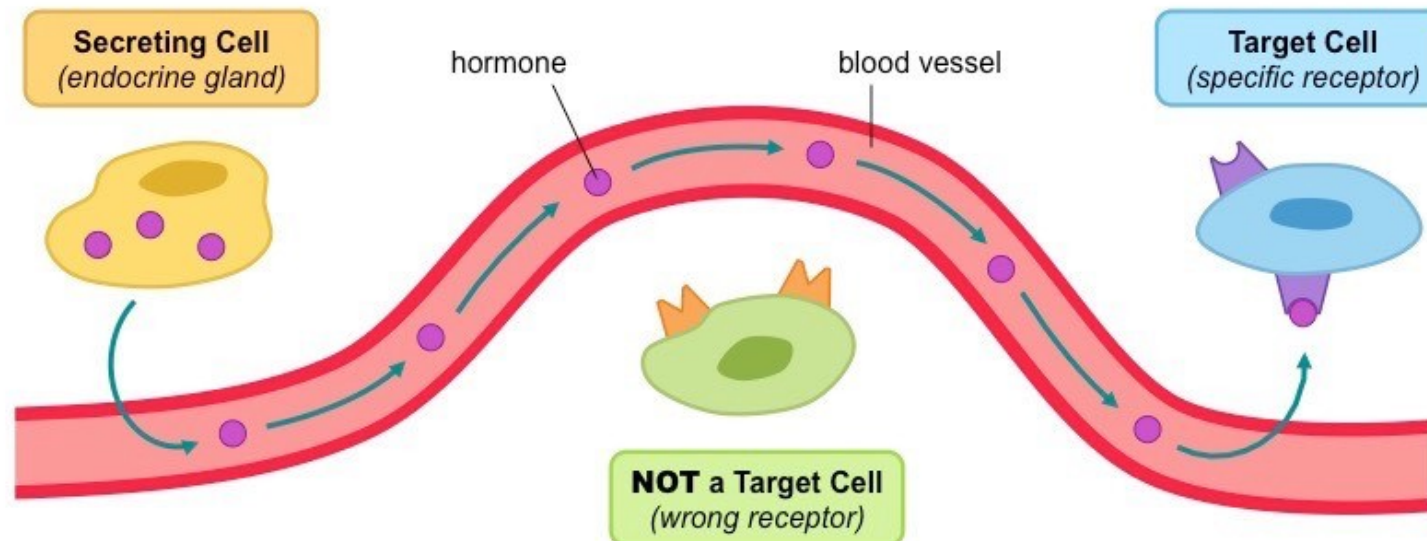
LS 2023

Řízení lidského těla

- Obecně jsou v organismu 3 regulační systémy všech funkcí:

- Nervový systém (*elektrochemické signály*)
- Endokrinní systém (hormony)
 - Žlázy s vnitřní sekrecí
- Imunitní systém (*interleukiny*)

Tyto systémy se vzájemně ovlivňují



ČÁSTI ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU

1. **ORGÁNY** – ŽLÁZY S VNITŘNÍ SEKRECÍ

2. **SAMOSTATNÉ BUŇKY ROZPTÝLENÉ** – „DNES“

- DNES = Difúzní neuroendokrinní systém
 - GIT, placenta, ledvina,...
- Společně s nervovým systémem se podílí na **řízení funkcí mnoha orgánů**
- **„VNITŘNÍ SEKRECE“**
 - Vzniklé látky **HORMONY** se vylučují **do krve** (vs. exokrinní) – tedy nemají vývody!
 - Působení i ve vzdálených orgánech

- Hormony působí na **cílové buňky** – je to chemický posel
Přítomnost receptorů pro hormon
- **Vazba hormon + receptor** -> *odpověď (př. Tvorba enzymů,...)*
- Hormony vs. Nervy
 - Hormony působí pomaleji

Základem endokrinních regulací je **mechanismus zpětné vazby:**

1. **Negativní**

- ❖ Vzniklý hormon inhibuje jeho další produkci ve žláze

2. **Pozitivní**

- ❖ Vzniklý hormon stimuluje další produkci ve žláze
- ❖ Fyziologicky je vždy pouze dočasná (estrogen před ovulací)

Princip negativní zpět

- Základní kontrolní mechanismus
- Hormon cílové tkáně zpětnovazebně inhibuje sekreci ‚řídícího‘ hormonu
- Přímá inhibice změnou v chemickém složení krve
 - *Inzulin X glukagon*
 - *Kalcitonin X PTH*

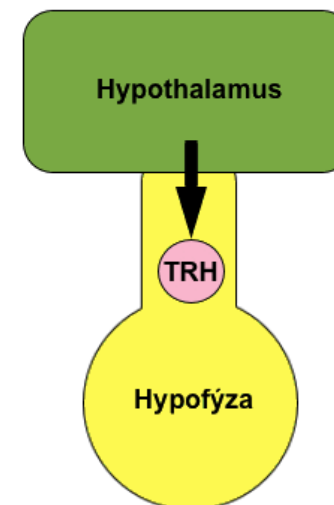
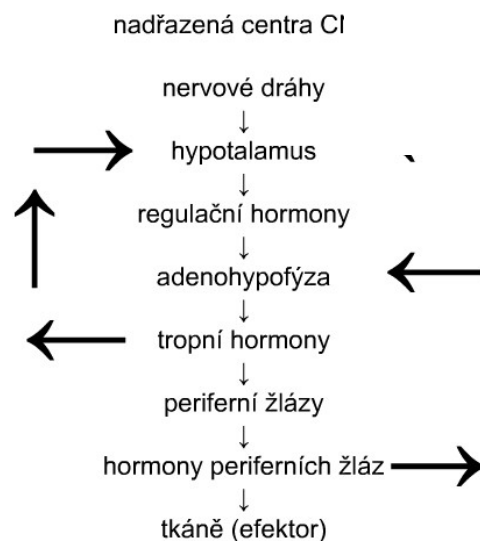
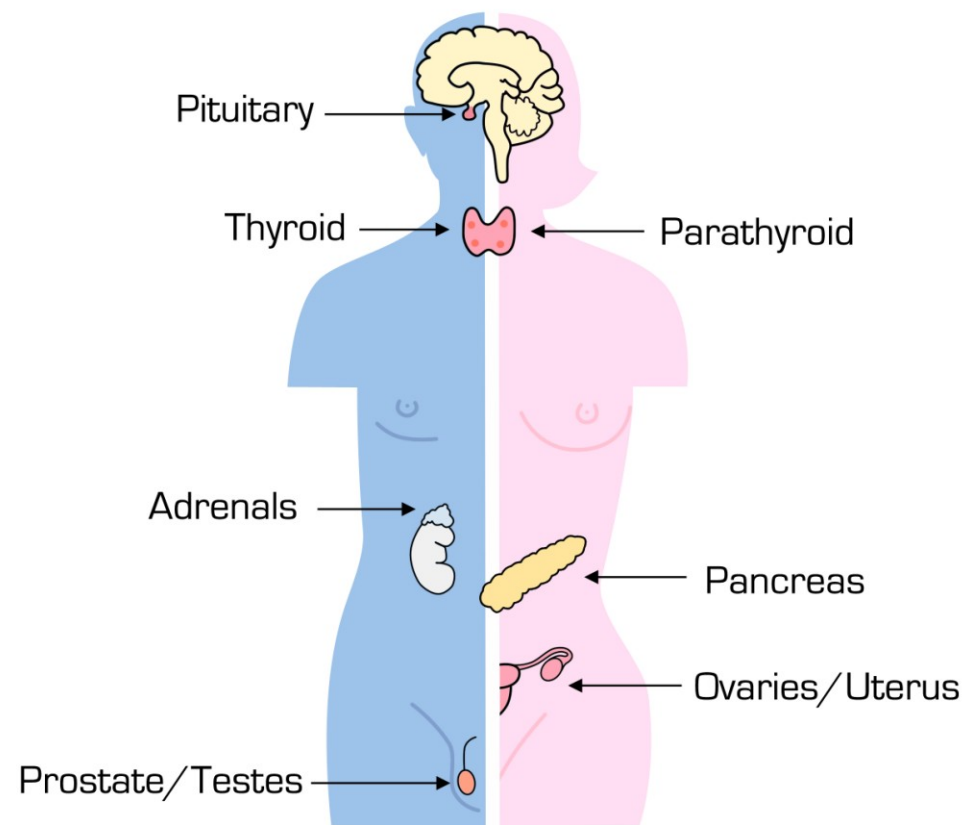


Schéma převzato:

<http://fb.lt.cz/skripta/xi-regulacni-mechanismy-1-endokrinni-regulace/2-obecne-principy-endokrinni-regulace/>

ORGÁNY ENDOKRINNÍHO SYSTÉMU

1. **HYPOFÝZA**
2. **EPIFÝZA** (*GLANDULA PIENALE*)
3. **ŠTÍTNÁ ŽLÁZA** (*GLANDULA THYROIDEA*)
4. **PŘÍŠTÍTNÁ TĚLÍSKA** (*GLANDULA PARATHYROIDEA*)
5. **ENDOKRINNÍ ČÁST PANKREATU**
6. **NADLEDVINY** (*GLANDULAE SUPRARENALES*)
7. **GONÁDY**
 1. VARLATA + **VAJEČNÍKY**



HYPOTHALAMUS I.

- Část mezimozku, část je endokrinní žláza
- Nadřazená struktura pro hormonální regulaci
- S hypofýzou spojen pomocí cév a nervů
- Produkce:

- **Statiny** – tlumí

- **Dopamin** – prolaktin inhibing hormon

- **Liberiny** – stimulují

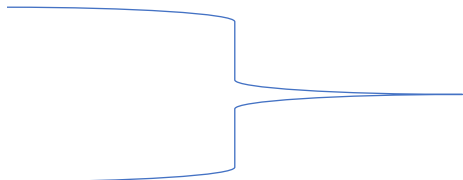
- **GnRH** = gonadoliberin -> stimuluje sekreci gonadotropinů (hypofýza)

