

SISTEM ENDOKRINIH ŽLEZDA

- Obuhvata sve endokrine žlezde organizma.
- Locirane **na različitim mestima** u organizmu,
- **Različito poreklo,**
- **Nemaju izvodne kanale i produkte biosinteze, hormone, ubacuju direktno u kapilare.**
- Pojedini organi endokrinog sistema nisu anatomski povezani, veza između endokrinih žlezda je funkcionalna, preko krvotoka i nervnog sistema.
- Naučna disciplina - endokrinologija.

Opšta građa endokrinih žlezda sisara

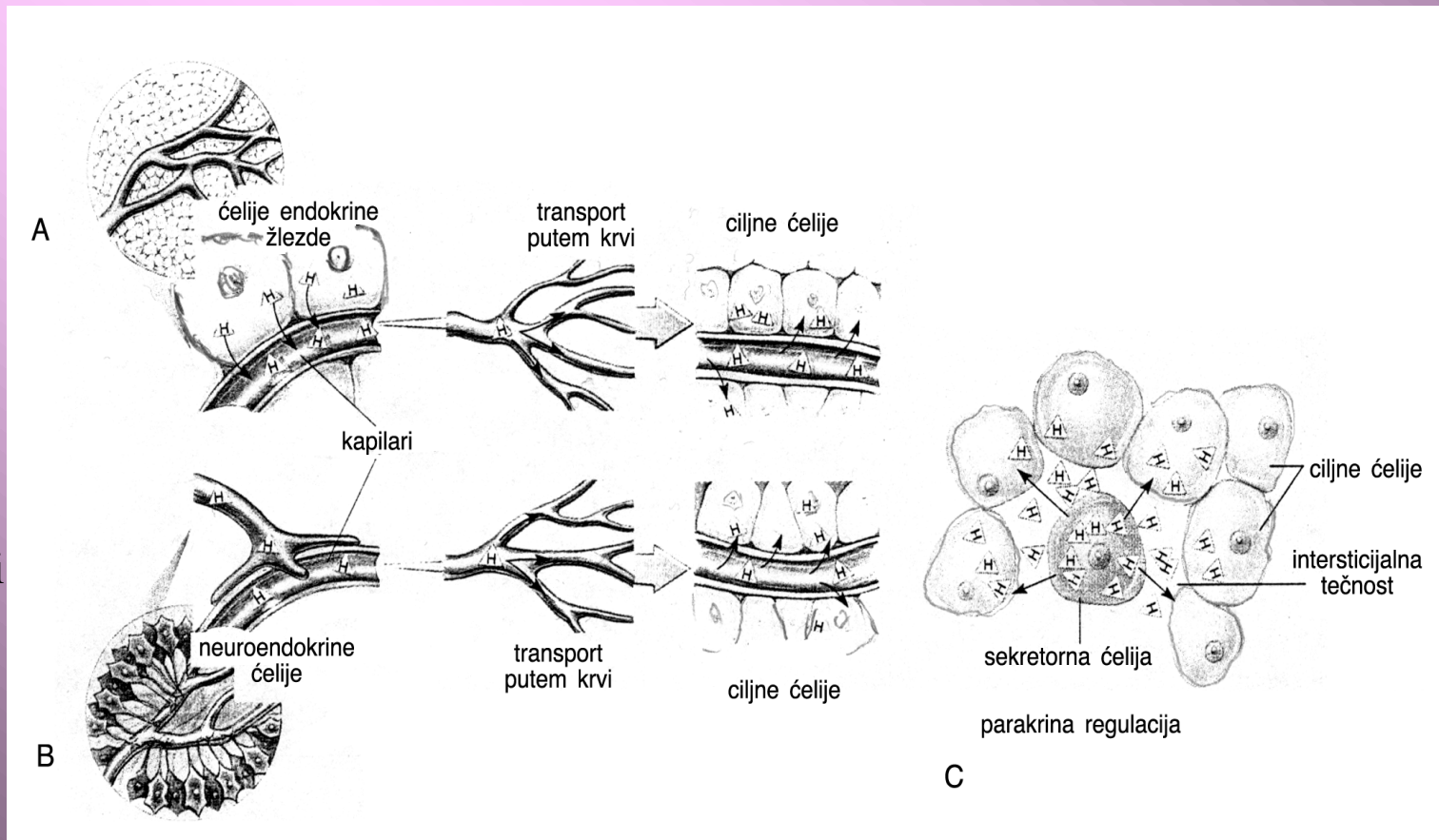
Prožete posebnom vrstom kapilara - **sinusoidni kapilari**.

Karakterističan raspored žlezdanih ćelija oko kapilara obezbeđuje blizak kontakt ćelija sa krvnim sistemom.

Raspoređene u vidu manje ili više granatih traka (**retikularni tip žlezde**, - adenohipofiza) ili u vidu meška (**folikularni tip žlezde**, štitna žlezda).

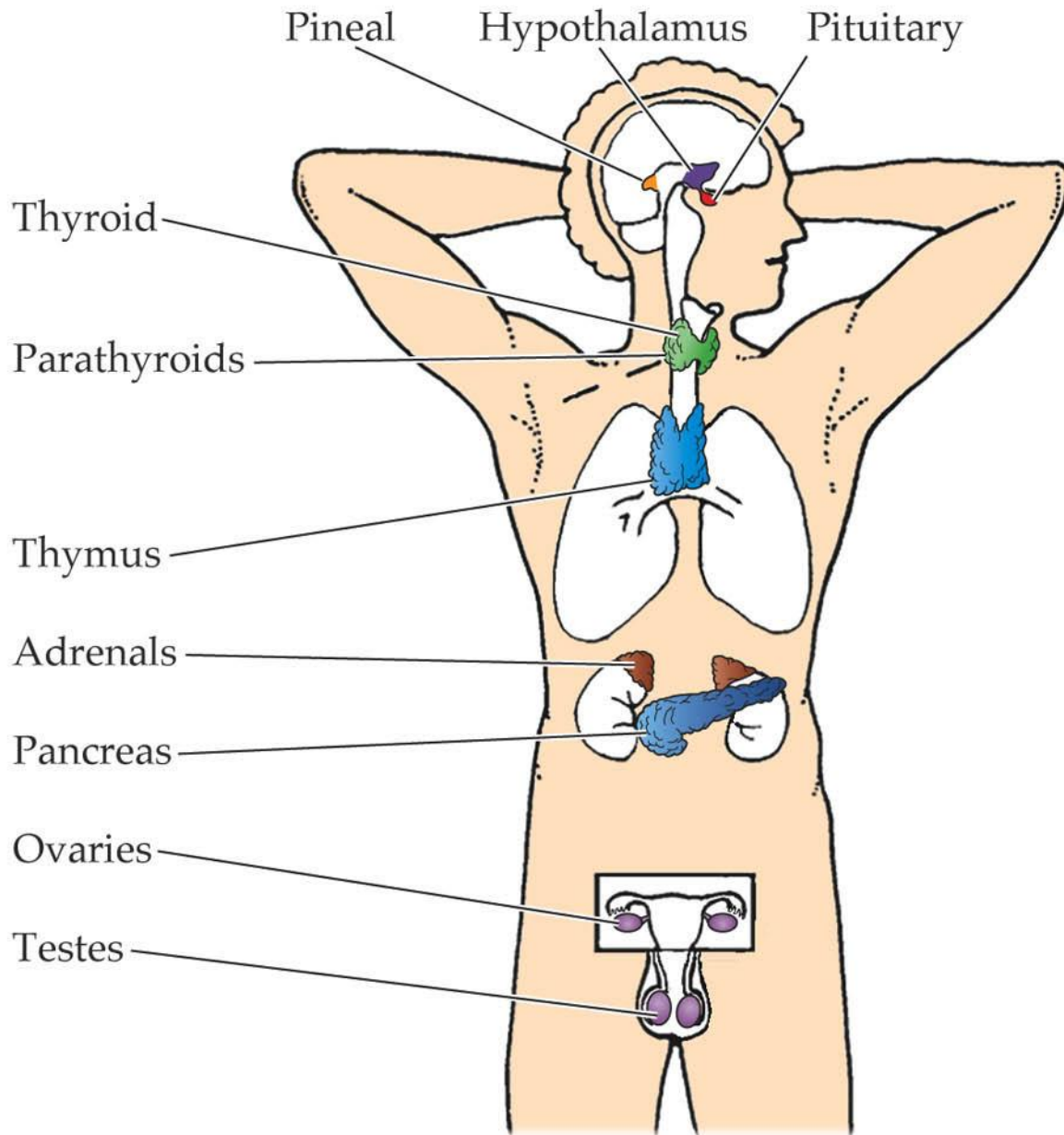
Žlezdane ćelije –
epitelne
nekad i vezivne
(Leidig-ove,
ćelije žutog
tela jajnika i
neurosekretorne)

Ćelije,
sinusoidni kapilari
i nervi završeci,
smešteni su u
slabo razvijenom
vezivnom tkivu
(*interstitium*).



Endokrine žlezde mogu biti

- posebno diferencirani **organi**, izdvojeni kapsulom od drugih (hipofiza, epifiza, tireoidea, paratireoidea, nadbubrežna žlezda)
- **ćelije** sa endokrinom ulogom, koje, pojedinačno ili u grupama, postoje kao ostrvca endokrinog tkiva u drugim organima - difuzni endokrini sistem (Langerhansova ostrvca gušterače, Lajdigove ćelije semenika i ćelije žutog tela jajnika).



LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 42.2 The Endocrine System of Humans

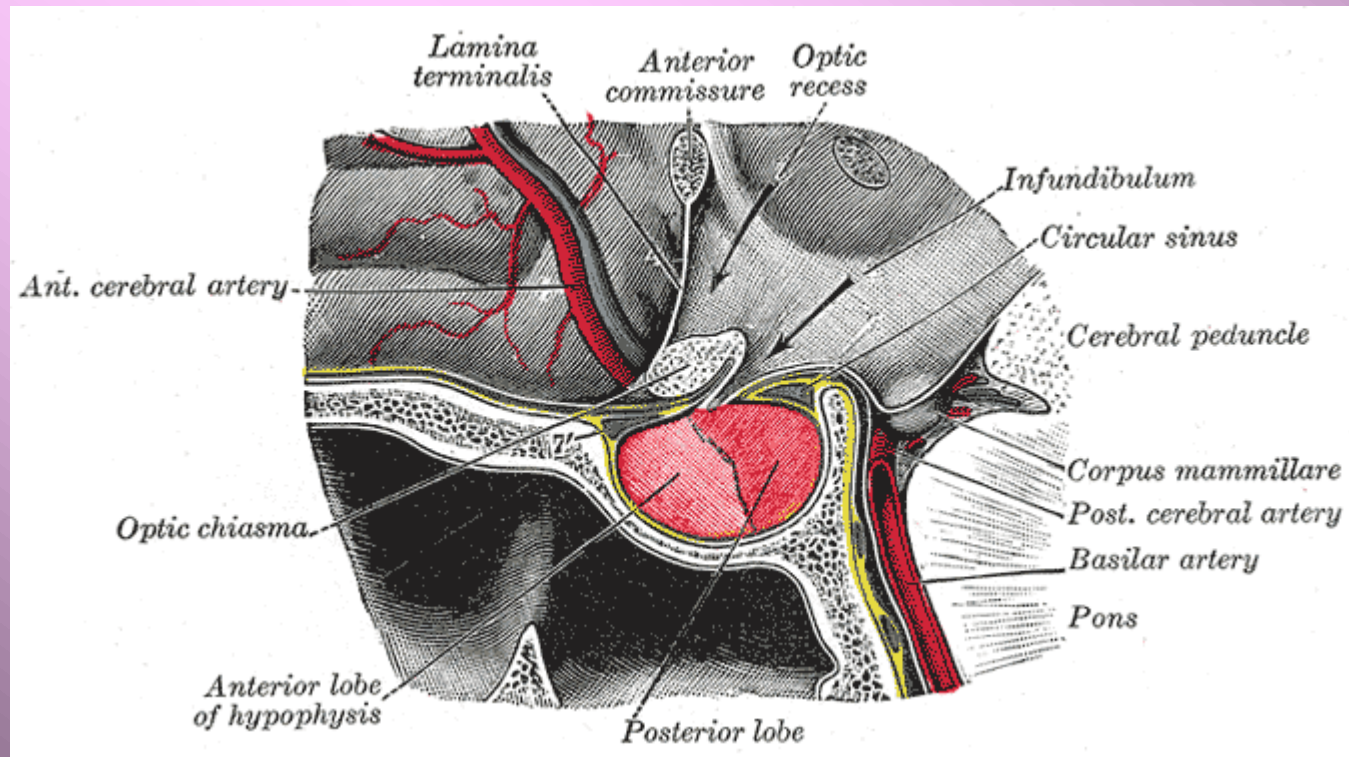
HIPOFIZA (*gl. hipophysis, pituitaria*)

