

БИОЛОГИЈА ЧОВЕКА

ЕКСКРЕТОРНИ СИСТЕМ ЕНДОКРИНИ СИСТЕМ

7. предавање

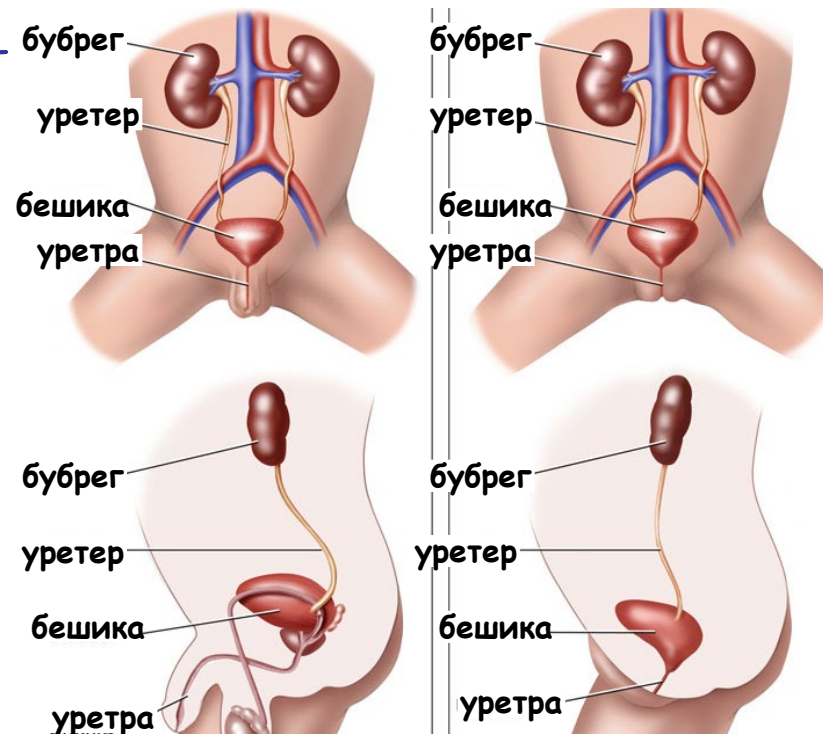
IX XII MMXXV

Проф. др Данијела Петровић

Педагошки факултет - Сомбор
Универзитет у Новом Саду

ЕКСКРЕТОРНИ СИСТЕМ

- Систем органа за излучивање тј. уринарни (мокраћни) систем је онај део организма који учествује у стварању, транспортовању као и излучивању мокраће, која је означена и као **урин**.
- Уринарни тракт филтрира крв и на тај начин уклања штетне продукте, затим елиминише вишак телесних течности, а обављајући ове две функције, регулише волумен и хемијски баланс течности у организму.
- Систем органа за екскрецију чине:
 - **бубрези**
 - **мокраћоводи (уретери)**
 - **мокраћна бешика**
 - **изводни мокраћни канал (уретра)**
- У ужем смислу екскреција подразумева излучивање урина уринарним трактом, док у ширем смислу подразумева уклањање осталих штетних продуката путем плућа, коже и црева.



- **БУБРЕГ (ren)**

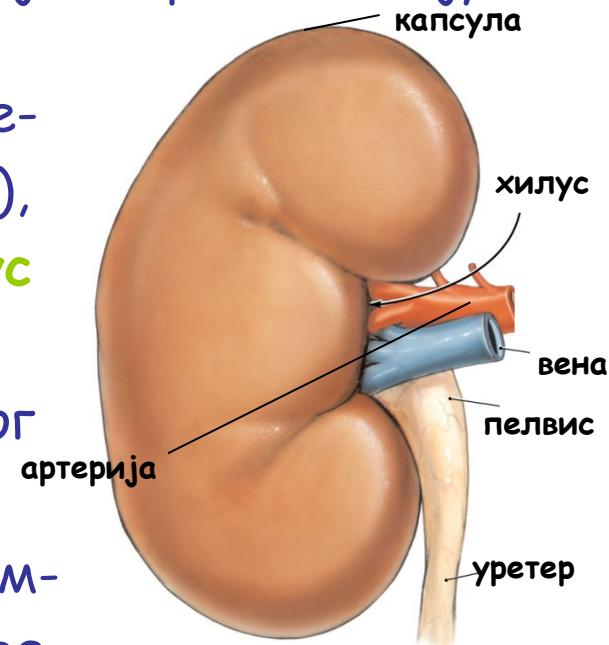
- Парни органи, смештени на дорзалном абдоминалном зиду у висини 12. пара ребара. Величине су од око 12-15 cm и тежине око 150 g. Облика су зрна пасуља, тамно смеђе боје и представљају главне органе мокраћног система.