+

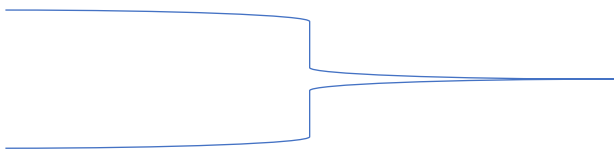
- **Oxytocin**

- ADH

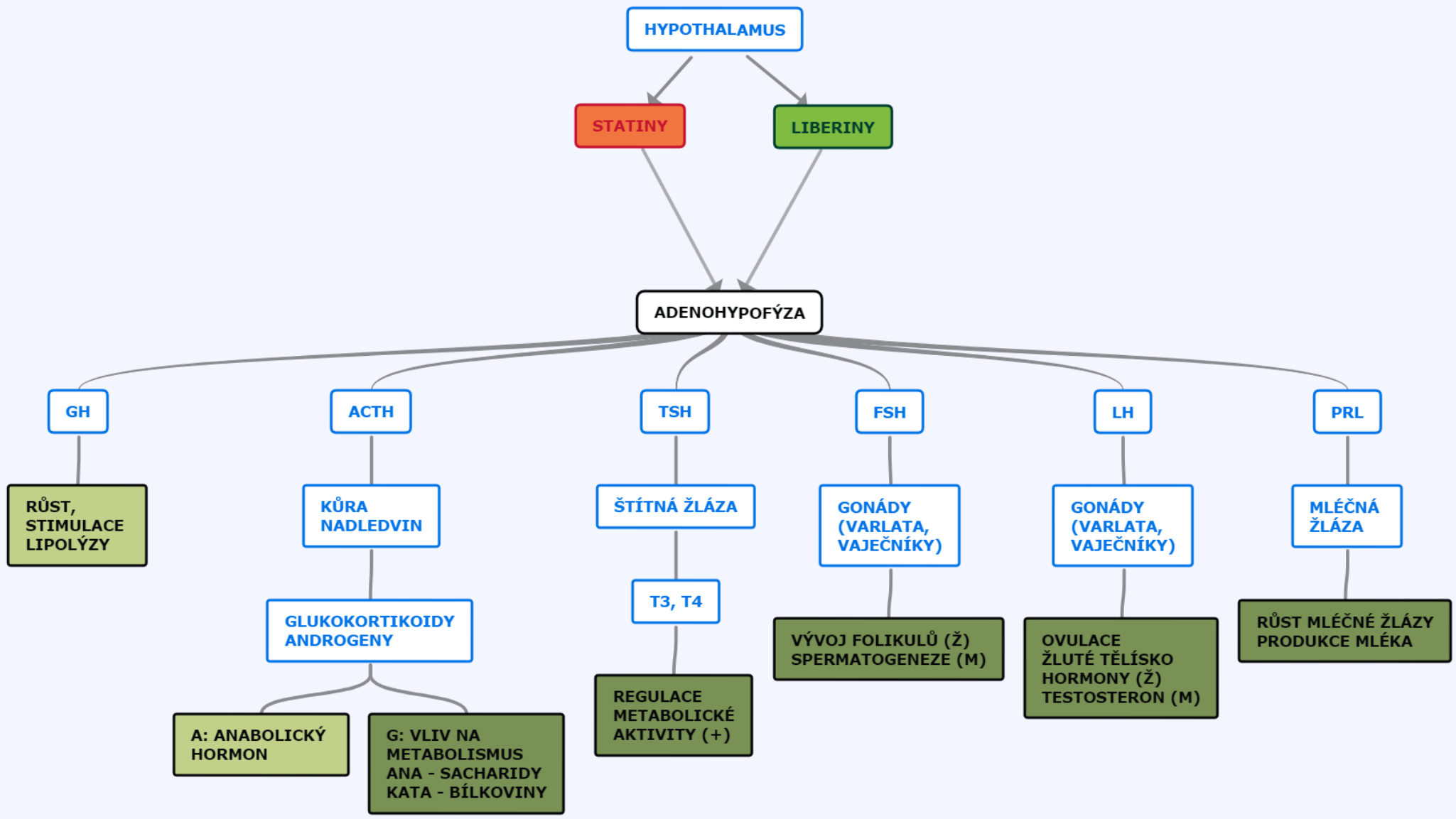
*Zajímavost: **Fergasnův reflex**:
neurogení vyplavení oxytocinu z
hypofýzy,
stimulované dilatací cervixu a
vaginální stěny při děložních
kontrakcích a tlaku hlavičky.*

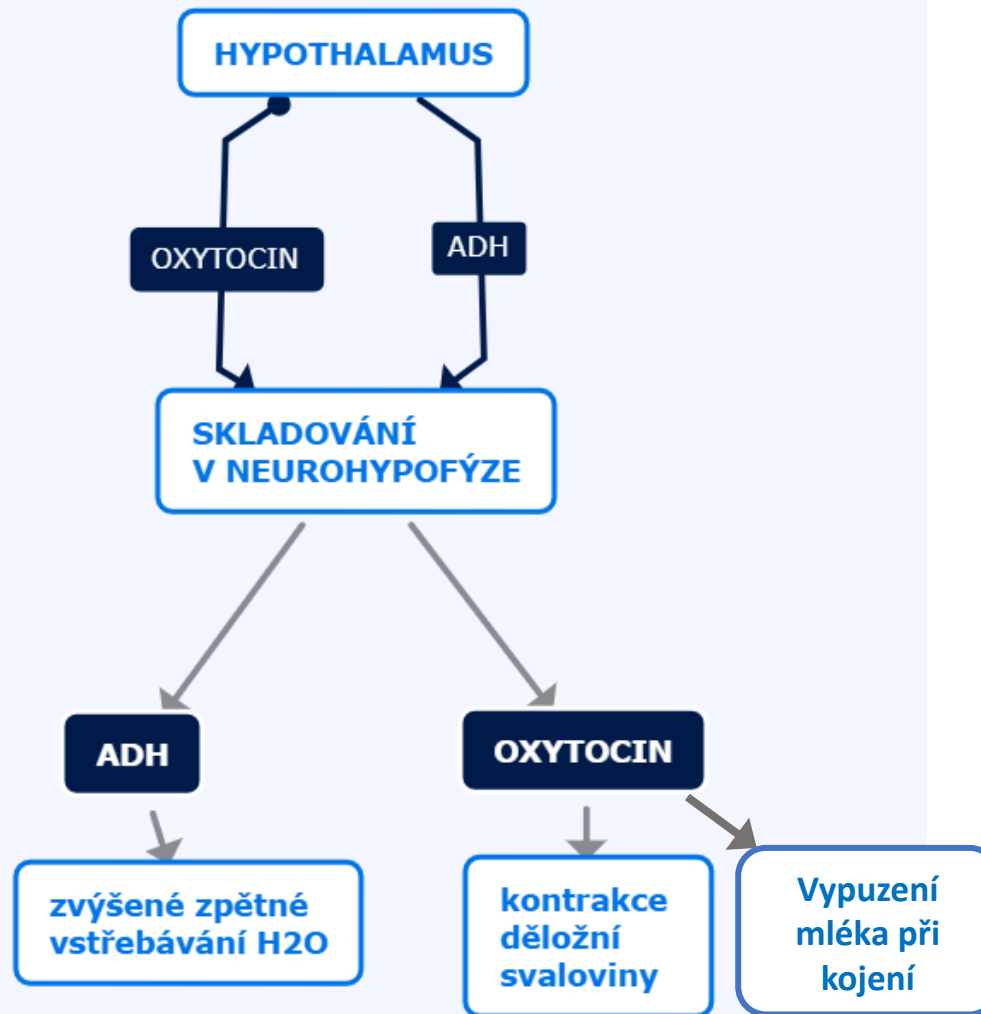


Řídí uvolňování hormonů
adenohipofýzy



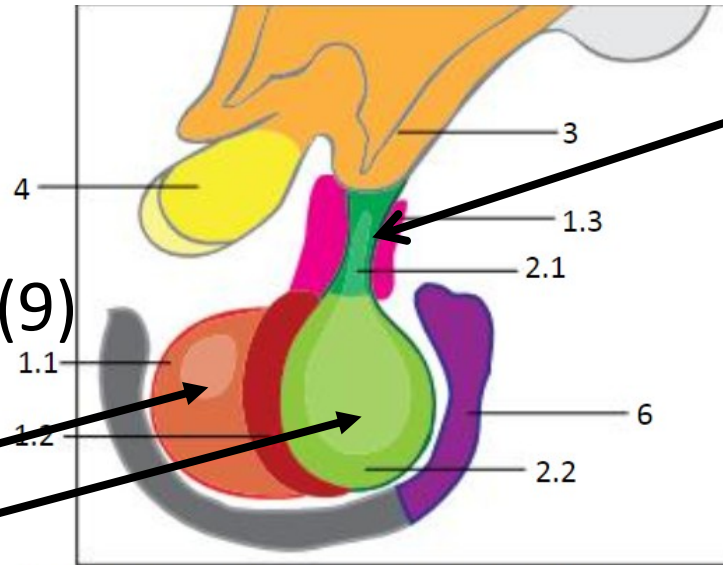
Transport do neurohipofýzy ->
uskladnění





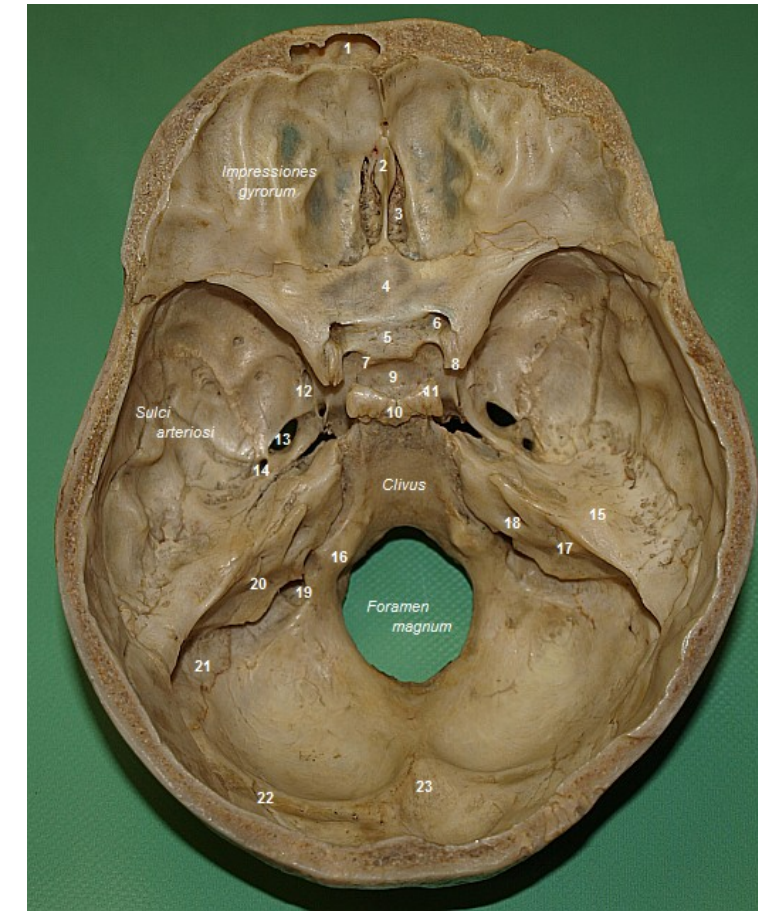
HYPOFÝZA

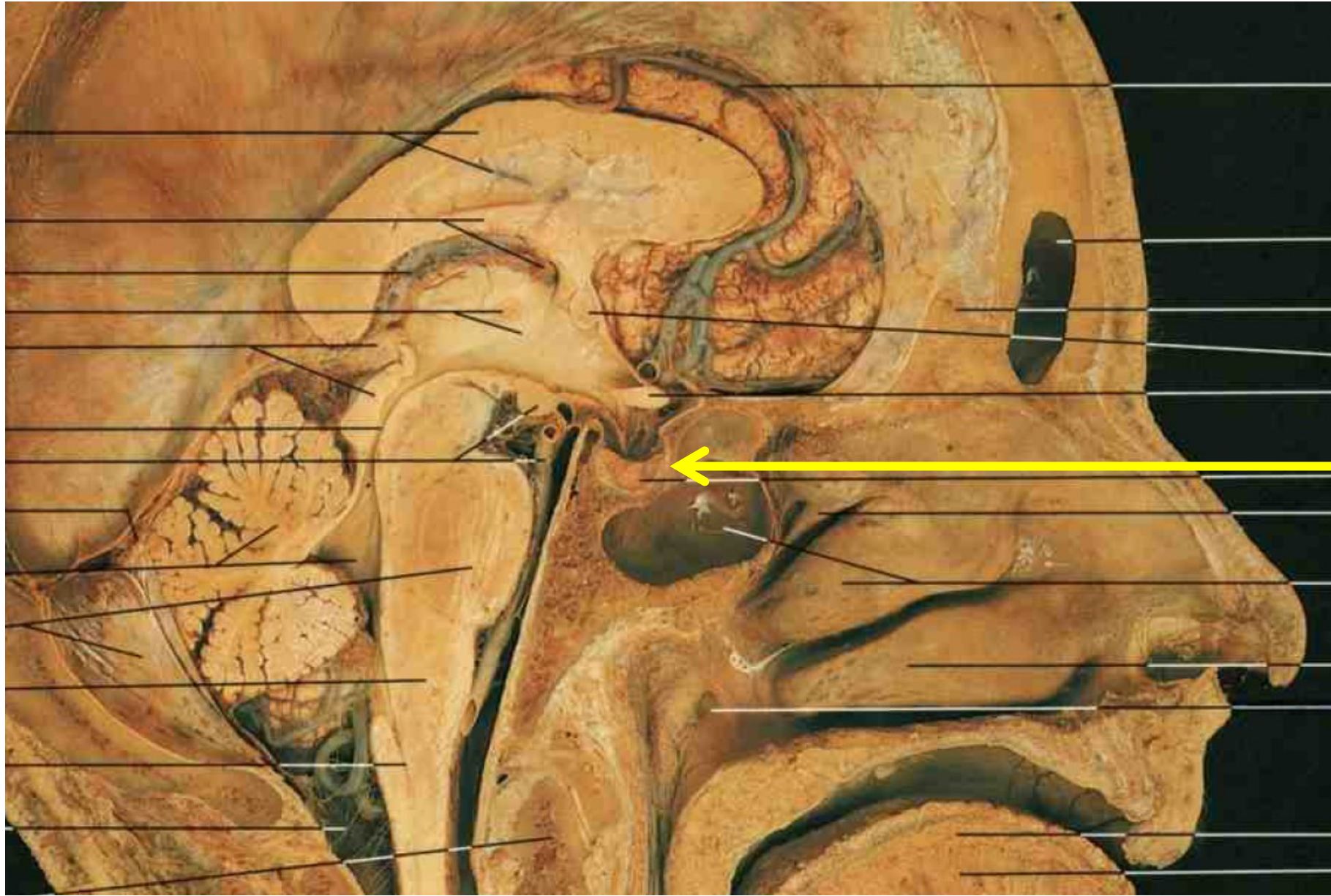
- = podvěsek mozkový
 - Uložená v tureckém sedle(9)
 - 2 odlišné části:
 - 1) **ADENOHYPOFÝZA**
 - 2) **NEUROHYPOFÝZA**
- Spojené pomocí infundibula (stopka)
 - ❖ Neurokrinie (neurosekrece) = *hormony tvoří nervové buňky*