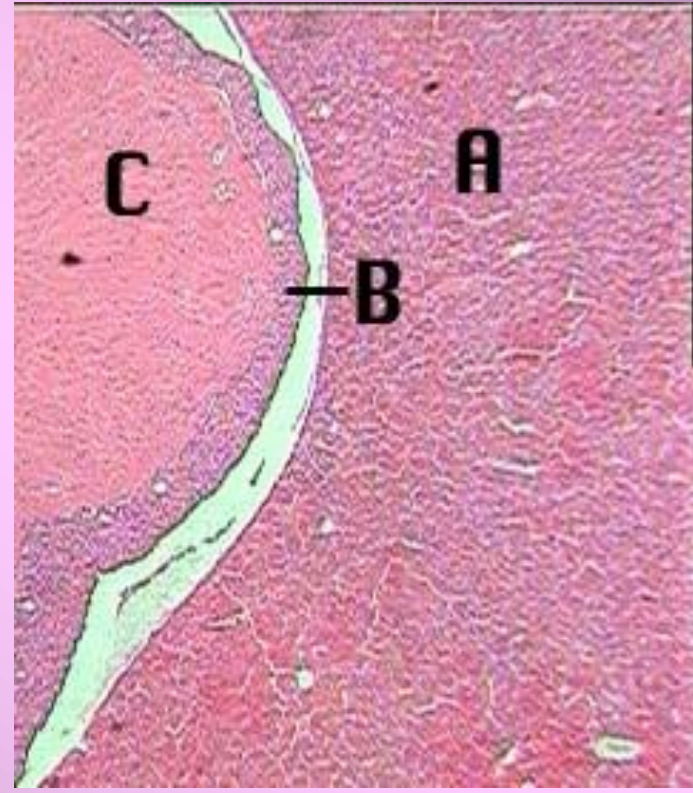
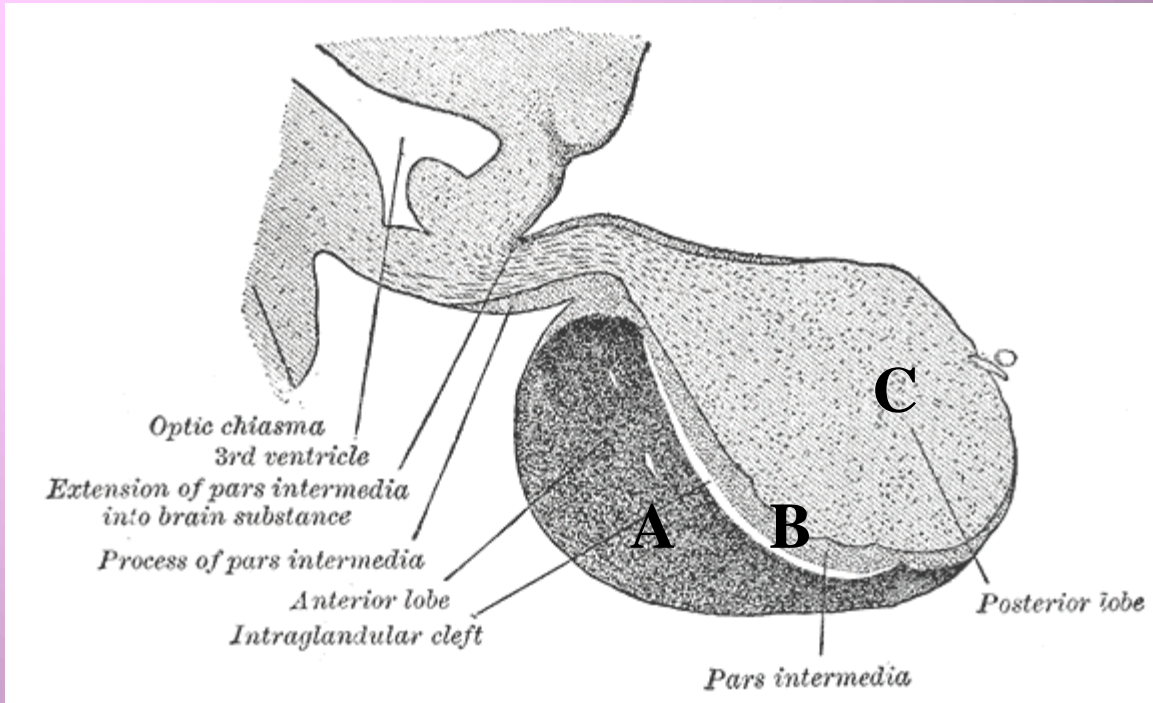
luči više od 15 tipova hormona - utiču na sve endokrine žlezde i druge organe regulišući njihovu aktivnost.

- na bazi međumozga u udubljenju sfenoidne kosti, turskom sedlu (*sella turcica*).
- prekrivena tvrdom moždanom opnom
- jajastog ili loptastog oblika.
- veličina - od glavice čiode do zrna pasulja.
kod čoveka 10x13x6 mm.

Sastoji se iz

- adenohipofize i
- neurohipofize –
različitog porekla i
histološke građe.

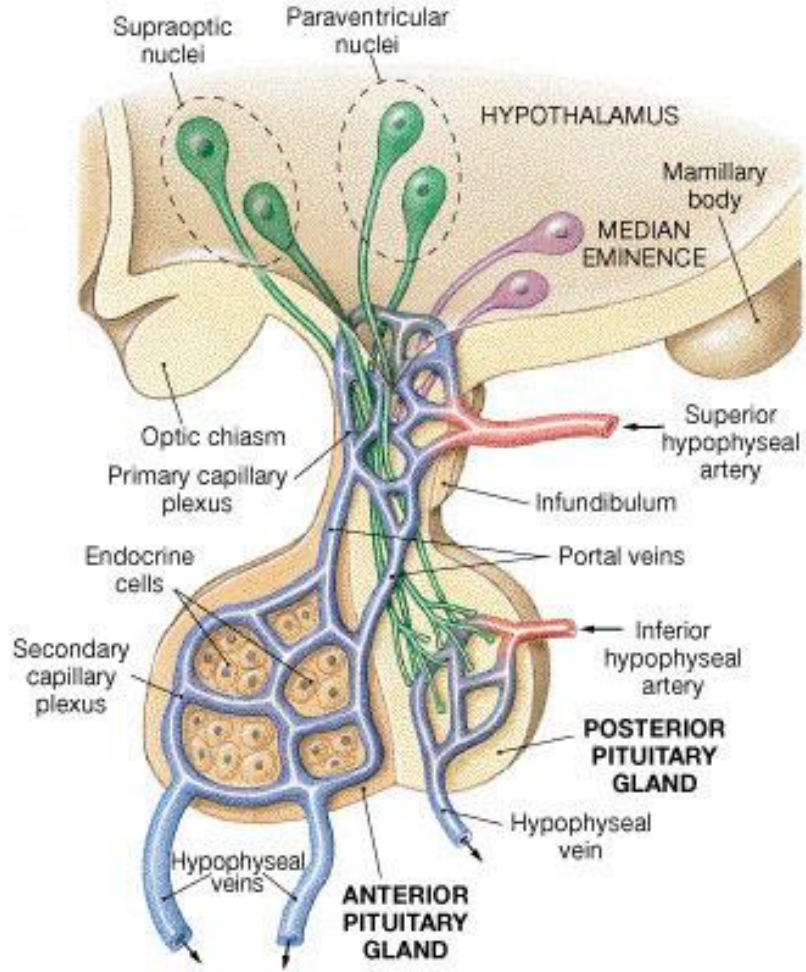




A-pars distalis

B-pars intermedia

C-pars nervosa



Adenohipofiza nastaje u toku embriogeneze na račun epitela dorzalnog zida primitivne usne duplje - stomodeuma.

Neurohipofiza nastaje evaginacijom baze međumozga, vezuje se sa adenohipofizom, a neuritima neurosekretornih ćelija hipotalamusa (hipotalamo-hipofiznim traktom) ostaje sa hipotalamusom u trajnoj vezi.

Adenohipofiza - 3 predela

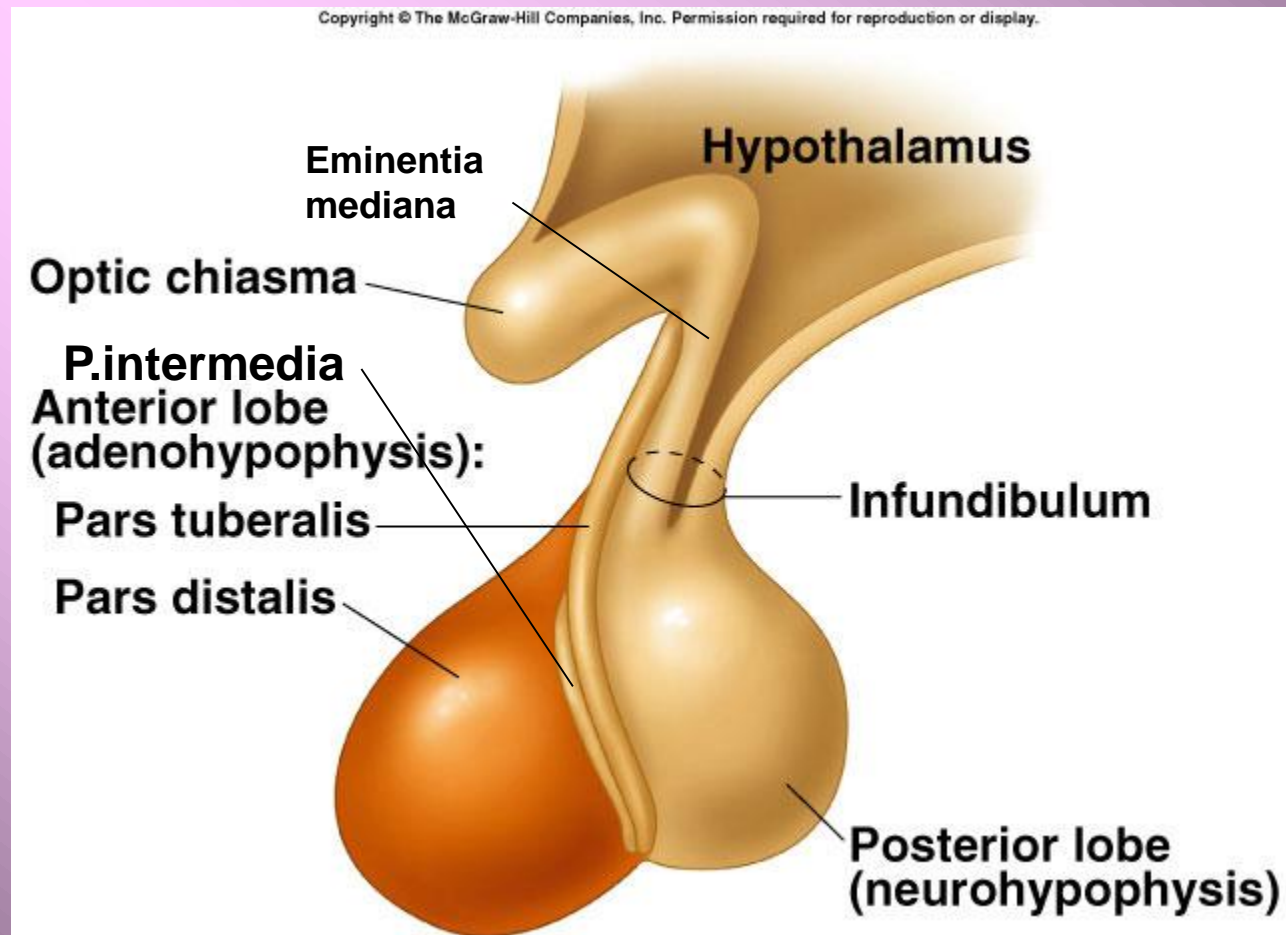
- *pars distalis*,
- *pars tuberalis (infundibularis)* i
- *pars intrermedia*