- Бубрег је споља заштићен са две **капсуле** - везивном (унутрашња) и адипозном (спољашња), а на средини унутрашњег руба налази се **хилус** бубрега кроз који у бубрег улазе бубрежна артерија и вена као и сплет нерава аутономног нервног система, а излази уретер.

- На уздужном пресеку бубрега разликују се компактни спољашњи део и средишњи шупљи део.

- **Компактни део** се састоји од два слоја:

- 1) **бубрежна кора** или **кортекс** - периферни део дебљине 3-4 cm, зрнасте структуре, жуто црвенкасте боје

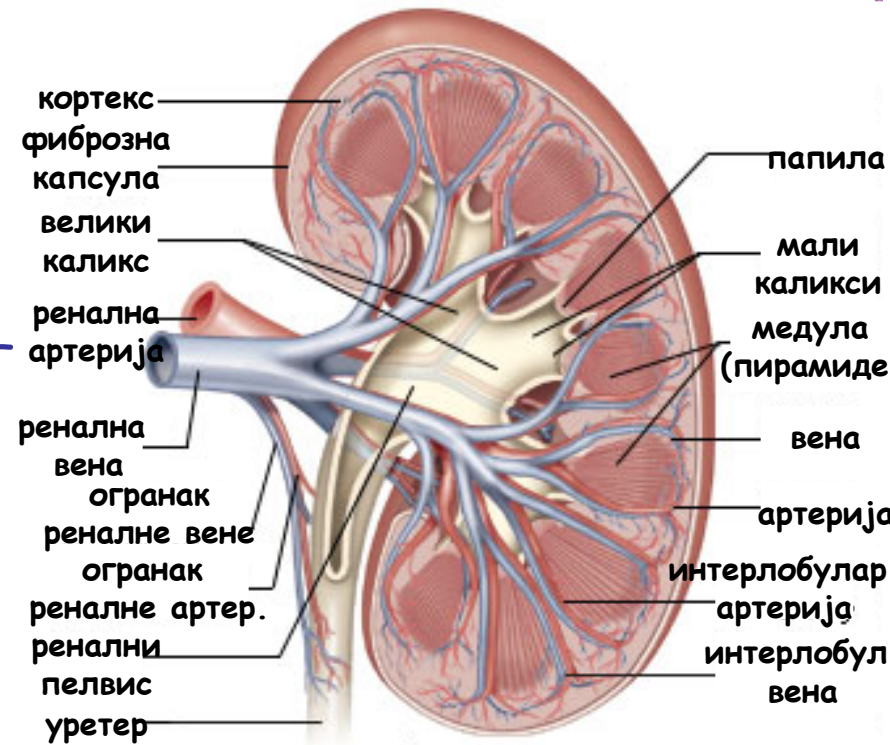


www.arizonatransplant.com/images/kidney

2) **бубрежна средина** или **медула** - унутрашњи део црвене боје, који грађен у облику низа **пирамида**. Базе ових пирамида окренуте су ка кортексу бубрега, док су врхови - папиле окренути ка шупљем делу бубрега и вире у шупљинице означене као чашице

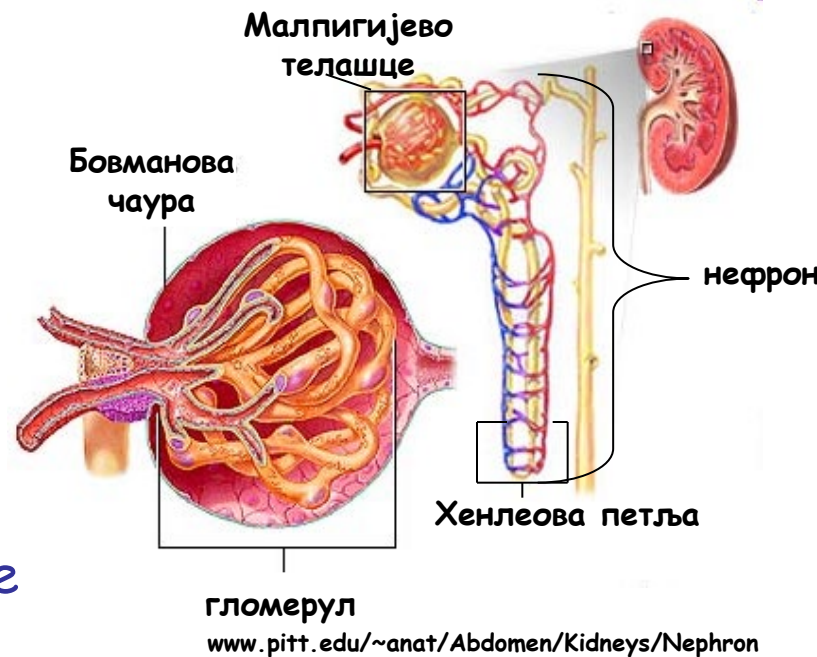
- Шупљи део бубрега смештен је у хилусу и такође се састоји од два дела:

- 1) **велика шупљина** или **пелвис** (карлица, пијелон) бубрега - налази се уз хилус и својом шупљином наставља у шупљину мокраћовода
- 2) низ шупљиница - **чашица** означених као **каликси** - надовезују се на пијелон бубрега с једне стране и врхове пирамида бубрежне медуле са друге стране



© 2003 Encyclopædia Britannica, Inc.

- У хистолошком смислу бубрези су грађени од **нефрона** који су дефинисани као основни елементи бубрежне грађе.
- Нефрон се састоји од: **капиларног клупка** означеног као **гломерул** и низа **бубрежних** (мокраћних) **каналића** означених као **тубули**.
- **Гломерули** су смештени у кортексу бубрега (дају зрнаст изглед) и у сваком бубрегу их има око 1 милион већ по рођењу. Током живота нови се гломерули не стварају, као што се и не обнављају ни они који пропадну.
- **Тубули** су смештени малим делом у кортексу и већим у медули, где формирају пирамиде, на чијем врху (папила) се отварају и уливају у чашице. Систем ових тубула започиње око сваког гломерула формирајући један мехур назван **Бовманова чаура**. Од ње се наставља каналић назван **горњи – проксимални тубул**, на њега канал у облику слова "U" – **Хенлеова петља**, а од ње иде **доњи каналић** или **дистални тубул** који завршава у сабирном каналићу којим се урин одводи у бубрежни пелвис.

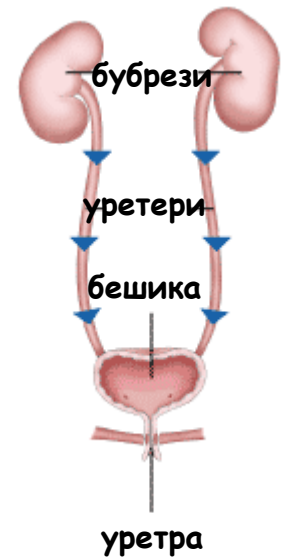


- Гломерул са Бовмановом чауром чини једну округлу формацију названу **Малпигијево телашце**, које представља основну функционалну јединицу бубрега.
- Финални продукт бубрега – урин настаје у процесу који се састоји од три фазе:
 - филтрација преко гломерула
 - ресорпција преко проксималних тубула и горњих делова Хенлеове петље
 - секреција преко дисталних тубула
- Крв пристигла у гломеруларне капиларе исфилтрира се у Бовманову чауру и тај се филтрат назива **примарна мокраћа**. Она садржи око 90% саставних делова плазме и даље тече у проксималне тубуле и Хенлеову петљу, где се врши ресорпција воде и свих састојака неопходних организму. Оваква мокраћа даље иде у дисталне тубуле где долази до секреције преосталих непотребних или штетних продуката у њу, и таква представља коначни продукт који се излучује, а означен је као **секундарна мокраћа**.

- У току 24 часа бубрези приме око 1800 литара крви и за то време профилирају око 150 литара примарне мокраће из које се издвоји око 1,5 литар секундарне мокраће. Цео процес је регулисан хормонима од којих је најважнији **алдостерон** – хормон надбубрежне жлезде и **вазопресин (антидиуретички хормон)** – хормон хипофизе.
- Осим улоге у екскрецији, бубрези имају значајну улогу у регулацији крвног притиска преко супстанце коју луче, а коју означавамо као **ренин**. Такође значајна улога бубрега је и у еритропоези – синтези еритроцита, која је регулисана **еритропоетином** који се ствара у бубрезима.