Sagitální řez hypotalamem a hypofýzou, detail

INFUNDIBULUM

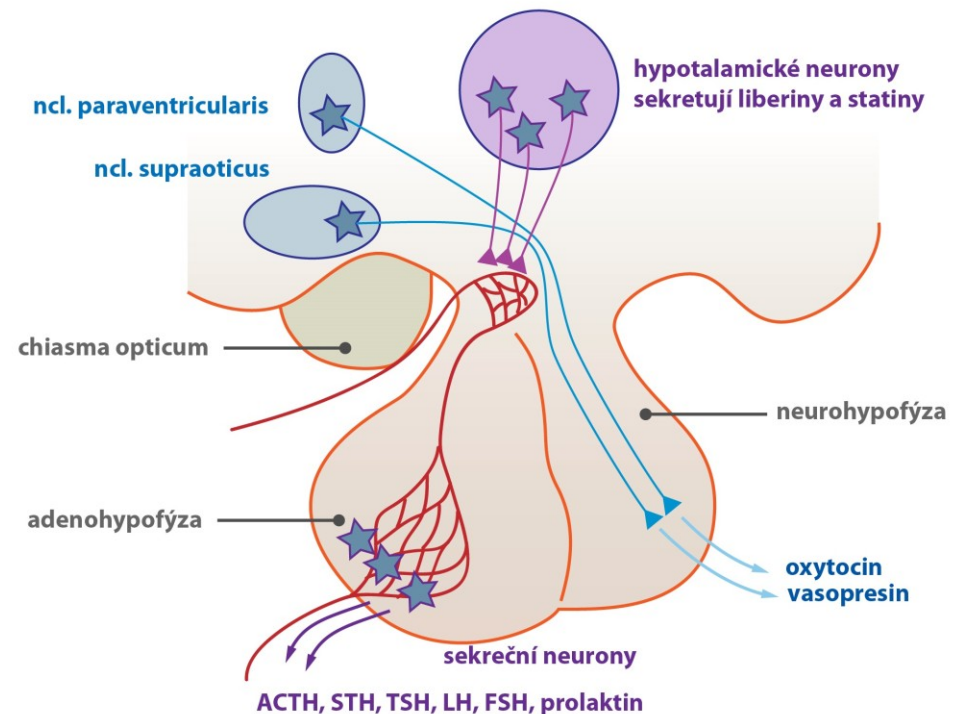




HYPOFÝZA

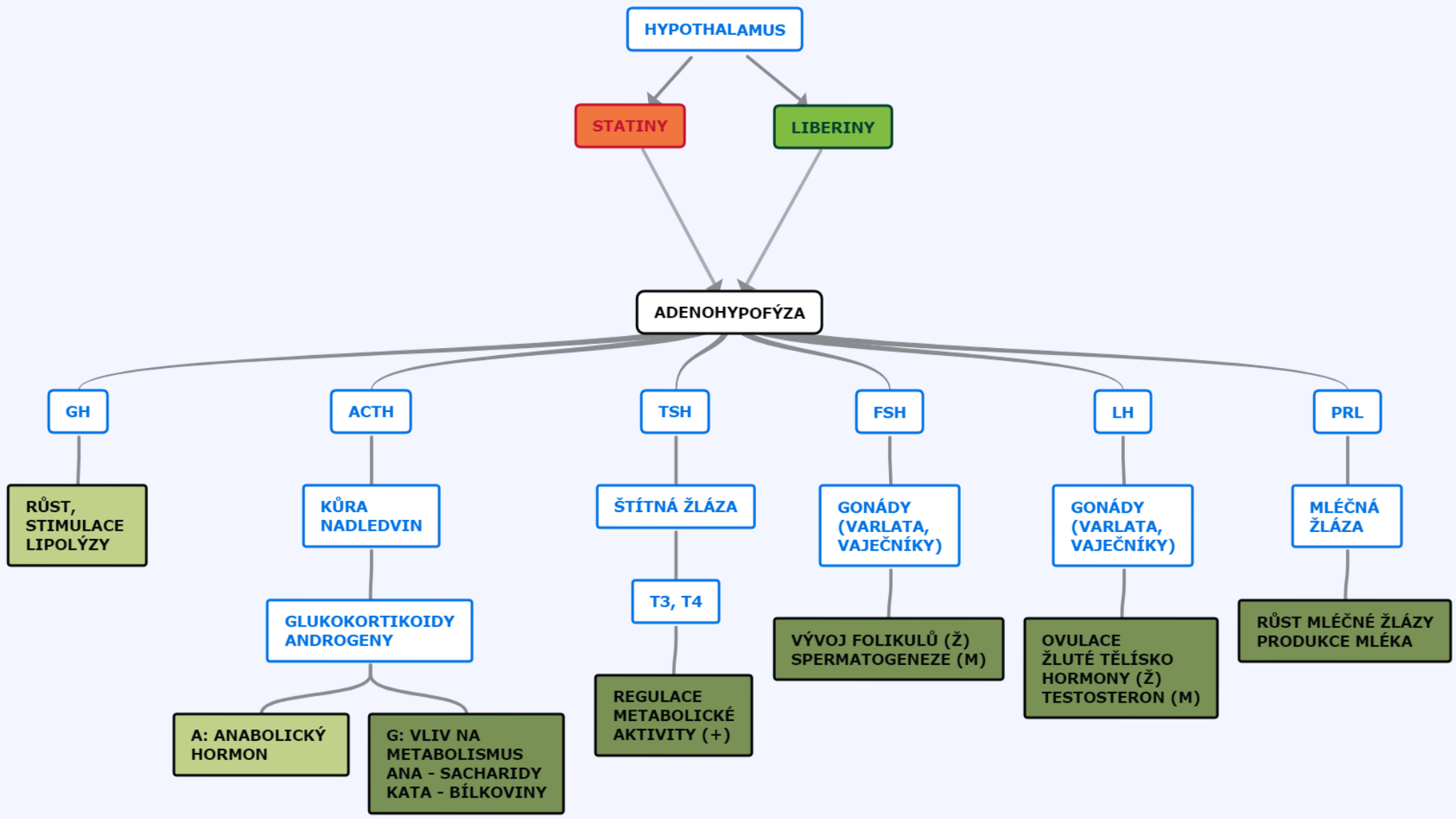
ADENOHYPOFÝZA

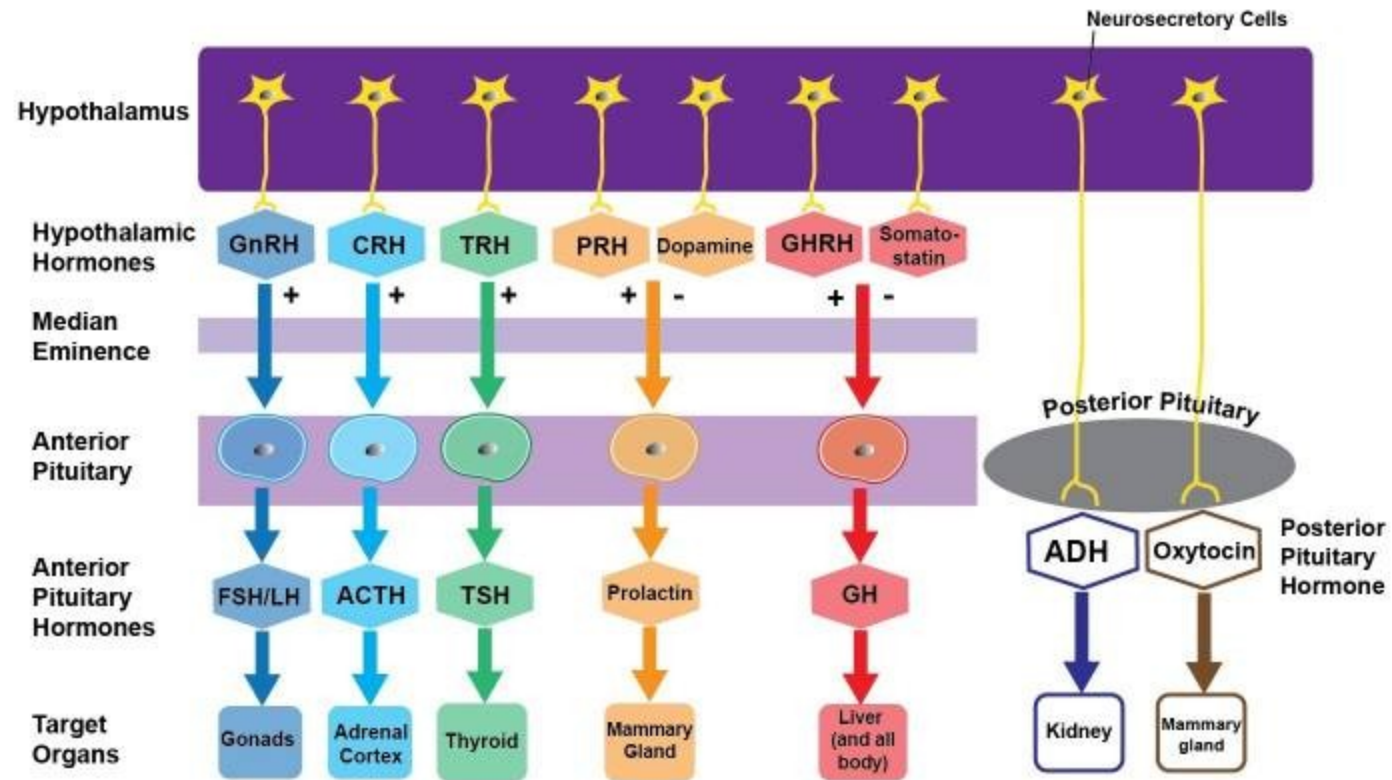
- **přední** lalok hypofýzy
- buňky produkující **hormony** → ovlivnění jiných endokrinních žláz
- řízení hormony hypothalamu:
 - **liberiny** (aktivace, řízení)
 - **statiny** (inhibice)
- spojená s hypothalamem → **CÉVNĚ**
→ tzv. portální systém



HORMONY ADENOHYPOFÝZY

1. GH (růstový hormon, neboli STH = somatotropin)
2. ACTH (adrenokortikotropní hormon)
3. TSH (thyreotropin)
4. **FSH (folikuly stimulující hormon)**
5. **LH (luteinizační hormon)**
6. **PRL (prolaktin)**





Hypothalamic & Pituitary Hormones and Their Target Organs

Copyright 2016 © Kathleen E. Doyle M.Ed.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459247/figure/article-767.image.f1/ú>

Hormony adenohypofýzy I.