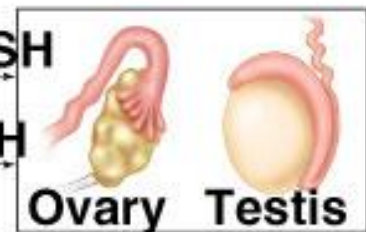
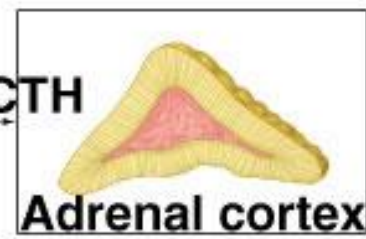
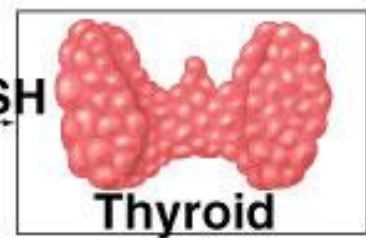
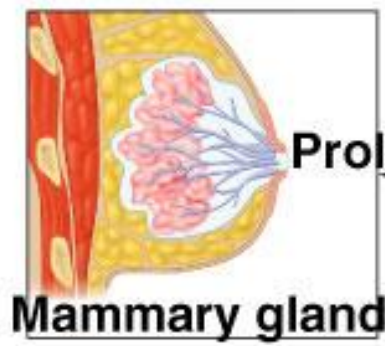
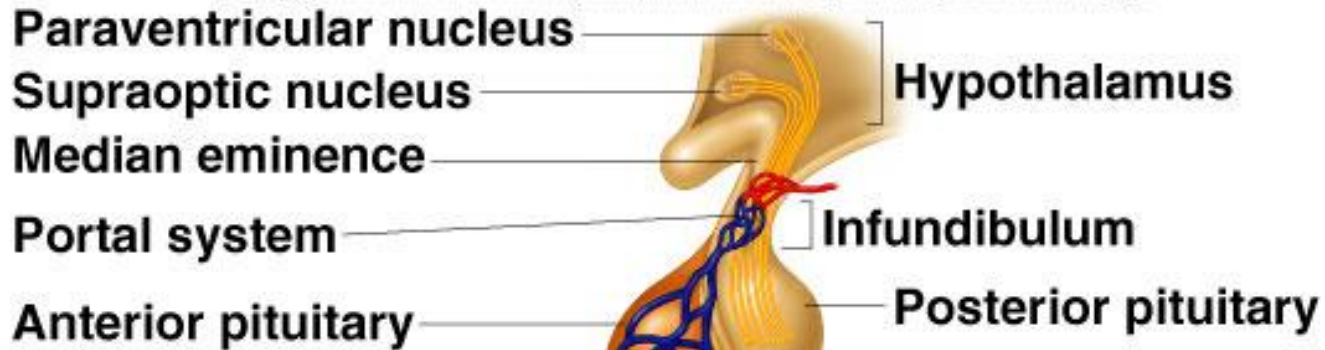
Neurohipofiza

- *pars nervosa* (nervni režanj - infundibularni nastavak),
- infundibularna drška i medijalno uzvišenje (*eminentia mediana*) = infundibulum (nervni privezak).

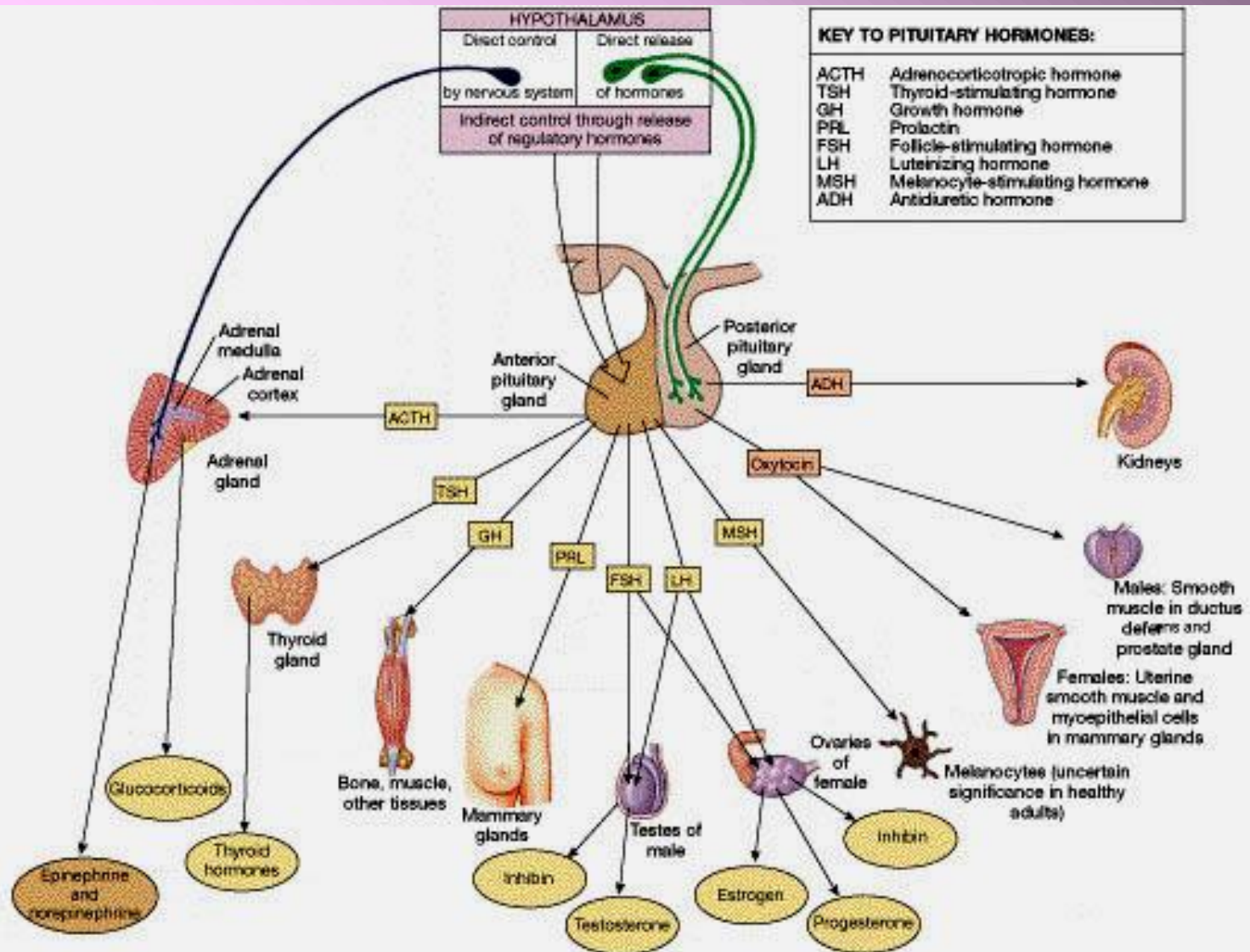
✓ *Pars distalis* i *pars tuberalis* = prednji režanj.

✓ *Pars intermedia* i *pars nervosa* = zadnji režanj.



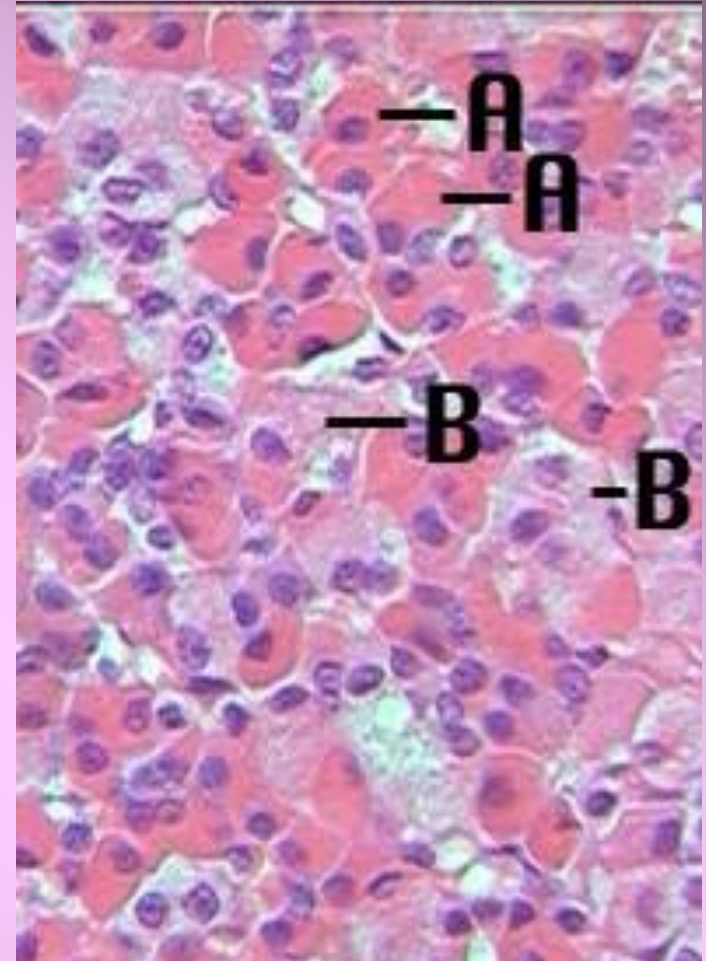


Gonadotropins



Adenohipofiza (*adenohypophysis*)

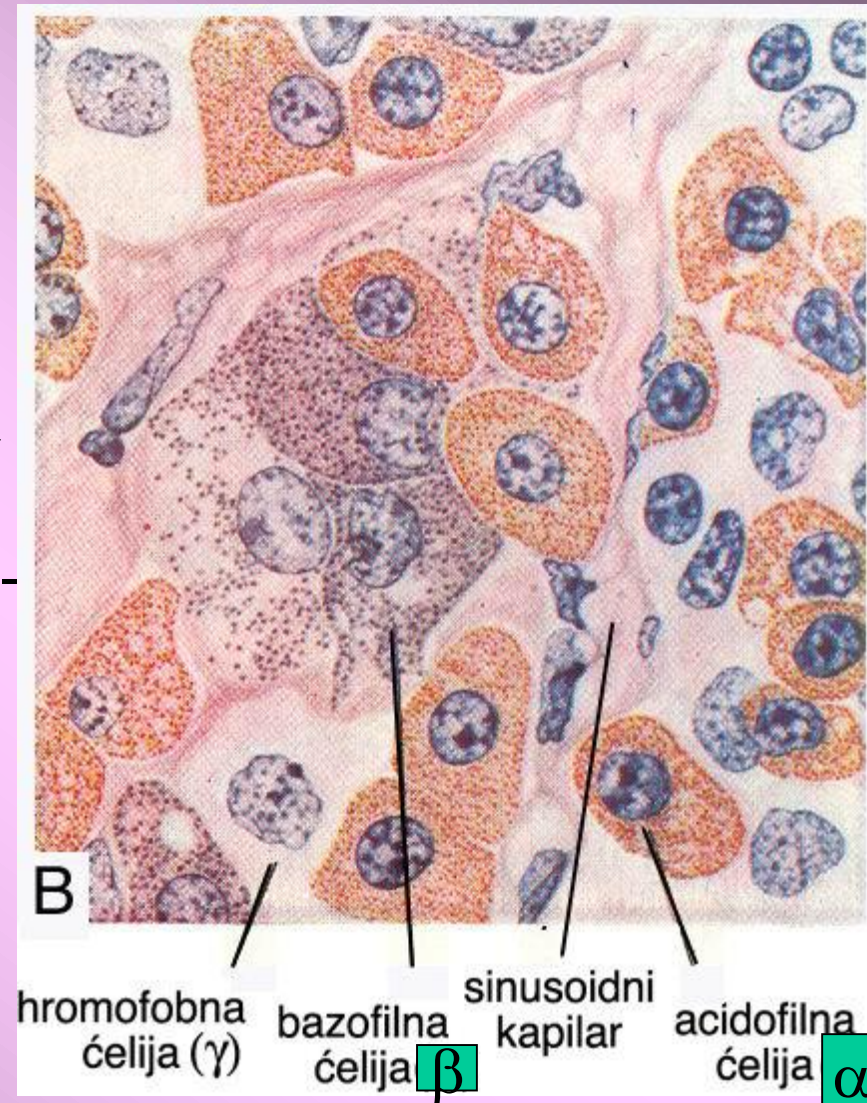
- ćelije su u nizovima (retikularni tip) a između je intersticijum - vezivno tkivo sa sinusoidnim kapilarima i nervnim završecima.
- hromofilne (A) i hromofobne (B) ćelije - prema tome, da li imaju ili nemaju afinitet prema bojama.