■ МОКРАЋОВОД – уретер

- Парни орган у облику танке цеви, дуге око 25 см, који се из бубрежног пелвиса спушта медијално и доле и улази у мокраћну бешику. Не улази под правим углом, него мало косо и тај улаз нема сфинктер. Слизница мокраћне бешике на том улазу прави један набор који спречава враћање мокраће у уретер. Мокраћу у мокраћну бешику тера перисталтика.



<http://deflux.com/images>

■ МОКРАЋНА БЕШИКА

- Непаран, шупљи орган величине шаке, који има еластичне и мишићаве зидове. Служи као резервоар за сакупљање мокраће пре него што буде избачена из организма, и има различите капацитете, али је у просеку око 500 ml.
- Празни се рефлексно и под утицајем је аутономног нервног система али се може кориговати и нашом вољом. Празни се преко уретре и на прелазу из бешике у уретру налази се сфинктер.

■ ИЗВОДНИ МОКРАЋНИ КАНАЛ – уретра

- Ово је танка мокраћна цевчица која спаја мокраћну бешику и спољашњу средину. Код мушкараца је дуга око 15-20 cm а код жена око 3-4 cm. Мокраћа се кроз уретру креће снагом већег притиска у бешици.
- Урин је бистра, жута течност, киселог pH и карактеристичног мириса на амонијак. Вода чини 95%, али има и Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , P^{3+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} , витамина, хормона а налази се и уреа, по којој је урин добио име. Она се ствара у јетри од вишка аминокиселина из хране. Прво се ствара амонијак који се као јако отрован одмах везује са CO_2 градећи мање отровну уреу, која се излучује путем урина.

ЕНДОКРИНИ СИСТЕМ

- Овај систем подразумева скуп жлезда са унутрашњим лучењем распоређених по различитим деловима тела (глава и труп). Њихови продукти - **хормони** излучују се директно у крв пошто ендокрине жлезде немају изводних канала. Регулишу раст и развој појединих органа, или пак системски делују на организам и координирају све његове функције.
- Хормони су веома потентне и активне хемијске супстанце, које крвотоком носе поруку циљном ткиву, где везујући се за специфичан рецептор испољавају своје деловање. Хормони мењају активност ћелије и то **локално** (нпр. неурохормони, ткивни хормони) или **системски** (хормони у ужем смислу тј. прави хормони).
- Хемијска структура хормона је врло различита, тако да имамо протеинске хормоне (хормони хипофизе, панкреаса, паратиреоидне ж.), деривате аминокиселина (хормони тиреоидне и медуле надбубрежне ж.), стероидне хормоне (полни хормони, хормони коре надбубрежне ж.).

- Хормони који су деривати протеина или аминокиселина везују се за рецептор који се налази на ћелијској мембрани, док стероидни хормони улазе у ћелију и везују се за свој рецептор у цитоплазми или у једру.

■ **Ендокрини систем чине следеће жлезде:**

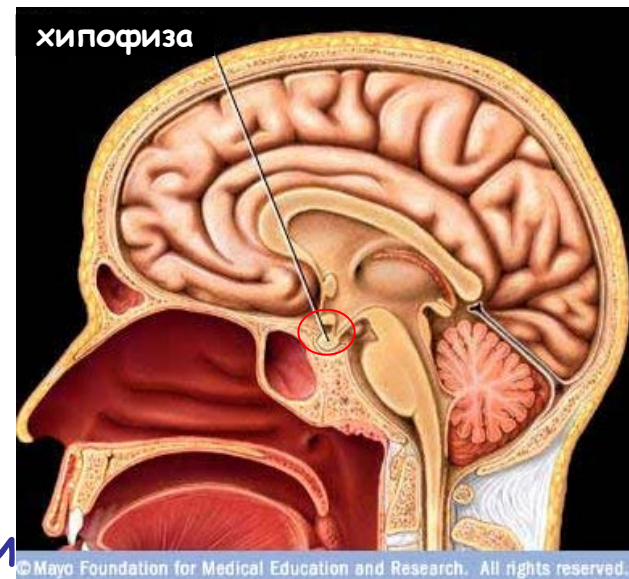
- хипофиза - питуитарна жлезда
- епифиза - пинелна жлезда
- тиреоидеа - штитна жлезда
- паратиреоидеа - доштитњача
- надбубрежна жлезда - адренална жлезда
- тимус - грудна жлезда
- панкреас - гуштерача
- тестис - мушка полна жлезда
- оваријум - женска полна жлезда
- плацента - постељица (само у трудноћи)