• FSH

- Zrání folikulů ve vaječniku
- Stimulace tvorby estrogenů
- *U mužů – zrání spermií*

• LH

- Spouští ovulaci
- Stimuluje vznik žlutého tělíska = corpus luteum
- Stimulace tvorby androgenů (z nich poté vznikají estrogeny)
- *U mužů – vznik testosteronu*

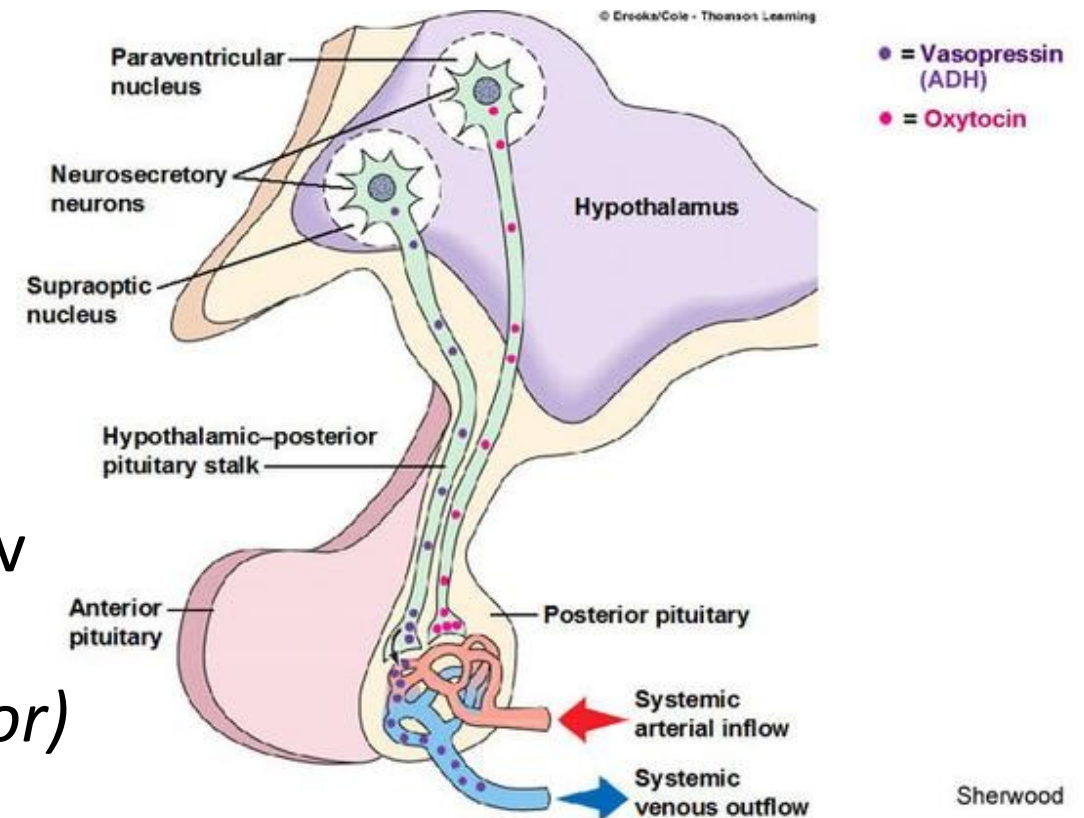
Hormony adenohypofýzy II.

- **PRL**

- U těhotných žen – **růst mléčné žlázy a produkce mléka**
- Dráždění bradavek -> vyvolá sekreci PRL a oxytocinu -> ejekce mléka, kontrakce dělohy po porodu (zavinování, vylučování lochií)
- *Odstavení dítěte -> snížení hladiny PRL -> vyhasíná produkce mléka*

NEUROHYPOFÝZA

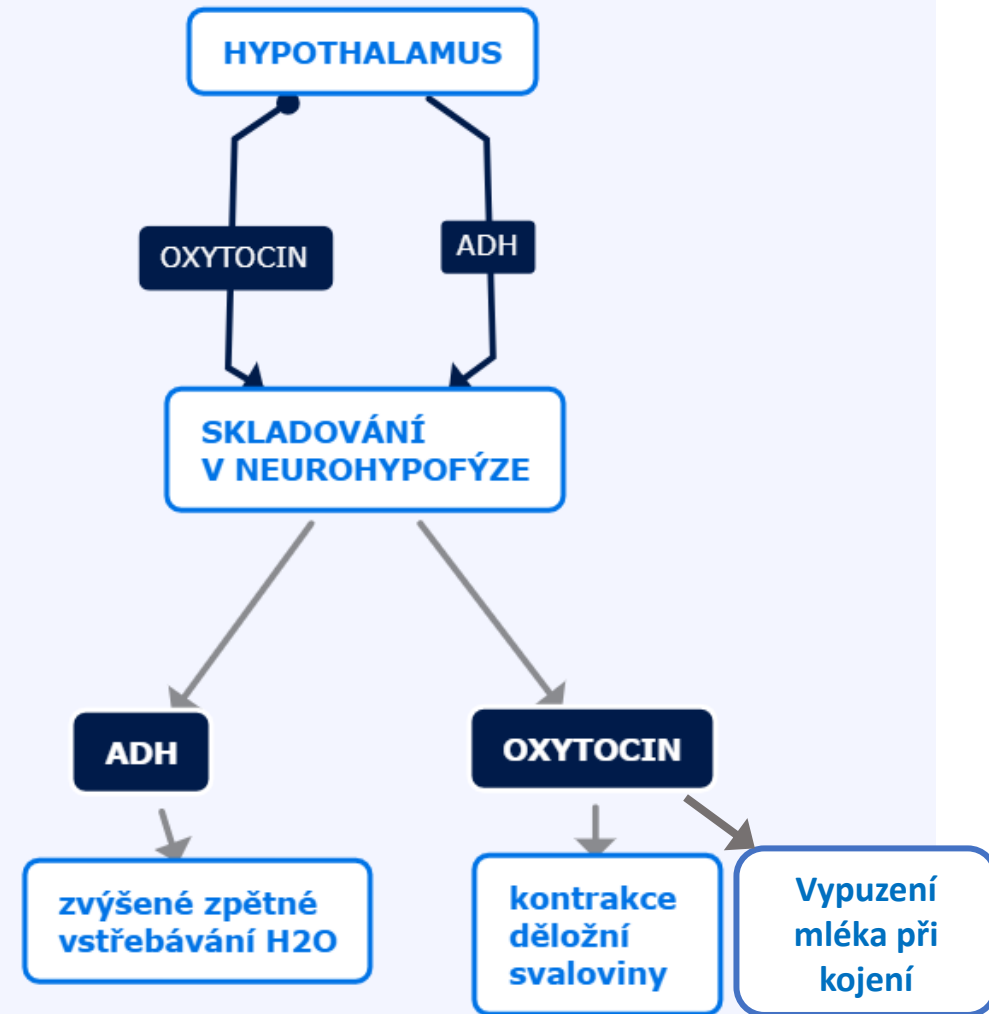
- **zadní** lalok hypofýzy
- **hormony neprodukuje**
 - **jen skladuje + uvolňuje do krve**
- **hormony produkované v hypothalamu (neurony)**
 - spojení neuroh. + hypoth - **NERVOVĚ**
 - **axony** do neurohypofýzy → (skladování v buňkách)
 - uvolnění do krve (*a. hypophysialis inferior*)
(*tractus hypothalamo – hypophysialis*)



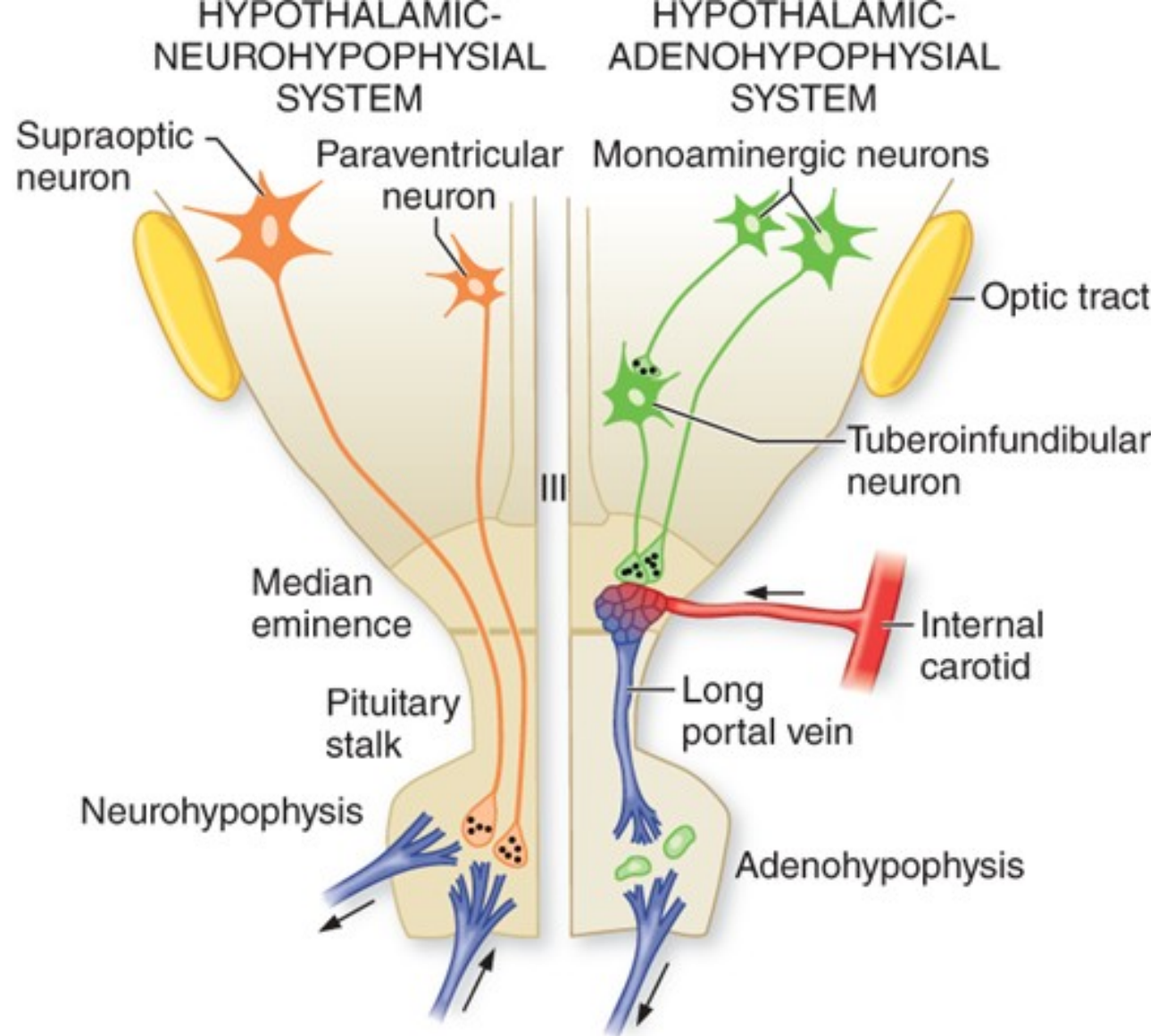
HORMONY NEUROHYPOFÝZY (HYPOTHALAMU 😊)

1. ADH

2. OXYTOCIN



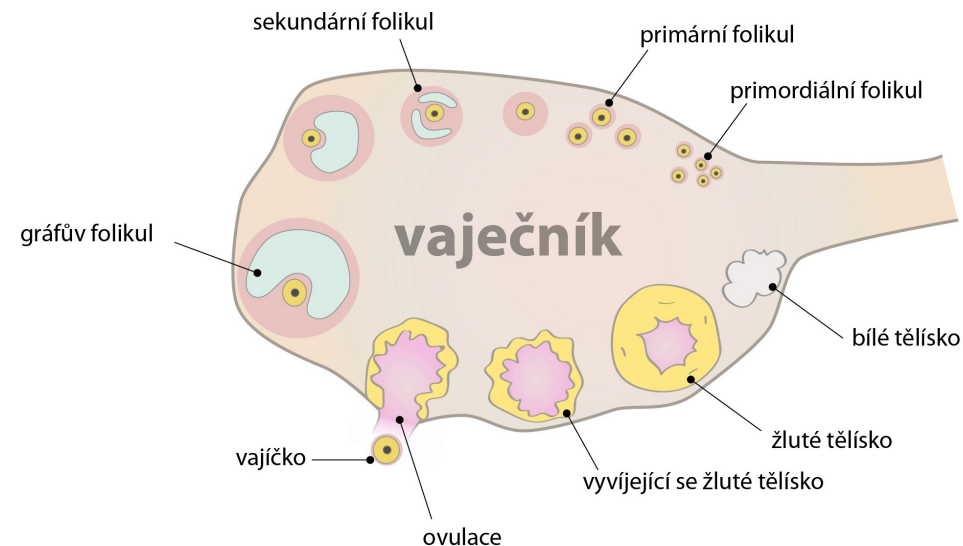
- HYPOTHALAMUS + HYPOFÝZA
- =
- **HYPOTHALAMO – HYPOFYZÁRNÍ SYSTÉM**
- FUNKČNĚ SPOJITÝ SOUBOR
- Řídí ostatní žlázy s vnitřní sekrecí