Hromofobne (γ , glavne ili rezervne) ćelije

nepotpuno diferencirane
brojne kod mladih jedinki (50%)
sitnije od hromofila
malobrojne, slabo razvijene organele
retko se dele – rastu i diferenciraju se u hromofilne

Hromofilne ćelije, mogu biti acidofilne - α i bazofilne - β ćelije.



Acidofilne (α) ćelije - 40% obojenih, mogu biti luteotropne i somatotropne ćelije - pretežno loptastog oblika.

Luteotropne (prolaktinske) ćelije

- sintetišu luteotropni hormon **LTH** – **prolaktin** koji stimulira mlečnu žlezdu
- utiče na lučenje progesterona žutog tela - luteotropni hormon.

Somatotropne ćelije

- somatotropni hormon (**STH**) - **hormon rasta** – **krescin** koji reguliše normalan rast organizma

Bazofilne (β) ćelije - 10% od ukupnog broja obojenih ćelija, raznovrsnog oblika, razlikuju se: tireotropne, adrenokortikotropne, gonadotropne i melanostimulirajuće.

Tireotropne ćelije

- hormon - **tireostimulirajući hormon (TSH)** - stimulira biosintezu i sekreciju hormona štitne žlezde

Adrenokortikotropne ćelije

- luče **adrenokortikotropni hormon (ACTH)** - deluje na obnavljanje (regeneraciju) kore nadbubrežne žlezde i kontroliše biosintezu i sekreciju kortikosteroida kore nadbubrežne žlezde

Gonadotropne ćelije

- luče **gonadotropne hormone (GTH): folikulostimulirajući (FSH) i luteinizirajući (LTH) hormon** koji regulišu aktivnost polnih žlezda.
- FSH deluje na sazrevanje folikula (ovulaciju) i podstiče biosintezu estrogena u ženki, a kod mužjaka, na početnu fazu spermatogeneze
- LTH u ženki deluje na razvitak žutog tela i stimulira sintezu progesterona, a u mužjaka na Lajdigove ćelije i stimulira sintezu androgena.

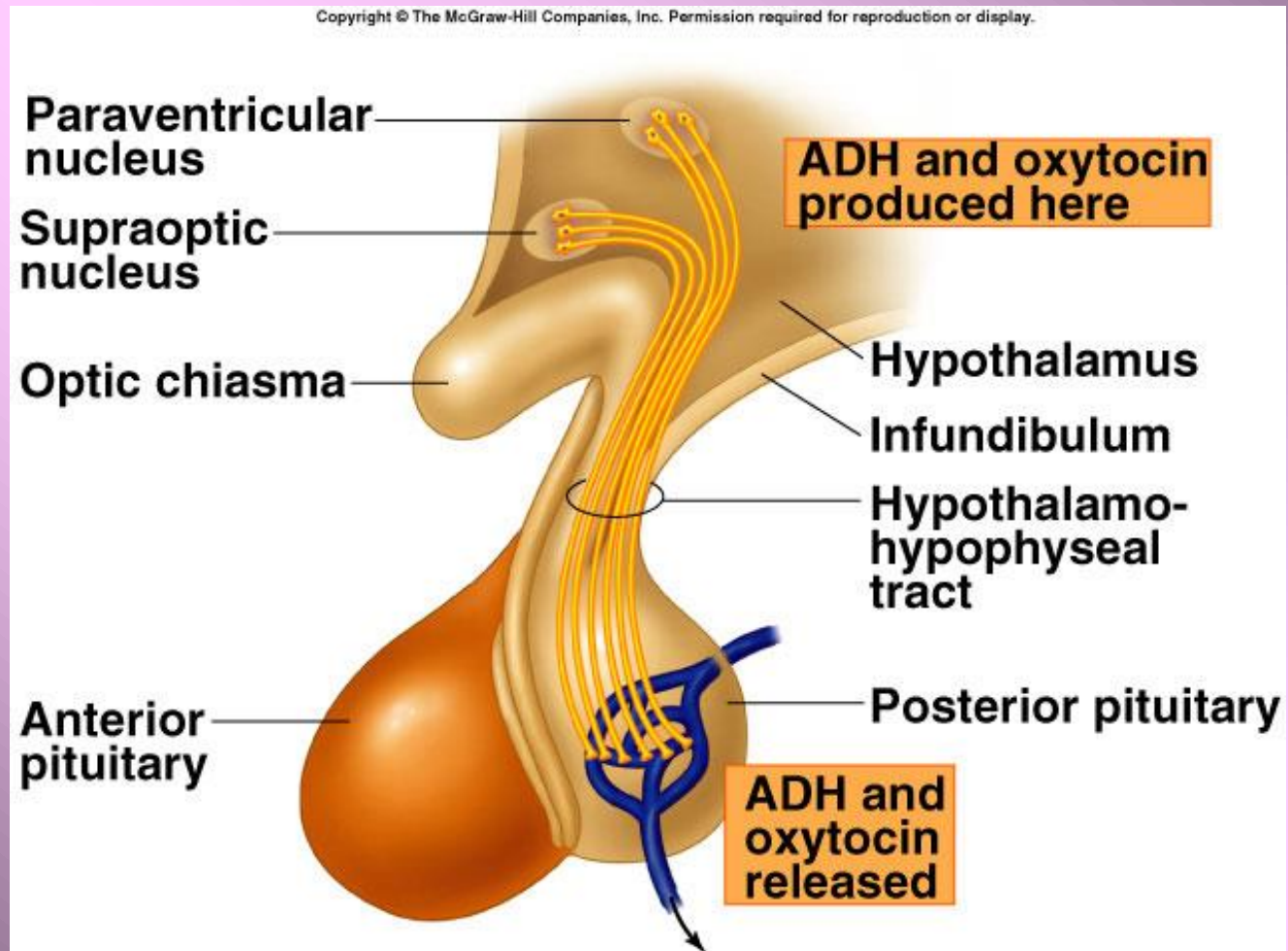
Melanostimulirajuće ćelije

- smeštene u *pars intermedia* hipofize.
- luče **melanostimulirajući (MSH) hormon - intermedin - α i β** melanostimulirajući hormon - stimuliše sintezu pigmenta melanina u melanocitima, a takođe, upravlja rasporedom pigmentnih granula u pigmentnim ćelijama.

Neurohipofiza (*gl. neurohypophysis*)

Funkcionalno povezana sa hipotalamusom preko neurita neurosekretornih ćelija smeštenih u jezgrima hipotalamusa. Snopovi neurita neurosekretornih ćelija čine **hipofizno-hipotalamusni trakt**.

Preko aksoplazme ovih neurita neurosekreti iz nukleusa hipotalamusa spuštaju se u *pars nervosa* neurohipofize. U neurohipofizi neurosekreti se akumuliraju u vidu **granula** – **Herring-ova telašca**



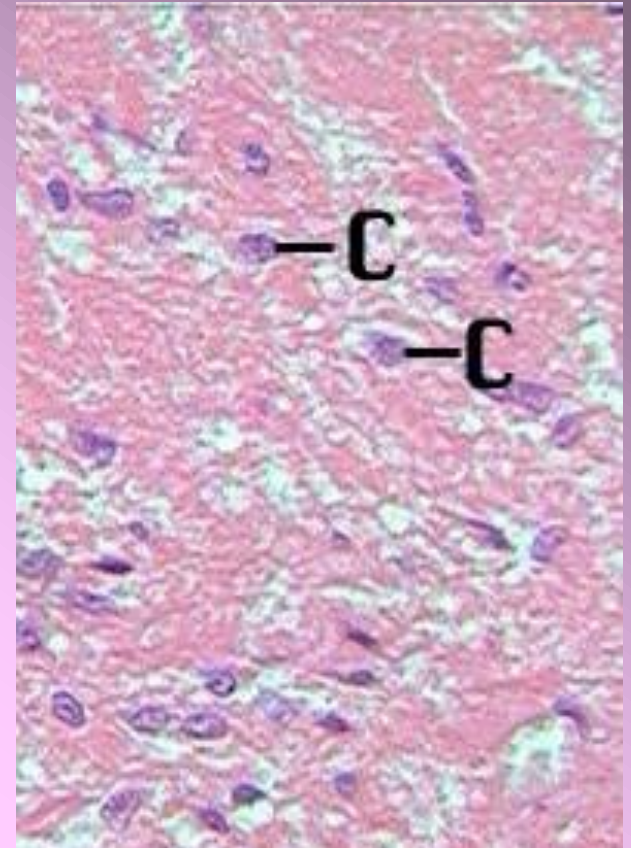
C-pituiciti

uloga pituicita - nutritivna i potporna.

Hormoni vazopresin i oksitocin.

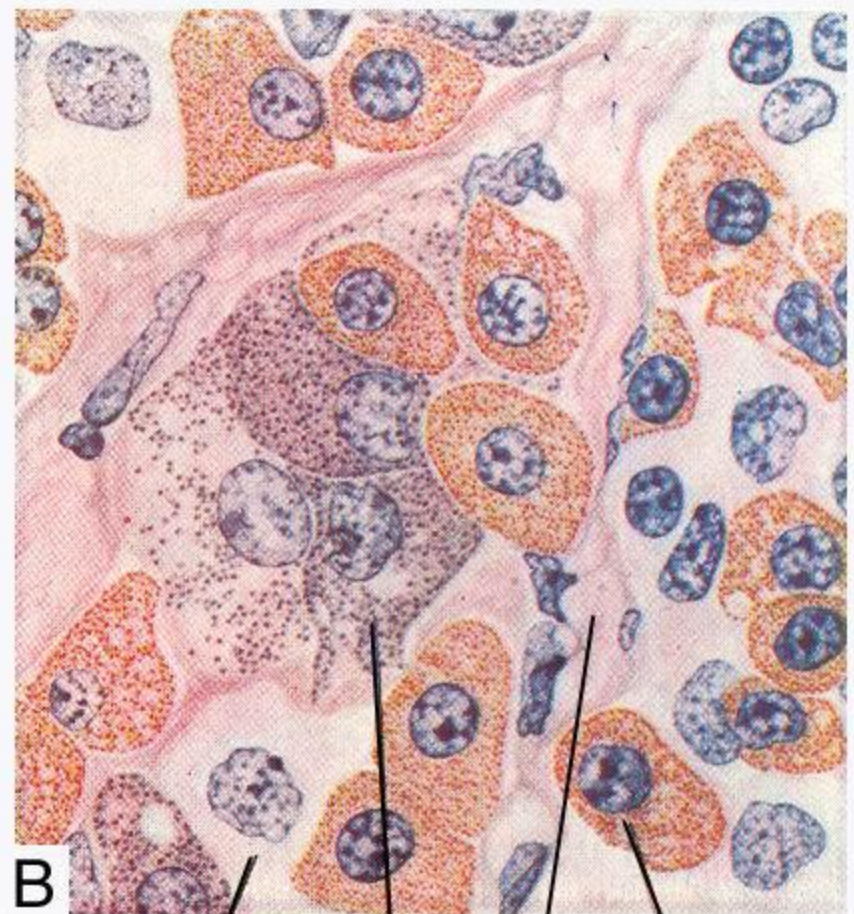
Vazopresin - antidiuretični hormon (ADH), stimuliše kontrakcije kapilara i povećava krvni pritisak