OVARIA

• Estrogeny

- Steroidní hormony – vznik z androgenů
- Estradiol, estriol, estron
- Vznik – ovarium, tuk, nadledviny, placenta
- Účinky:
 - proliferace endometria
 - přítomnost estrogenu = základní podmínka pro dozrání Graafova folikulu
 - proliferace sliznice pochvy, zvýšená tvorba glykogenu a kyselost poševního prostředí
 - tvorba řídkého hlenu v hrdle děložním
 - růst prsů, mlékovodů
 - sekundární pohlavní znaky, rozložení tuku
 - retence vody, snižují hladinu LDL cholesterolu (akcelerace aterogeneze v postmenopauze)
 - Brání vzniku osteoporózy (V kostech podpora činnosti osteoblastů)



OVARIA

- **Gestageny = progestiny**

- Progesteron, 17 – α – hydroxyprogesteron
- Vznik
 - ovarium – produkují luteinizované folikuly = corpus luteum
 - Placenta, nadledviny
- Účinky:
 - Sekreční přeměna endometria - glykogen
 - Vliv na termoregulace – vzestup bazální teploty
 - Relaxace hladké svaloviny dělohy
 - Zvýšení viskozity cervikálního hlenu

Lidský choriový gonadotropin (hCG)

- **Produkován v placentě** (syncytiotrofoblastem)
- **Stimuluje růst žlutého tělíska** (tím udržuje hladinu progesteronu nutnou pro **udržení těhotenství** než jej začne vytvářet placenta)
- *Hraniční hladin: 5 mIU/ml (u starších žen až 10 mIU/ml)*
- v krvi detekován 3. týden po poslední menstruaci - cca 8. den po oplodnění
- *v moči - nejcitlivější testy jsou schopny zachytit hCG až v koncentraci od 10mIU/ml, většina z nich pak až od 20 mIU/ml.*
- max. růst hladin - 80.-90.den těhotenství, poté se snižuje ... po 25.tt stabilní
- *vylučování močí končí 7.den po porodu*

Koncentrace hCG v závislosti na gestačním týdnem při fyziologickém těhotenství

3. týden	do 50
7. týden	5 000 – 90 000
10. týden	40 000 – 230 000
10. týden - porod	Pozvolný pokles, v období porodu jsou koncentrace v rozmezí 5 000 - 65 000

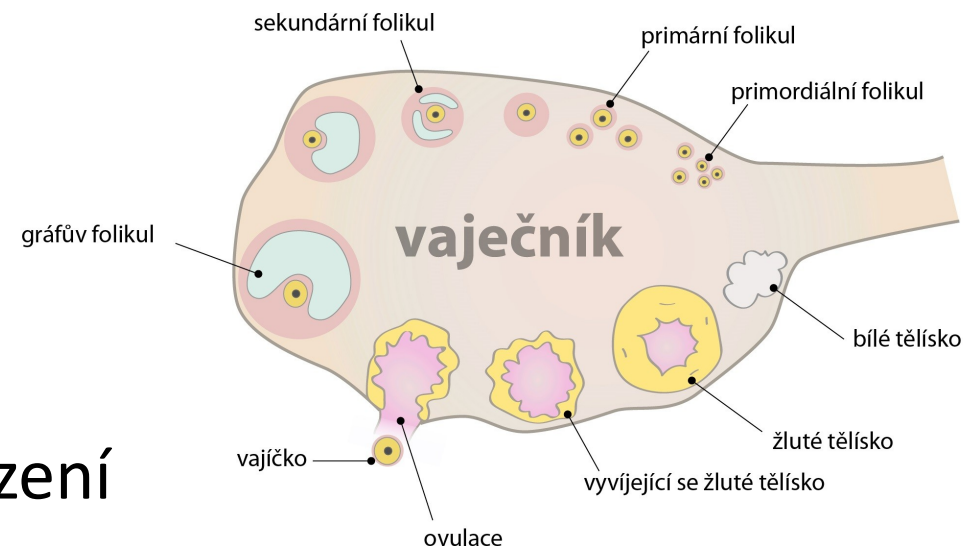
Detekce hCG z moči je princip volně prodejných těhotenských testů

Převzato z prezentace od MUDr. Vošta

Oocyt – ženská pohlavní buňka

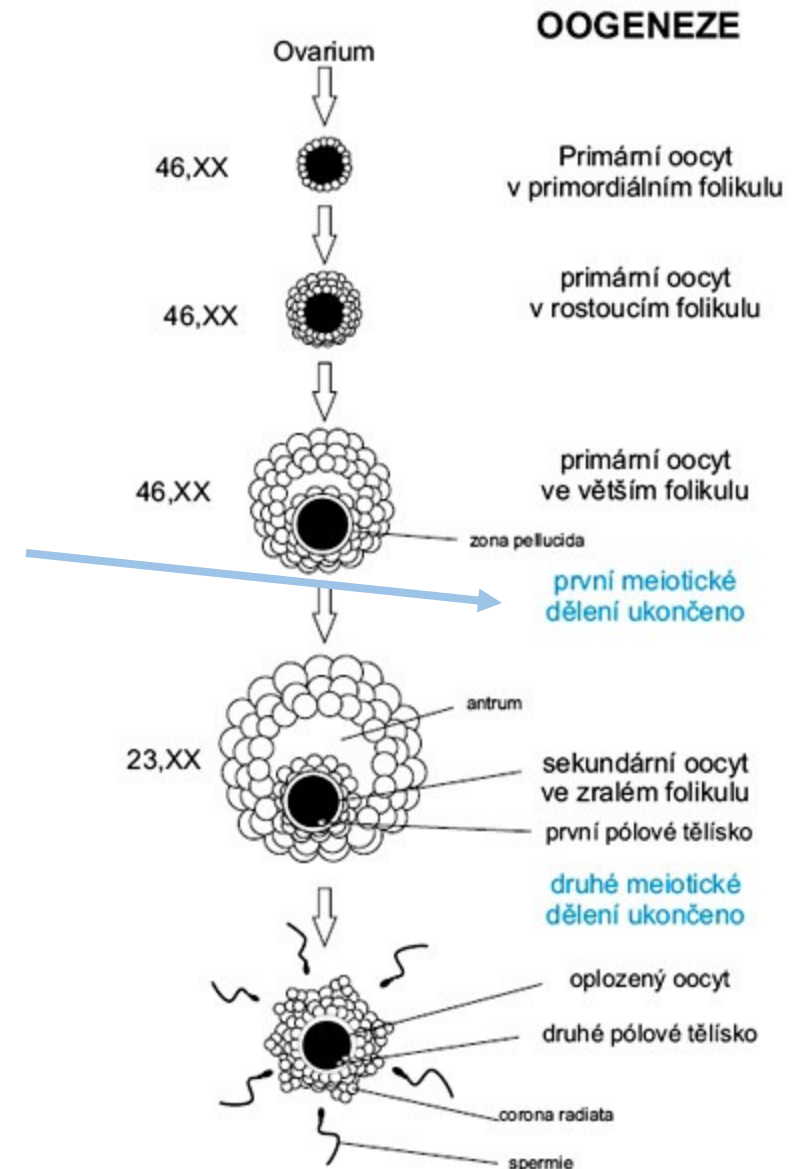
- **Oocyt** – má více vývojových stádií – začíná u jedince již intrauterinně
 - zde se vývoj zastaví až do doby puberty
 - v pubertě se opět rozběhne vývoj, ale ten je plně dokončen pouze v případě oplodnění oocytu spermií

- Oocyt je v ovariu (vaječnicku) uložen v tzv. **FOLIKULU** – také více vývojových stádií
Primordiální folikul -> primární folikul -> sekundární folikul -> Graafův folikul (vypuzení oocytu) -> z něj vznik žlutého tělíska



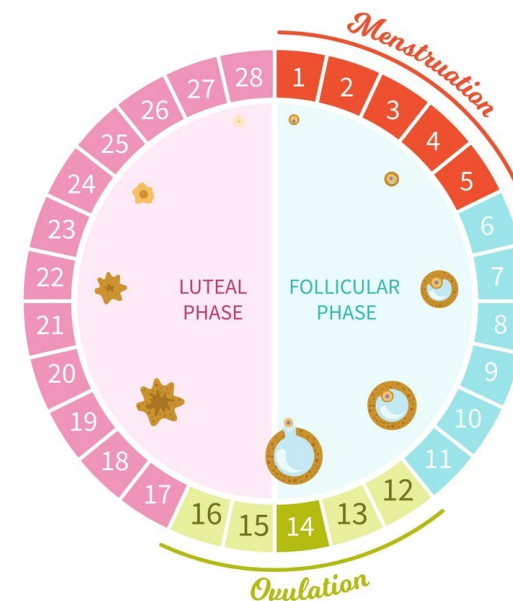
Tvorba pohlavních buněk oogeneze

- **Oocyt** = ženská pohlavní buňka, obaleno ve **folikulu**
- Začátek už ve **vaječnicích** embrya
 - **všechny** pohlavní buňky se diferencují na **primární oocyty!** - 1. meióza - *zástava v určité fázi dělení*) → **dokončení dozrání v pubertě před ovulací**
- Puberta - Estrogen -> vznik **sekundární oocyt** + 1. pólové tělísko (druhá buňka, polovina chromozomů)
- **Vypuzení vajíčka** během **ovulace** + 2. meióza – dokončena až při oplodnění (+ vznik 2. pólového tělíka) = zralé vajíčko (ovum)



Menstruační cyklus

- Menstruační cyklus
 - **cyklické změny endometria** s projevem děložního krvácení u žen v reprodukčním věku.
 - Obraz **cyklických hormonálních změn** v těle ženy
 - **Paralelně** probíhá **ovariální cyklus** ve vaječniku
 - **1. den cyklu = 1. den menstruace** (hormonální změny již 2-3 dny předem)
 - Cílem je:
 - dokončení **zrání vajíčka**
 - příprava endometria **pro nidaci blastocysty** a umožnění dalšího vývoje
- Menstruační krvácení
 - Krevní ztráta v rozmezí 20 – 60 ml – nepřesahuje 80 ml



MENSTRUUAČNÍ CYKLUS

- Menarche:
 - **První menstruační krvácení** v životě ženy
 - Průměrný věk 12,7 let
 - V postmenarcheálním období je typické dysfunkční krvácení = anovulace (24 měsíců)
- Menopauza:
 - **Poslední menstruace**, která není rok následována jinou
 - 50 let +/- jeden rok
 - > 40 IU/L FSH
- Délka cyklu:
 - **cca 28 dnů** (většinou 28-35), krvácení 4+/- 2 dny
 - cca 14.den cyklu dojde k ovulaci

Převzato z prezentace od MUDr. Vošta

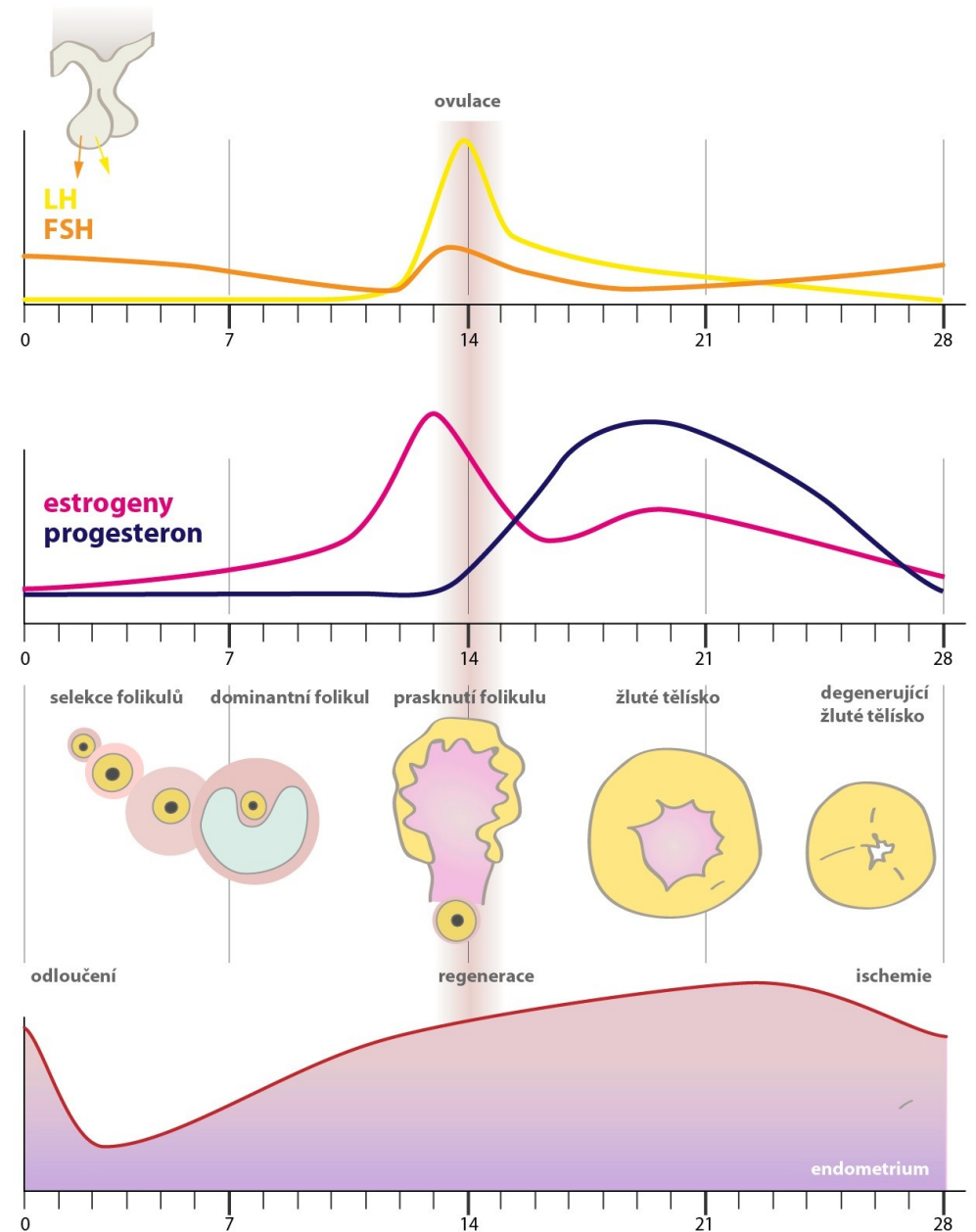
Menstruační + ovariální cyklus - FÁZE

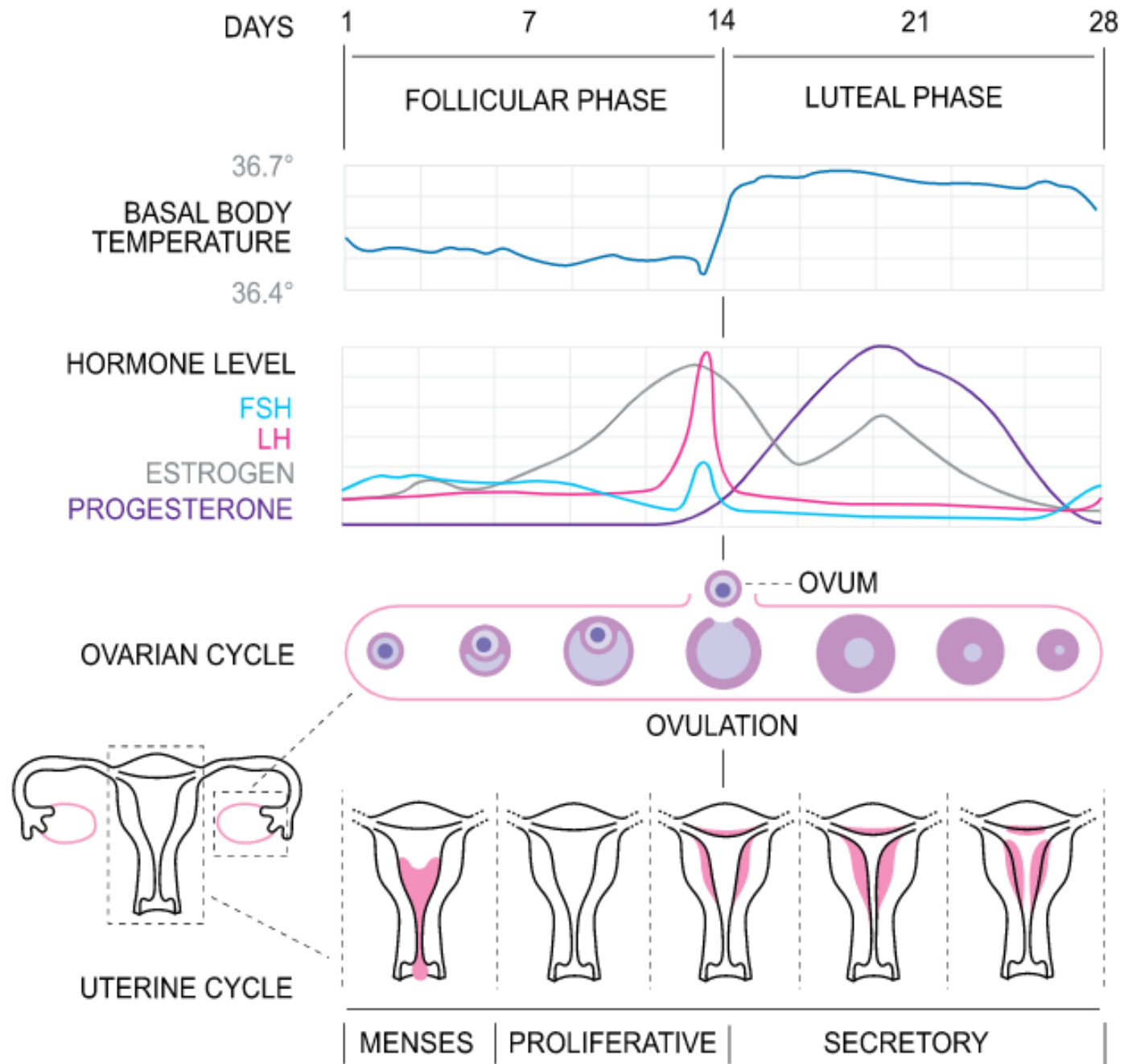
- **MENSTRUÁČNÍ CYKLUS**

- 1) MENSTRUÁČNÍ FÁZE
- 2) FOLIKULÁRNÍ FÁZE (proliferační)
- 3) LUTEÁLNÍ FÁZE (sekreční)

- **OVARIÁLNÍ CYKLUS**

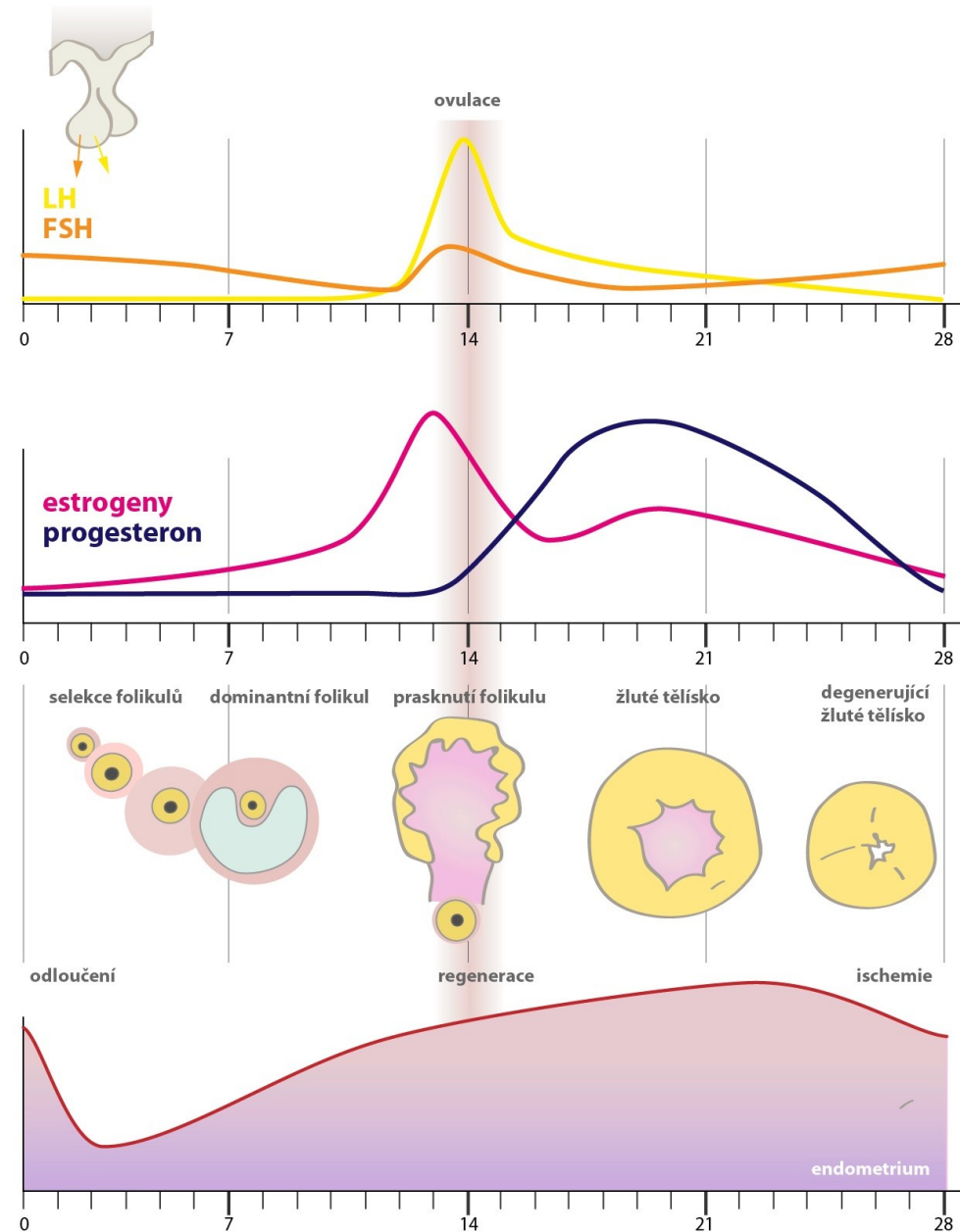
- 1) FOLIKULÁRNÍ FÁZE
- 2) OVULAČNÍ FÁZE
- 3) LUTEÁLNÍ FÁZE





Fáze cyklu – I.

- 1. den cyklu = začátek menstruačního krvácení = 4+/- 2 dny – **MENSTRUAČNÍ FÁZE**
 - krvácení po ischemii spirálních arterií – v důsledku poklesu estrogenu a progesteronu



MEN. CYKL. menstruační fáze
OVAR. CYK. folikulární fáze luteální fáze
FOLIKULÁRNÍ FÁZE OVULACE LUTEÁLNÍ FÁZE ISCHEMICKÁ FÁZE

Fáze cyklu – II.