Oksitocin - deluje na glatku muskulaturu uterusa, na mioepitelne ćelije mlečnih alveola





A
 Heringovo
 telašce
 mali krvni sud
 pigment
 pituiciti



B
 hromofobna
 ćelija (γ)
 bazofilna
 ćelija (β)
 sinusoidni
 kapilar
 acidofilna
 ćelija (α)

A – neurohipofiza, B - adenohipofiza

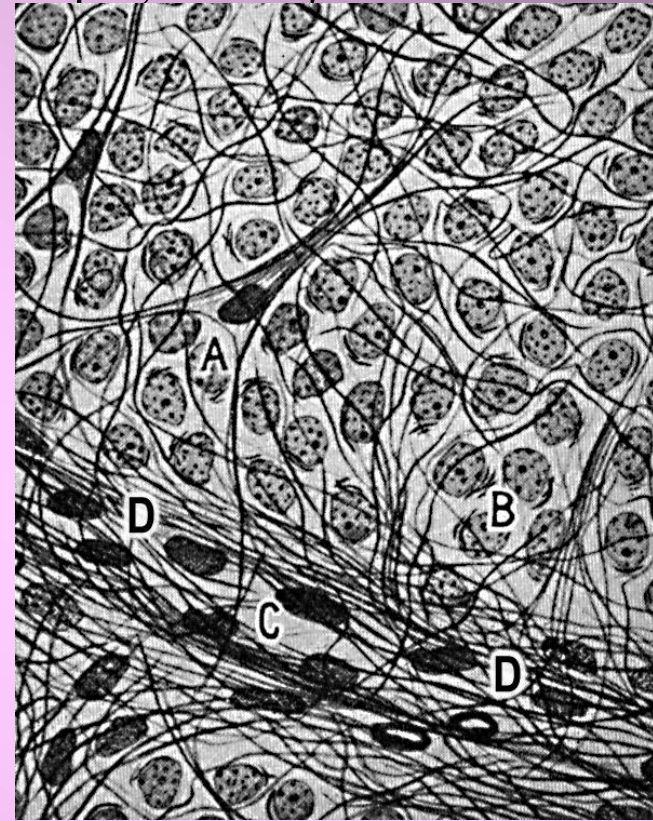
EPIFIZA (*gl. epiphysis, pinealis*)

- nastaje evaginacijom dorzalnog dela međumozga.
- u obliku šišarke (*pineae* lat. = šišarka)
- prekrivena mekom moždanom opnom od koje polaze septe, deleći je na režnjeve.
- u režnjevima - dve vrste ćelija: pinealociti i astrociti

Pinealociti - žlezdani parenhim

Astrociti - ćelije neuroglije

U septama epifize čoveka nalazi se jedno, kod starijih jedinki i više, telašaca oblika kupine - prožeta kalcijum karbonatom i kalcijum fosfatom (*corpora arenaria* ili “moždani pesak”).



A – astrociti, B – pinealociti,
C – krvni sudovi, D – vezivna septa

hormon **melatonin**

- kod vodozemaca - suprotno dejstvo melanostimulirajućem hormonu u regulaciji pigmentacije kože.
- antagonotropno dejstvo - sprečava prevremeno polno sazrevanje.
- kod čoveka - maksimalno razvijena pre polne zrelosti.

Posle puberteta žlezdani epitel se sve više zamenjuje vezivnim tkivom, a povećava se količina moždanog peska.

-funkcioniše kao biološki časovnik.

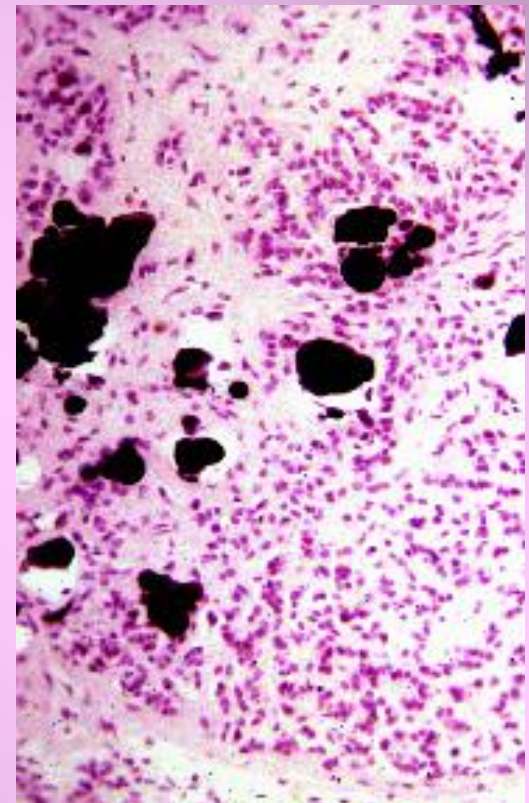
Uključena je u 24h i sezonski bioritam.

Melatonin utiče na fiziološke procese

koji se ciklično ponavljaju

(ovulacija ili

period spavanja i budnosti).



ŠTITNA ŽLEZDA (*gl. thyreoidea*)

Kod sisara neparan organ, u obliku štita kod čoveka i većine sisara (*thyreos* grč. = štit).

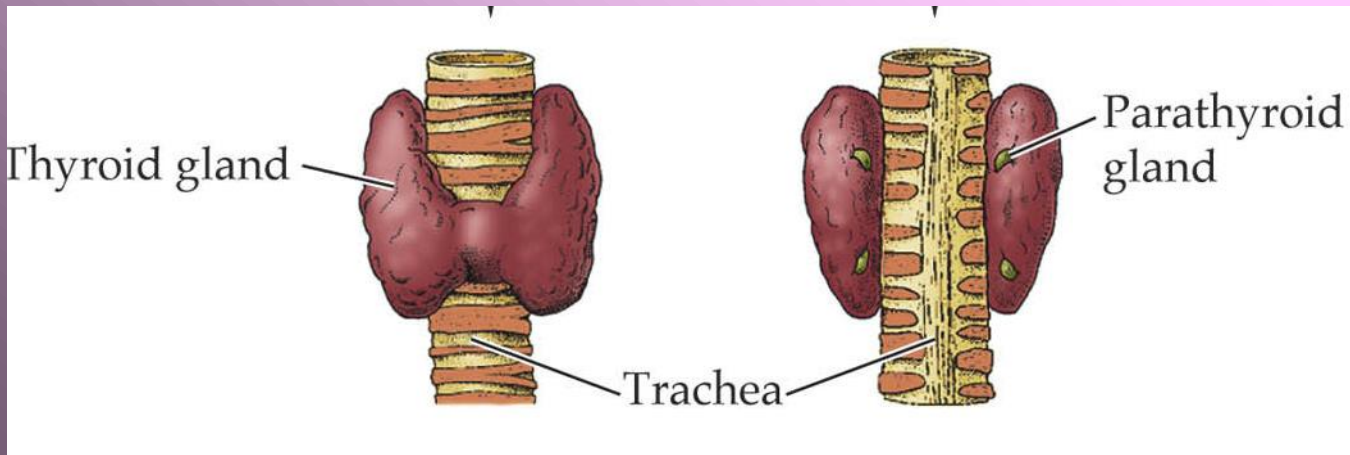
na ventralnoj i lateralnim stranama završetka grkljana i početka dušnika.

Ima dva lateralna režnja - lobusa povezanih, kod većine sisara istmusom.

omotana moćnim vezivnim omotačem.

U spoljašnjem rastresitom delu omotača

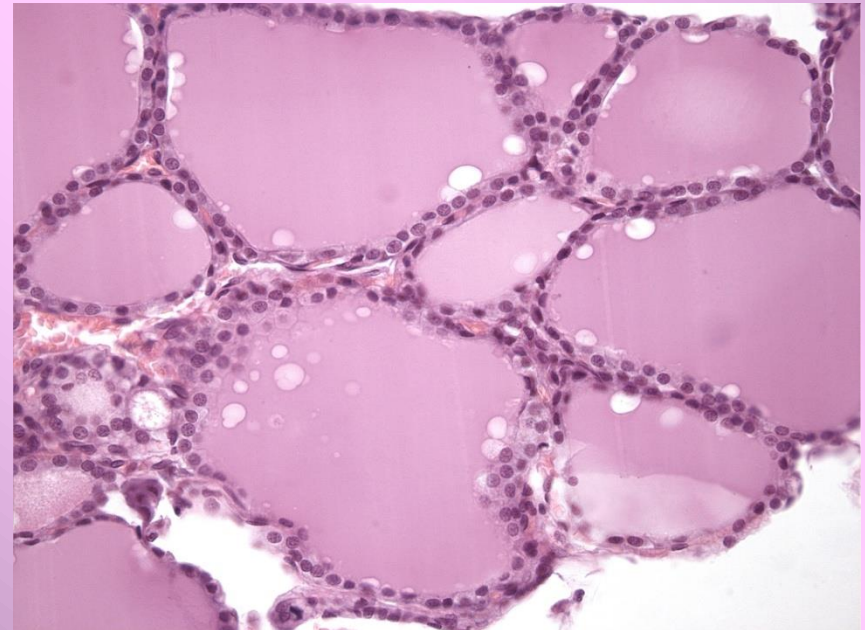
- paraštitne žlezde.



capsula od gustog vezivnog tkiva sa vezivnim pregradama - režnjići (lobulusi)

U režnjićima se nalaze tireoidni meškovi - **folikuli** i **interfolikularna stroma** - rastresito vezivno tkivo sa mrežom krvnih kapilara sinusoidnog tipa i limfnih kapilara. Grupice nediferenciranih ćelija u stromi - mogu oformiti nove folikule.

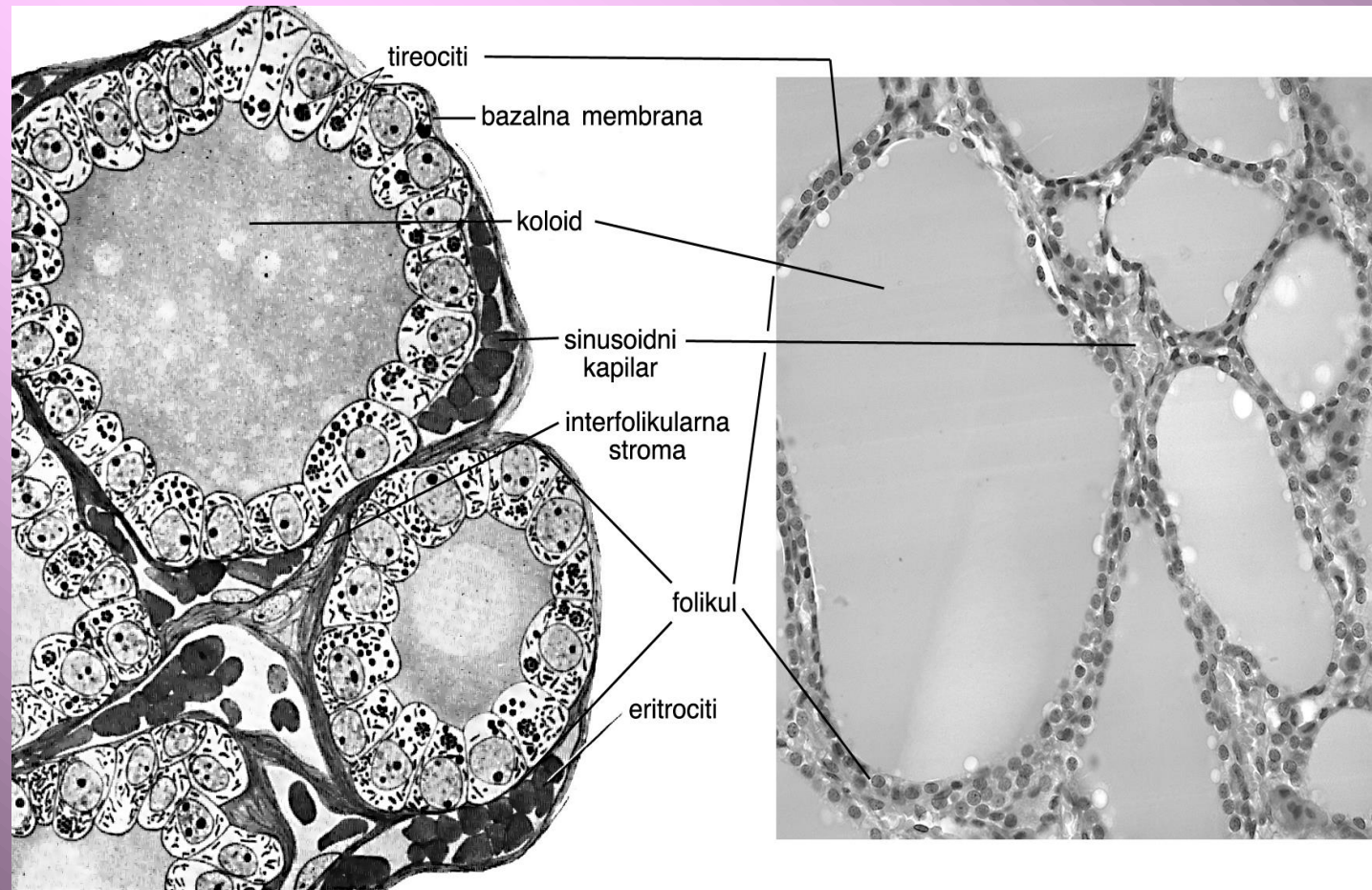
U vezivu strome - grupice **parafolikularnih ćelija** kao i brojna nemijelinizirana simpatička i parasimpatička nervna vlakna ganglija koje inervišu tireoideu.



Tireoidni meškovi - osnovne morfološke jedinice građe

Folikuli su različite veličine, zavisno od vrste, starosti, funkcionalne aktivnosti i lokaciji folikula u žlezdi.

U govečeta 30-600 μm , u konja 40-340 μm , a u svinje 20-490 μm .



Postoje mikrofolikuli i makrofolikuli.

Mikrofolikuli - manji, imaju manje koloida, aktivniji su, ćelije nisko do visoko prizmatične, u centralnom delu žlezda.

Makrofolikuli - krupniji, na perifernom delu žlezde, imaju mnogo koloida, ćelije - niskoprizmatične do pločaste, manje aktivni.

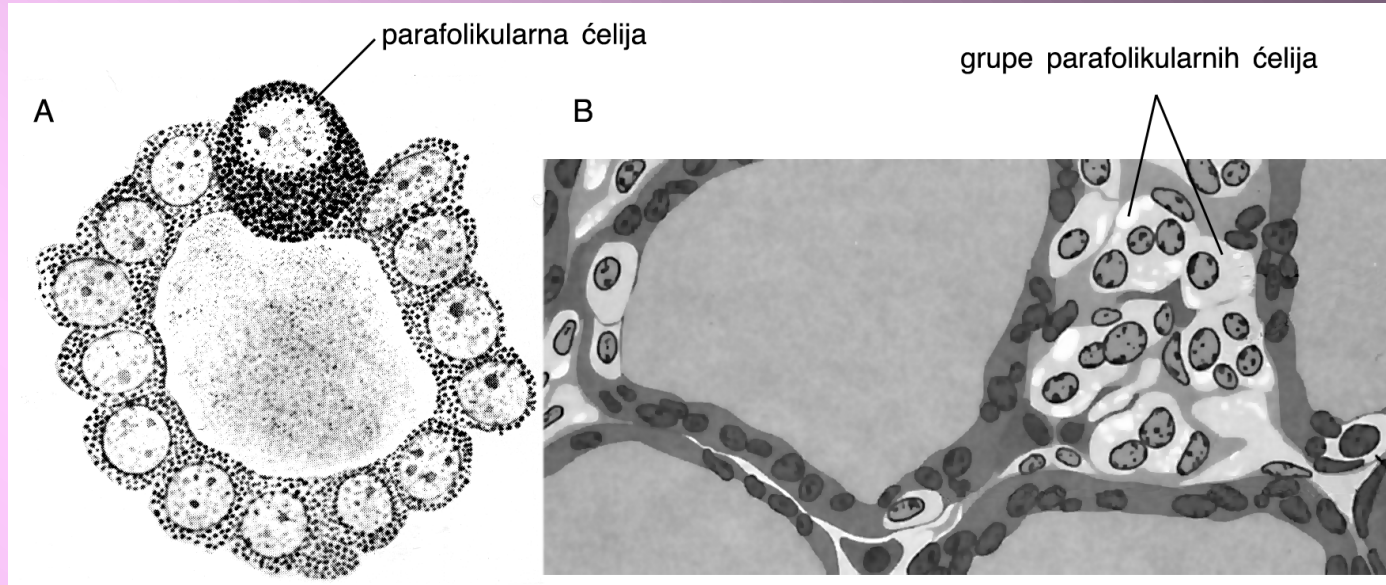


Ćelije štitne žlezde -
folikularne ćelije (tireociti)

u jednom sloju, leže na bazalnoj membrani prema kapilarima. Apikalno - mikrovili.

Jedro - centralno postavljeno. ćelije imaju brojne polizome, GER, Goldži sistem, končaste mitohondrije, lizosome, poneki fagozom i sekretorne vezikule. Osim folikularnih ćelija, cilijarne i koloidalne učestvuju u biosintezi **tiroksina T4 i trijodotironina T3.**





Parafolikularne ćelije, zvane svetle ćelije, pojedinačno ili u malim grupama
Veće od folikularnih,
citoplazma prožeta vezikulima ispunjenim hormonima.

biosinteza **tireokalcitonina**.

Štitne žlezde životinja sa intenzivnim metabolizmom kalcijuma imaju veći broj parafolikularnih ćelija. Broj i izgled parafolikularnih ćelija je karakterističan za jelene i srne i dovodi se u vezu sa razvićem i kvalitetom rogova. Kalcitonin deluje suprotno parathormonu, snižava nivo kalcijuma u krvi i inhibira aktivnost osteoklasta.

Koloid - produkt aktivnosti,
nagomilava se u lumenu folikula.

Sastoji se od složenog glikoproteina tireoglobulina - prima jod u oksidovanom obliku. Preko jodne pumpe, aktivnim transportom preko ćelijske membrane, jod dospeva iz kapilara u ćeliju.

Hormoni T3 i T4

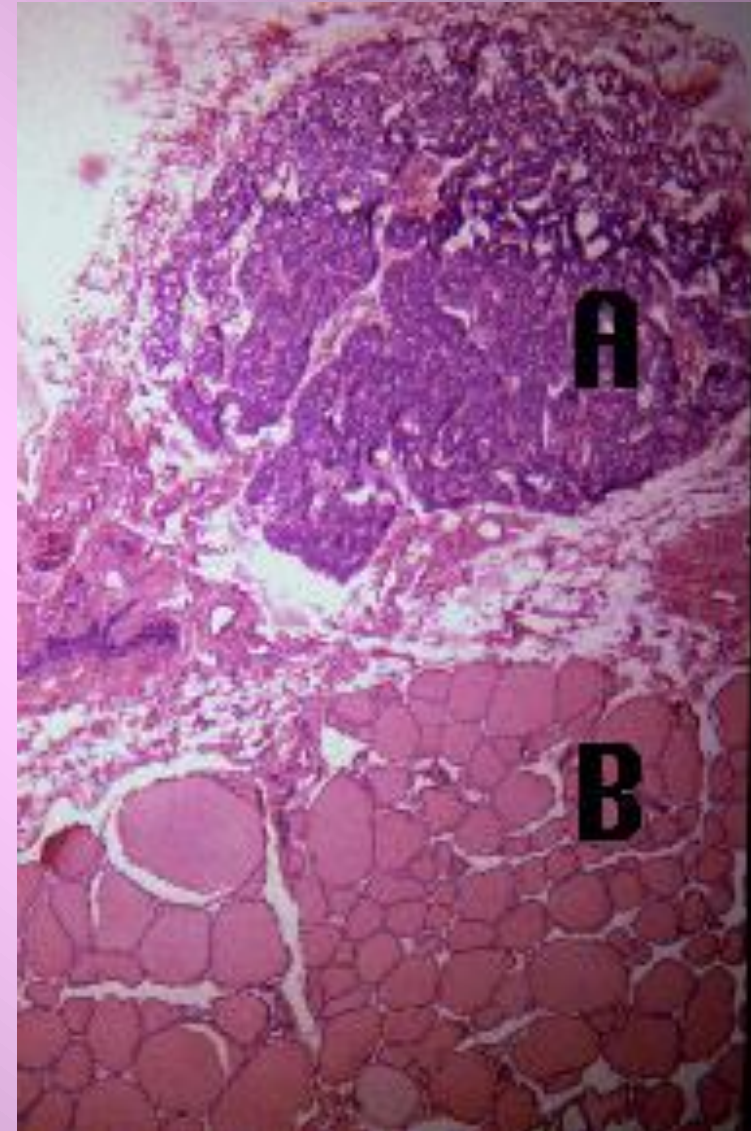
- utiču na brzinu metaboličkih procesa
- utiču na rast i razvoj organizma.
- Aktivnost tireoidne žlezde - pod kontrolom tireotropnog hormona adenohipofize i hormona neurosekretornih ćelija.
- Prekomerno lučenje hormona tireoidee dovodi do Bazedove bolesti, a smanjeno lučenje, ispod normalnog, izaziva gušavost.

PARATIREOIDNE ŽLEZDE (*glandulae parathyreoideae*)

- kod sisara smeštene u spoljašnjem delu vezivnog omotača tireoidne žlezde, mogu biti i u samoj štitnoj žlezdi ili timusu.
- Oblik - različit u raznih vrsta životinja.
- varira i broj žlezda kod raznih vrsta (4 do 12).
- endodermalno poreklo:
na račun izvrata epitela ždrela u nivou III i IV para škržnih kesu.
- Imaju je svi tetrapodni kičmenjaci.
- vezivni omotač, pregrade - nepotpuni reznjevi.