- 1. – 14. den – FOLIKULÁRNÍ FÁZE / PROLIFERAČNÍ FÁZE

- Od začátku krvácení až do ovulace

- **Ovaria** – FSH -> **zrání folikulů** -> ty produkují **estrogeny**

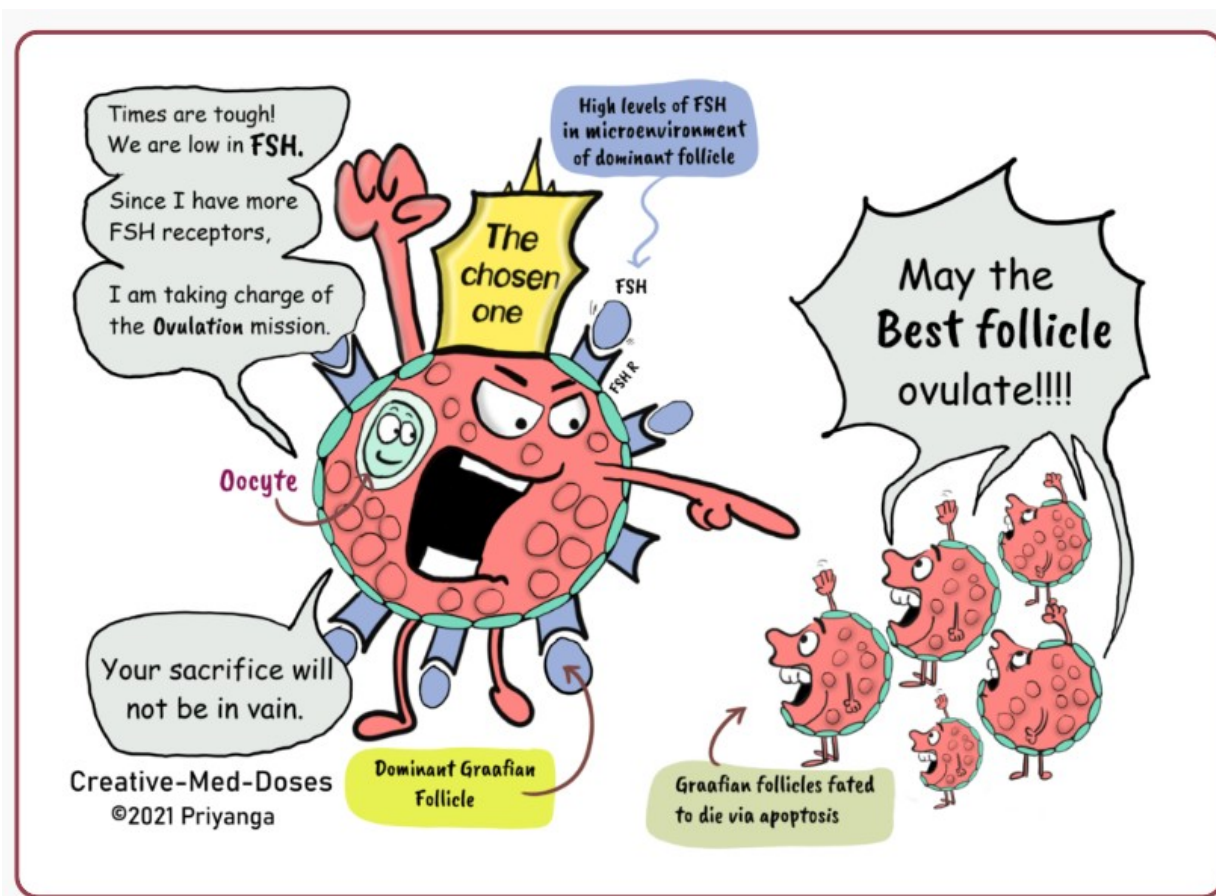
- **Vzniká dominantní folikul** = ten produkuje nejvíce estrogenu – estrogen negativní zpětnou vazbou blokuje FSH -> FSH klesá -> ostatní folikuly nemají stimul a zanikají

- **Dominantní folikul** – praská -> vylučuje oocyt ovulací

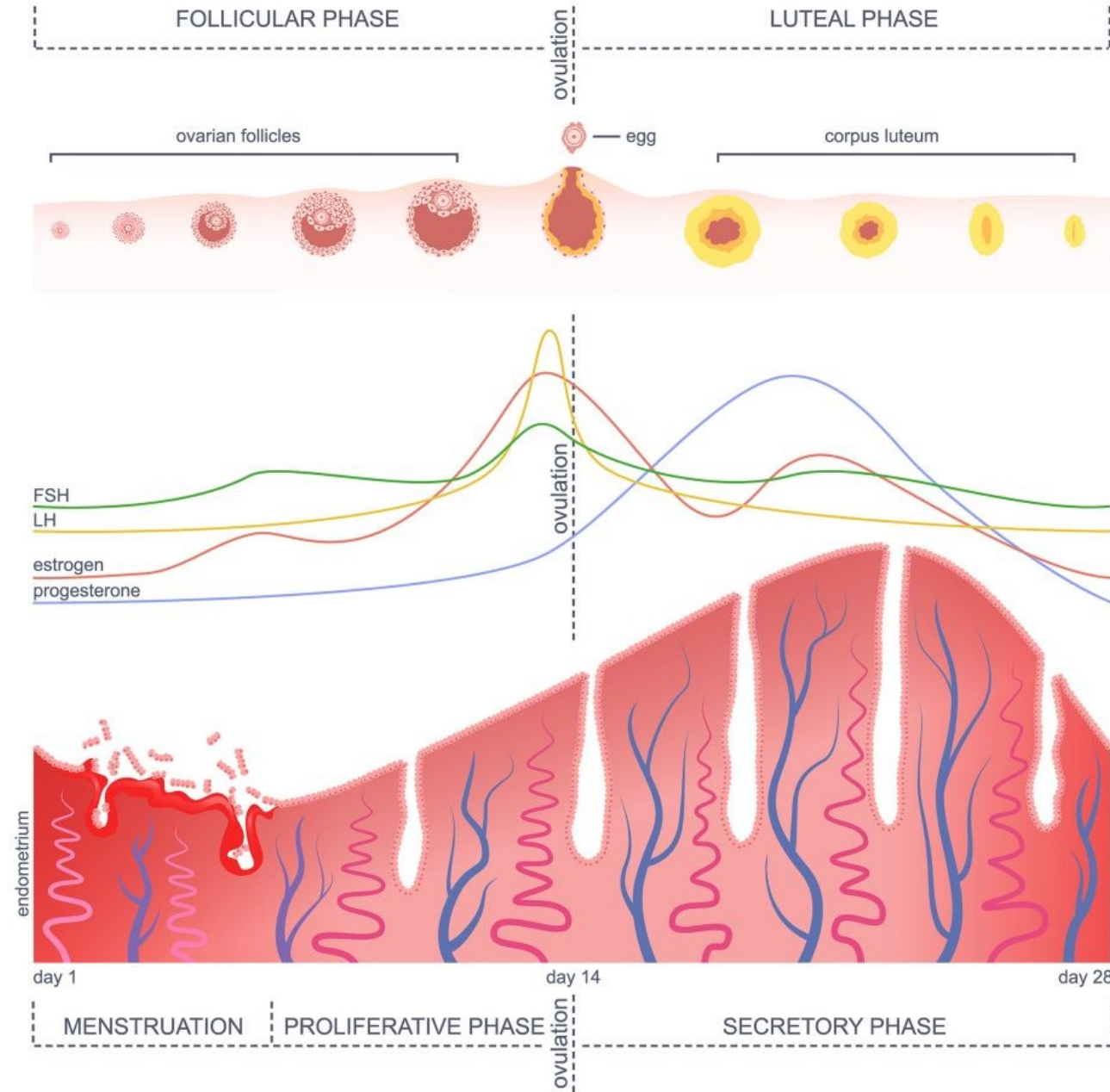
- **Děloha** – **proliferace (nárůst) sliznice** – vlivem **estrogenu**

- **Cervix** – hlen hustý a kyselá -> zabraňuje průniku spermií

Zdroj obrázku: <https://creativemeddoses.com/>

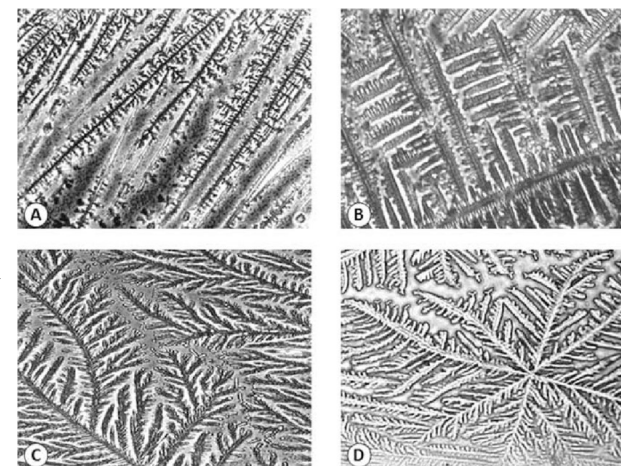


MENSTRUAL CYCLE



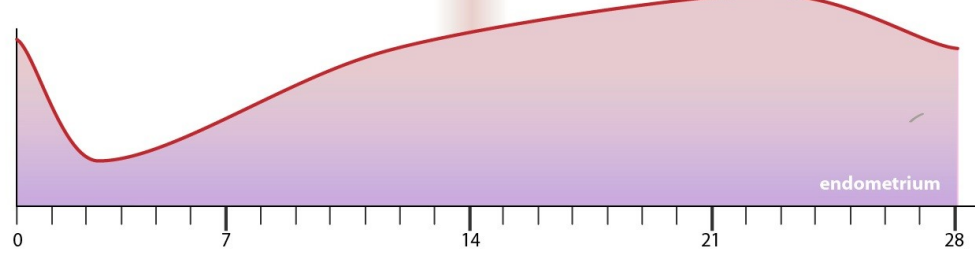
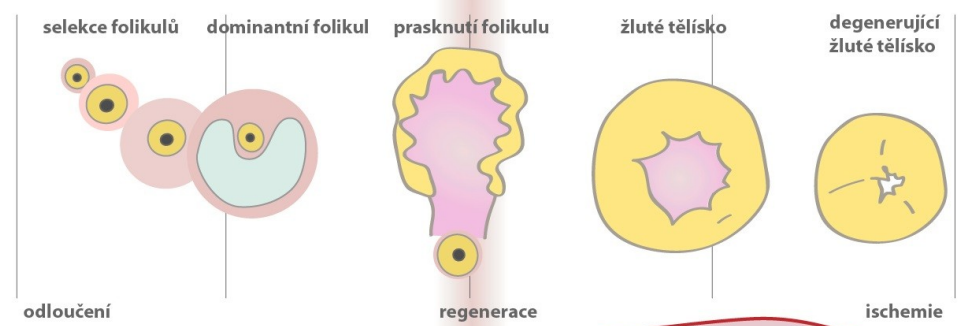
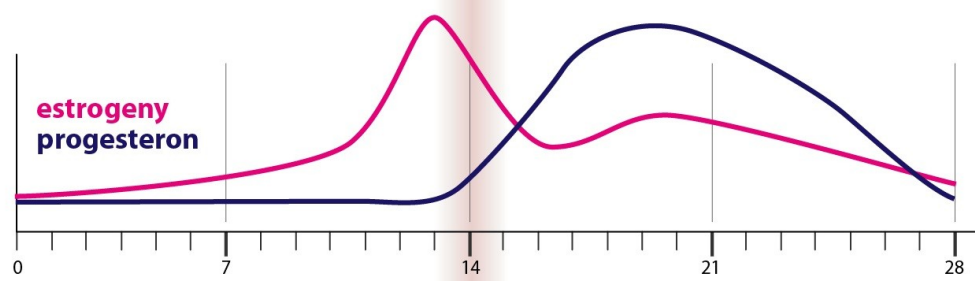
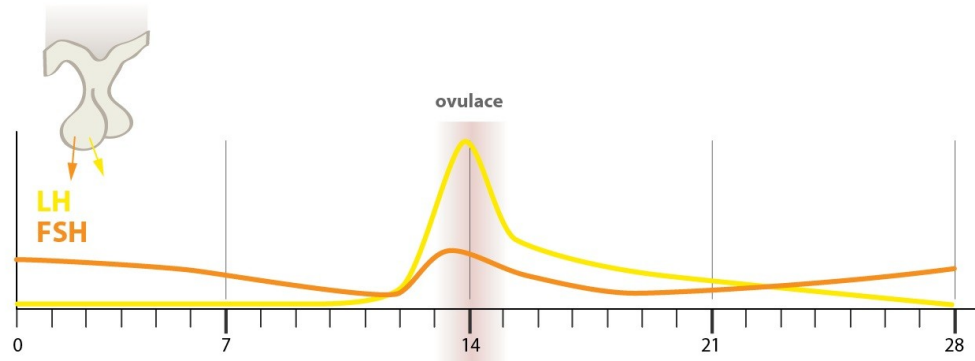
Fáze cyklu – III.

- 14. den – OVULACE
 - **Ovarium** - Ovulace = vypuzení oocytu z dominantního (zralého – tzv. Graafova) folikulu
 - ↑ hladina estrogenu -> začne působit pozitivní zpětnou vazbou -> **vylučuje se LH** z adenohipofýzy -> peak (vzestup) LH způsobí ovulaci
 - 1-2 dny po ovulaci vzestup bazální teploty o 0,5°C
 - **Cervix** – „plodný hlen“ – více vody, méně kyselý, (po zaschnutí tvoří kapradovité vzory – krystalizace), pootevření děložního hrdla



Fáze cyklu – IV.