Ćelije - paratireociti

- raspoređeni u vidu traka, ređe folikula,
- između - intersticijum sa sinusoidnim kapilarima.
- dve vrste ćelija: glavne i oksifilne ćelije

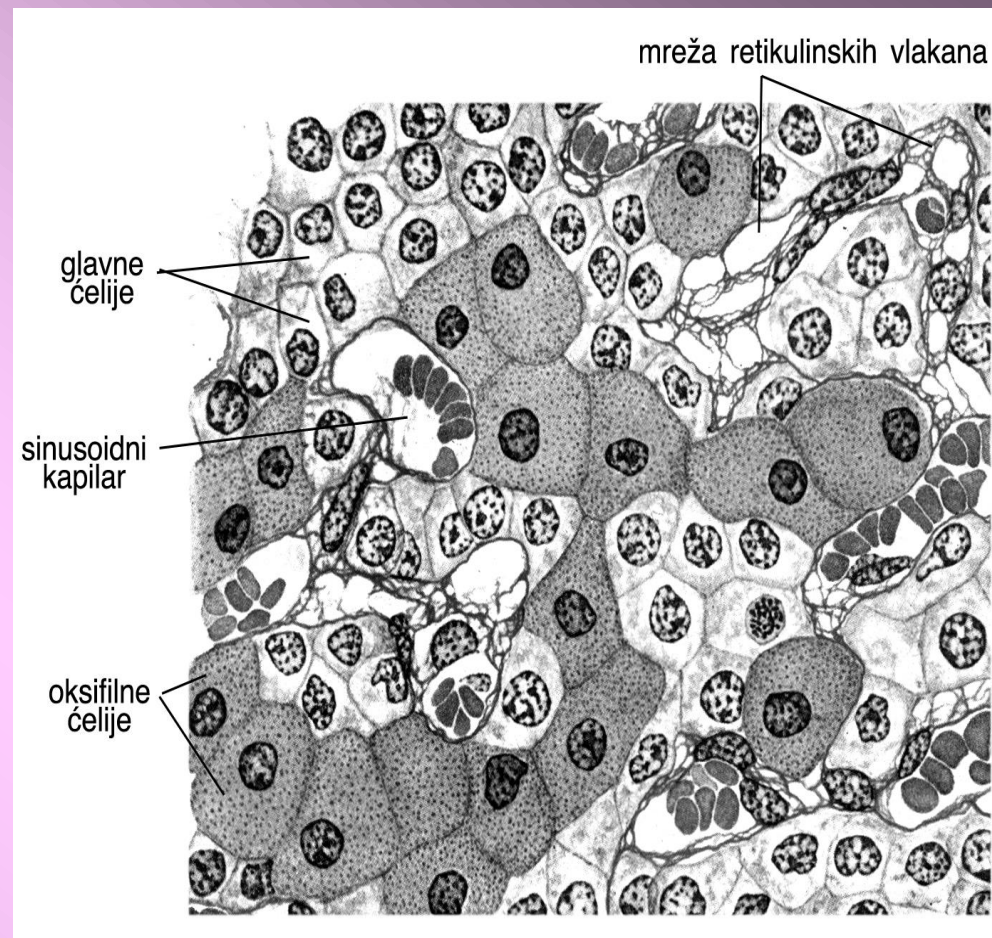


Glavne (osnovne) ćelije

- male ali brojnije
- prisutne tokom celog života
- razlikuju se tamne i svetle
- samo razne faze aktivnosti

Oksifilne (eozinofilne) ćelije

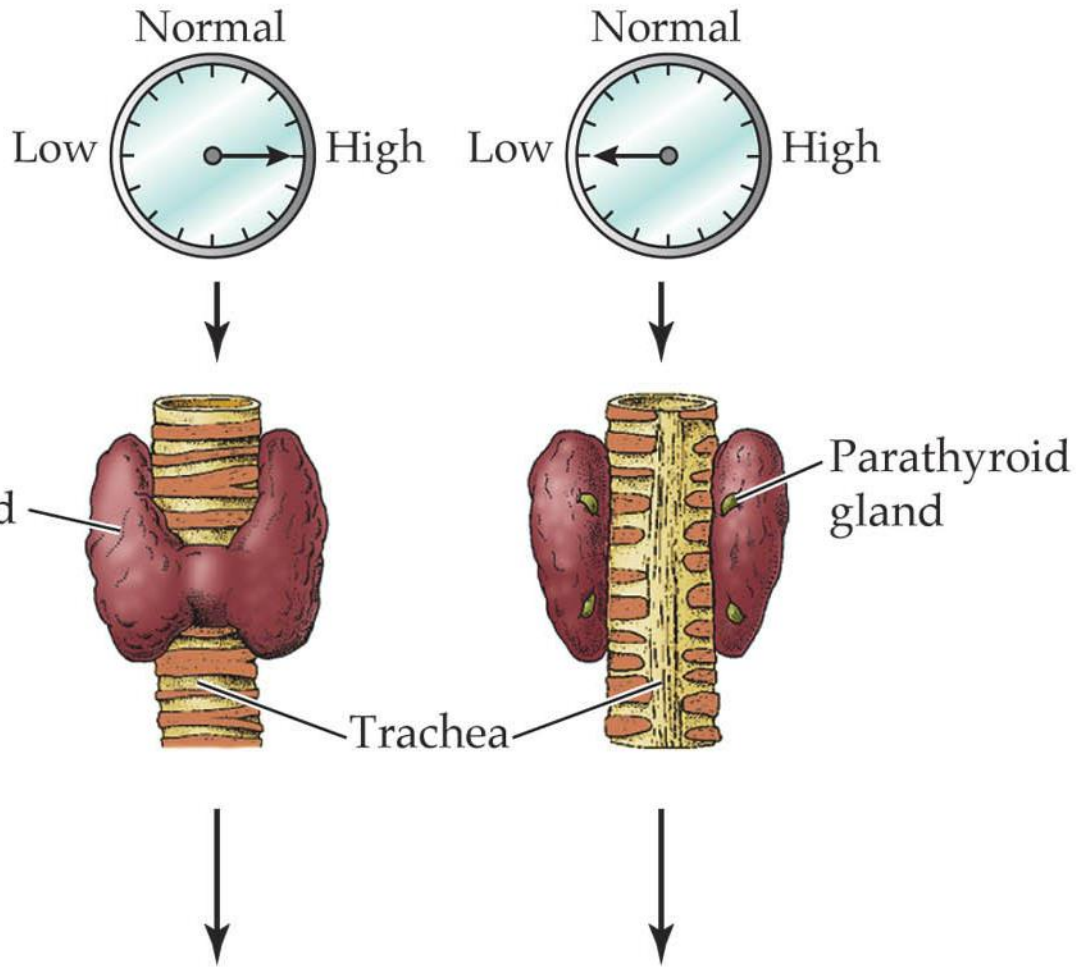
- veće od osnovnih
- malobrojnije,
- uloga nedovoljno poznata.
- nema ih kod ptica



paratireoidni (parat) hormon luče glavne ćelije
reguliše nivo kalcijuma i fosfora u krvi.
utiče na povećanje broja osteoklasta, te se oslobađa kalcijum u krv.

IMBALANCE

Ca²⁺ concentration greater
or less than 11 mg/ml blood



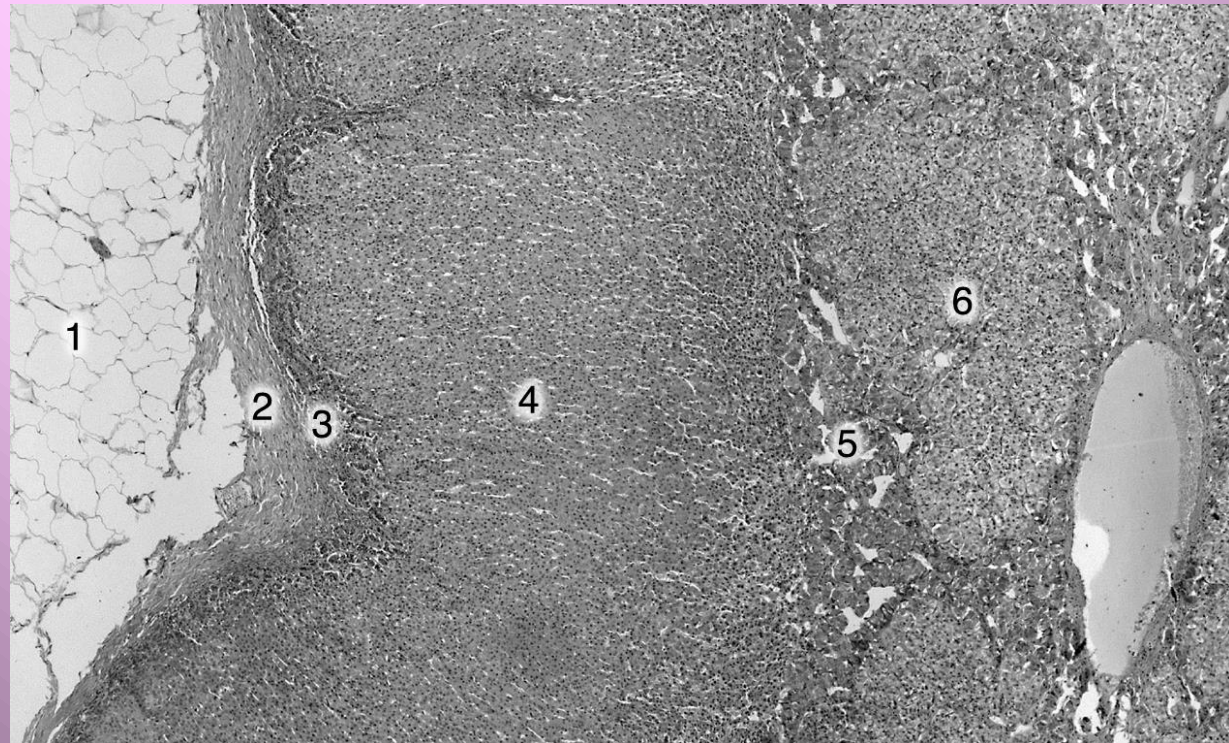
- Paratireoidni hormon i tireokalcitonin deluju antagonistički u regulaciji nivoa kalcijuma u krvi

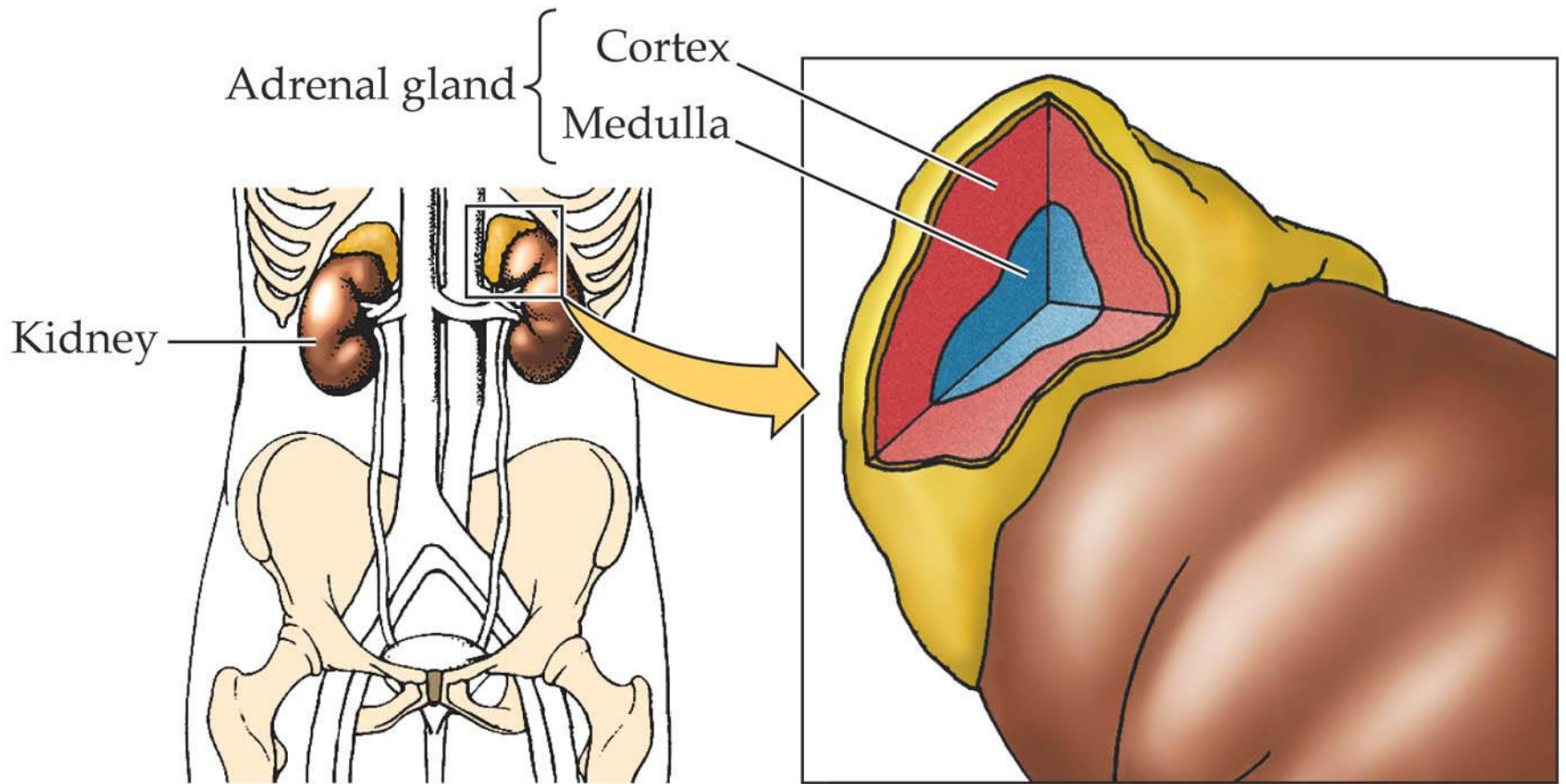
NADBUBREŽNA ŽLEZDA (*gl. suprarenalis*)

- paran organ
 - kranijalno od bubrega, ili pored bubrega
 - omotana zajedničkim masnim omotačem sa bubregom (*capsula adiposa*)
 - sastoji se od dve endokrine žlezde u jedinstvenom organu koji ima
 - koru (*cortex*) i srž (*medulla*) - dva dela različitog porekla i građe. Kod većine riba, kora i srž čine dve i topografski potpuno odvojene žlezde, a kod gmizavaca i ptica elementi kore i srži su u vidu parnih isprepletanih traka.
- kora - mezodermalnog porekla, (od epitela peritoneuma),
srž - ektodermalnog porekla i nastaje od ćelija nervne kreste

Histološka građa

- vezivna čaura – *capsula fibrosa*,
- debljine 10 - 15 μm
- pregrade - septe prema srži do različitih dubina





Kora nadbubrežne žlezde

Zona glomerulosa ili *zona arcuata* je matični sloj.

Zona fasciculata - snopovna zona (oko 2/3 kore). Čelije raspoređene u uzdužnim trakama, nizovima, vezivne pregrade sa sinusoidnim kapilarima. Čelije spongiociti

Zona reticularis - mrežasta zona. Nizovi ćelija - povezani u mrežu, tamnije boje, od pigmenta lipofuscina = završna faza aktivnosti ćelija prethodnih zona.

Srž nadbubrežne žlezde

-krupnije ćelije – **medulociti**, bazofilne, u grupama ili trakama -sekretorne granule - sadrže kateholamine (epinefrin ili norepinefrin).

cortex

medulla

FAKTORI KOJI DELUJU NA ŽLEZDU

adrenokortikotropni hormon stimulira sintezu

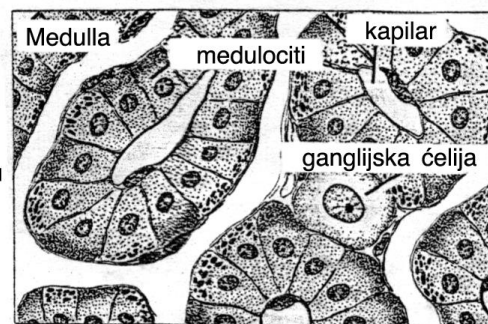
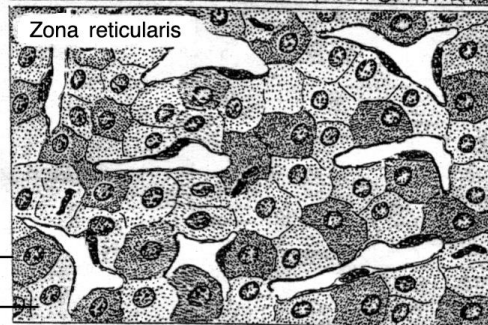
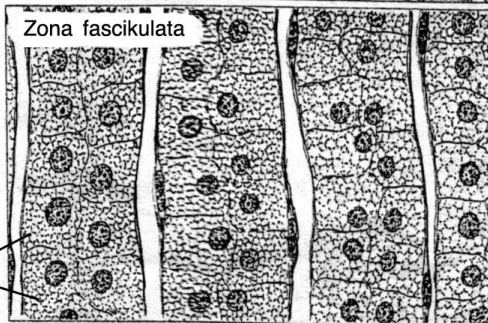
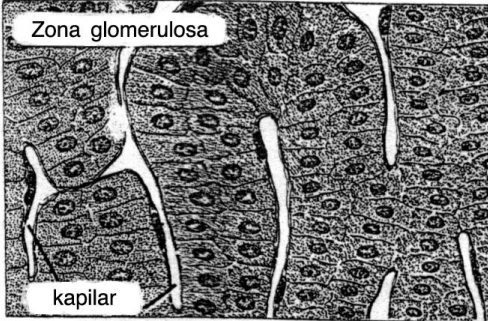
adrenokortikotropni hormon stimulira sintezu

adrenokortikotropni hormon stimulira sintezu

tamna ćelija

svetla ćelija

pregangliona vlakna simuliraju oslobađanje



HORMONI KOJE ŽLEZDA LUČI

mineralokortikoida (pretežno aldosterona)

glukokortikoida (kortizol i kortikosteron)

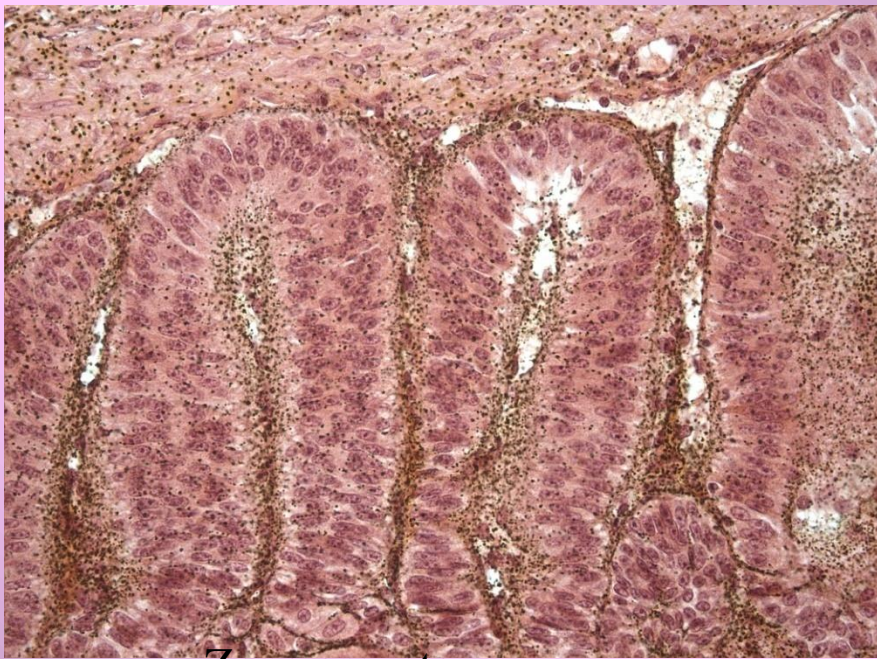
androgena (dihidroepiandrosteron)

glikokortikoida

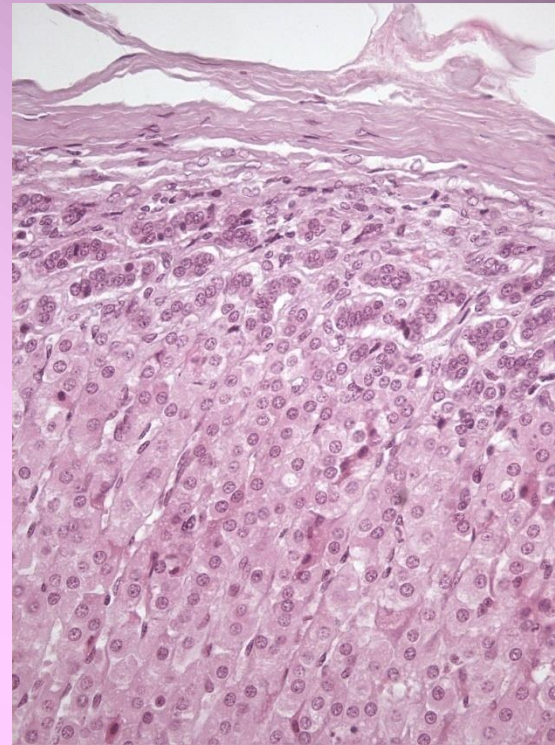
androgena

epinefrin

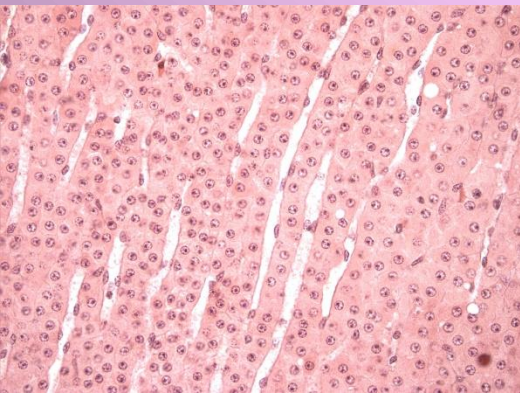
norepinefrin



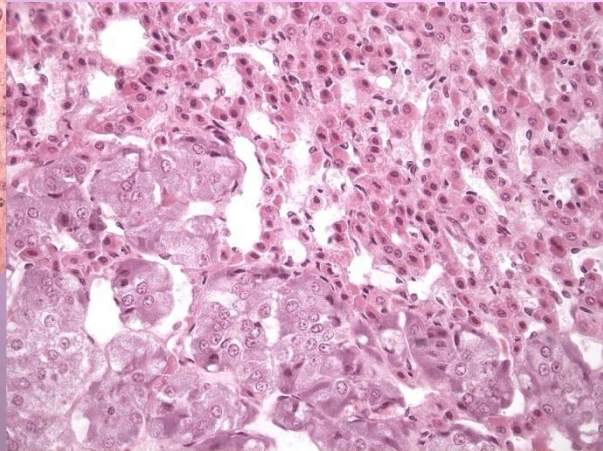
Zona arcuata



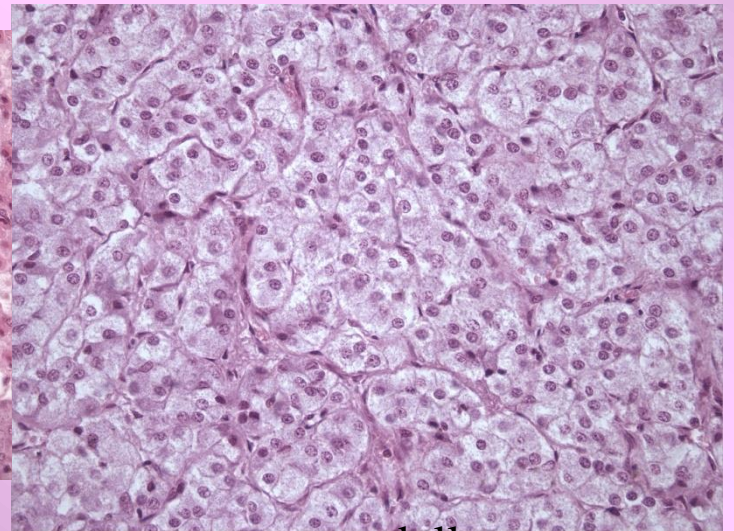
Zona
glomerulosa i
fasciculata



Zona fasciculata



z. reticularis i medulla



medulla

Histofiziologija

Iz kore nadbubrežne žlezde izolovano je veći broj steroidnih hormona koji se mogu grupisati u tri grupe:

mineralokortikoidi, glikokortikoidi i androgeni

Iz srži – ćelije koje luče **epinefrin (adrenalin)** i ćelije koje luče **norepinefrin (noradrenalin)** - odbrambene reakcije organizma na stres.

Količina i odnos hormona srži nadbubrežne žlezde utiču na ponašanje životinja. Plašljive - mirne životinje luče malo adrenalina. Agresivne (grabljive) životinje luče veliku količinu noradrenalina.

Difuzni neuroendokrini sistem

endokrine ćelije ili grupe ćelija koje su u sklopu drugih organa su difuzne endokrine ćelije

- u epitelu sluzokože:

- želuca,
- creva,
- respiratornih puteva,
- urogenitalnih organa,
- srcu,
- bubrezima i dr

- povezane su nervnim sistemom i čine difuzni neuroendokrini sistem.

- oko 40 različitih tipova difuznih endokrinih ćelija (15 u organima za varenje).

- grupe endokrinih ćelija združenih sa ćelijama egzokrinog tipa su mešovite žlezde - jetra, gušterača i polne žlezde.