- 14. – 28. den – LUTEÁLNÍ FÁZE / SEKREČNÍ FÁZE
 - **Ovarium** – luteální fáze
 - Luteinizace = Vznik žlutého tělíska (corpus luteum) z Graafova folikulu (po vypuzení vajíčka) -> to produkuje PROGESTERON
 - **Děloha** – sekreční fáze
 - pod vlivem progesteronu -> sekreční transformace endometria (tedy hromadí se př. glykogen v žlázkách endometria, lumen je širší) -> endometrium se připravuje pro implantaci
- životnost žlutého tělíska je 14 – 16 dní

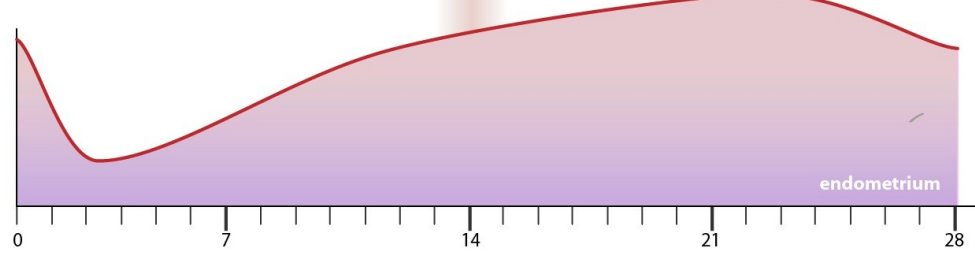
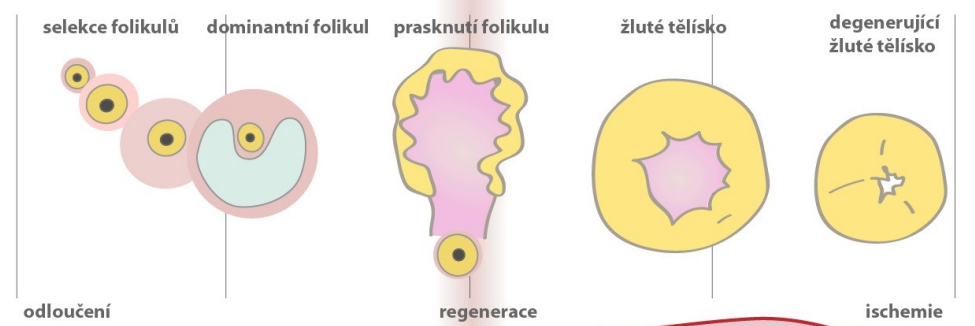
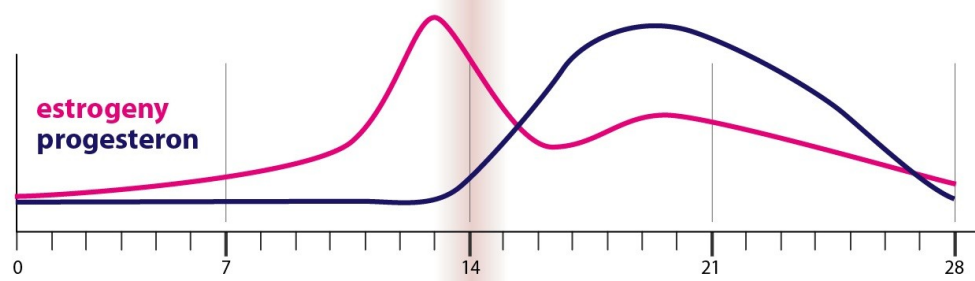
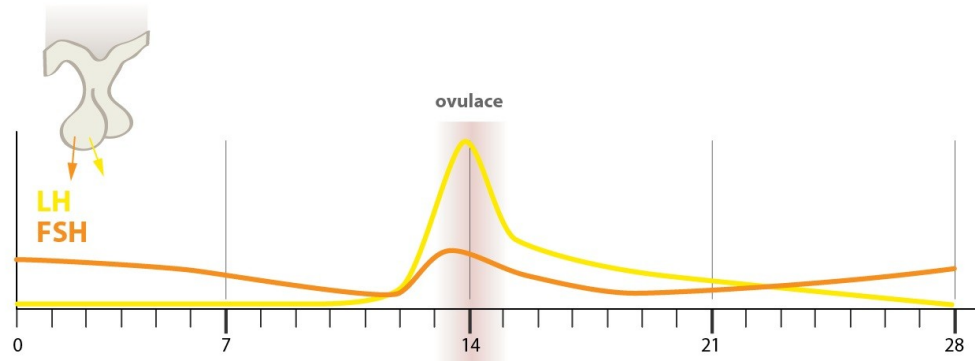


MEN. menstruace
 CYKL. folikulární fáze luteální fáze
 OVAR. FOLIKULÁRNÍ FÁZE LUTEÁLNÍ FÁZE
 CYK. OVULACE

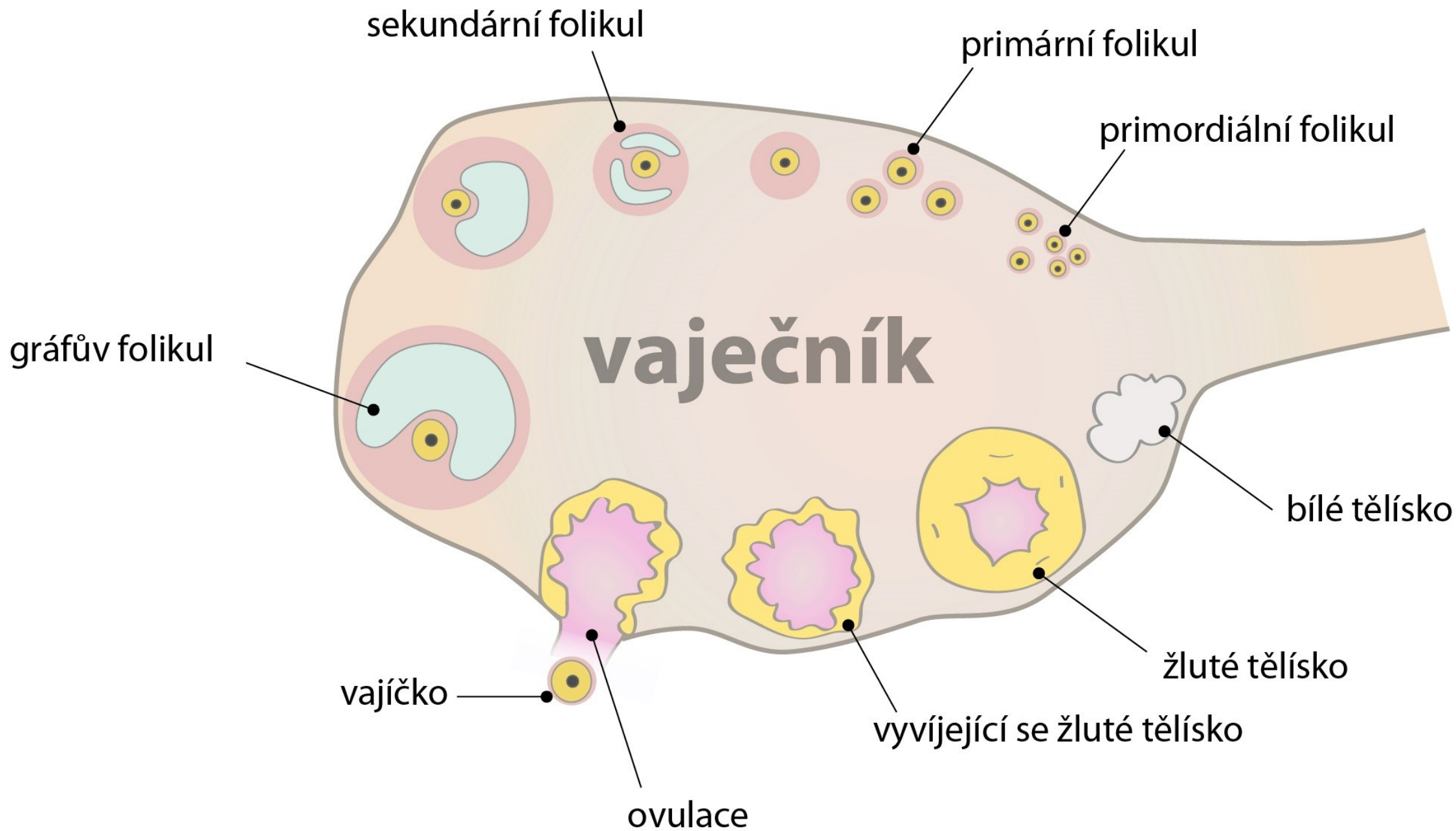
ISCHEMICKÁ FÁZE

Fáze cyklu – V.

- **Žena otěhotní** -> (oocyt + spermie) – blastocysta, poté placenta – produkuje hCG -> působí na **žluté tělísko** -> to produkuje **progesteron** -> **udržuje těhotenství** (žluté tělísko je zcela zásadní pro prvních 7-9 týdnů těhotenství)
- **Žena neotěhotní** -> **není hCG** z placenty -> **žluté tělísko zaniká** -> pokles progesteronu i estrogenu -> to způsobí **konstrikci cév v endometriu** -> **endometrium se odloučí** (menstruace)
- ↓ hladiny E a P -> **zvyšují se hladiny FSH** -> začíná nový **cyklus**

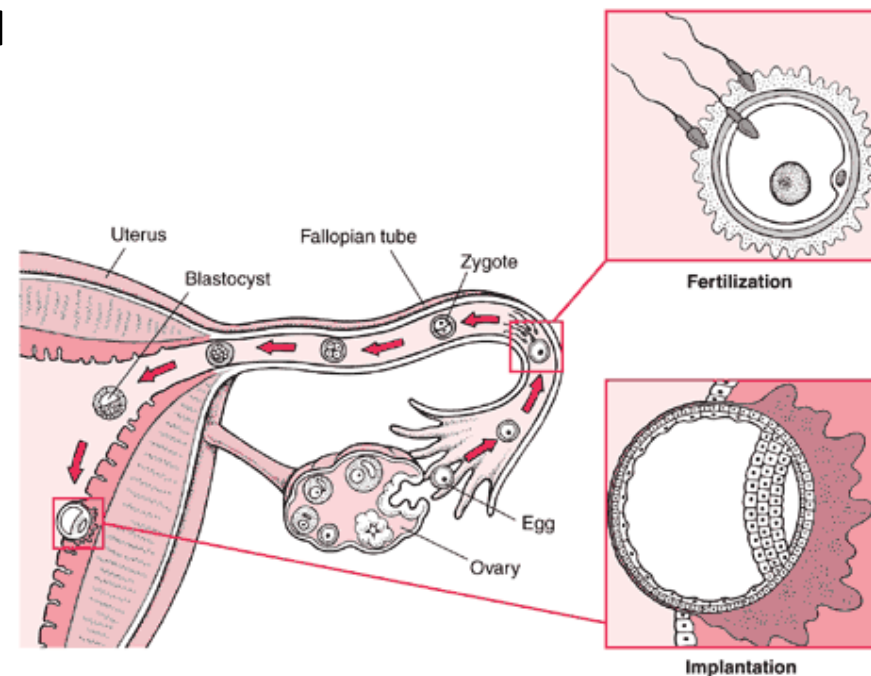


MEN. CYKL.	menstruace		ISCHEMICKÁ FÁZE
OVAR. CYK.	folikulární fáze	luteální fáze	
	FOLIKULÁRNÍ FÁZE	OVULACE	LUTEÁLNÍ FÁZE



Co se děje dál po vypuzení oocyty...

- vypuzení oocyty z ovaria do břišní dutiny (volně) → záchyt do vejcovodů (pomocí fimbrií) -> Oocyt do vejcovodu – **nejčastější místo oplodnění vajíčka spermii**
- Spojení vajíčka (gameta) a spermie (gameta) → vznik **ZYGOTY** = diploidní počet chromozomů = 46 chromozomů
- Transport zygoty vejcovodem pomocí řasinek -> do děložní dutiny
- opakované dělení buněk → vzniká mnohobuněčný útvar – cca po týdnu po oplodnění – uhníždění do sliznice dělohy (luteální fáze)



DĚKUJI ZA POZORNOST!