* хипоталамус



■ ХИПОФИЗА

- Питуитарна жлезда управља другим ендокриним органима и стога се сматра најважнијом ендокрином жлездом.
- Величине је и облика зрна грашка (0,5 g.) и смештена је у бази великог мозга, у малом удубљењу сфеноидне (клинасте) кости означено као **турско седло**. Називају је још и мождани привезак пошто је са кратким нервним влакнима прикачена за хипоталамус, те се добија утисак да виси у турском седлу.
- Чине је три (а по неким ауторима два) дела, од којих сваки лучи своје хормоне, те тако имају и различите функције:
 - 1) **предњи режањ – аденохипофиза** (антериорни део)
 - 2) **средњи режањ – парс интермедија**
 - 3) **задњи режањ – неурохипофиза** (постериорни део)
- Ови су делови различитог ембрионалног порекла и од ектодерма усне и носне шупљине настаје аденохипофиза, од везива ектодермалног порекла средњи део, а од једног изданка хипоталамуса настаје неурохипофиза.



- **АДЕНОХИПОФИЗА**

- Предњи режањ хипофизе лучи следеће хормоне:

- 1) **тиреотропни** (тирео-стимулирајући хормон - **TSH**) - утиче на рад тиреоидне жлезде стимулирајући је
- 2) **аденокортикотропни** (**ACTH**) - стимулише рад надбубрежне жлезде
- 3) **гонадотропни** (**GTH**) - **фоликуло-стимулирајући** (**FSH**) - подстиче рад полних жлезда тј. стимулише сазревање јајне ћелије, пролиферацију ћелија фоликула и стварање естрогена у јајнику; као и настајање сперматозоида у тестисима
- 4) **гонадотропни** (**GTH**) - **лутеинизирајући** (**LH**) - стимулише овулацију и стварање жутог тела и прогестерона у јајнику; као и што и поспешује лучење тестостерона у тестисима
- 5) **пролактин** (**PRL**) - помаже развој млечних жлезда и стимулише стварање млека у њима
- 6) **соматотропни** (**хормон раста - growth hormone GH**) - регулише раст организма у целини или појединих његових делова у периоду детињства и адолесценције, иако се лучи у мањим количинама и након завршетка раста; убрзава синтезу протеина у свим ћелијама и повећава искоришћавање масти у енергетске сврхе.

- **СРЕДЊИ ДЕО**

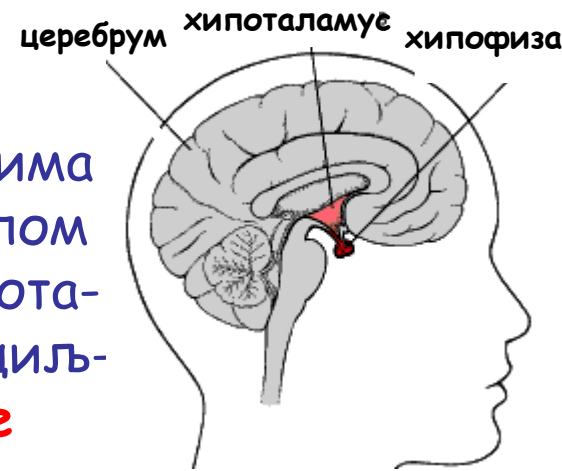
- Рудиментисан је код људи и представља га танак појас ћелија између предњег и задњег режња хипофизе. Сматра се да учествује у синтези **мелано-стимулирајућег хормона (MSH)**, иако постоје опречна мишљења око лучења овог хормона, тако да га неки приписују аденохипофизи.
- Овај хормон иначе регулише количину пигмента у нашем организму, тако што стимулишу меланоците у нашој кожи да производе меланин.

- **НЕУРОХИПОФИЗА**

- Задњи режањ хипофизе лучи следеће хормоне:
 - 1) **ОКСИТОЦИН** - стимулише контракцију глатких мишића унутрашњих органа, посебно утеруса као и зидова крвних судова; а такође утиче и на лучење млека и то стезањем алвеола млечних жлезда
 - 2) **ВАЗОПРЕСИН - антидиуретички хормон (ADH)** - делује на дисталне тубуле нефрона бубрега повећавајући ресорпцију воде, и тиме смањујући количину секундарне мокраће. Такође потпомаже и деловање окситоцина.
- Ови хормони се синтетишу у хипоталамусу и онда се депонују у задњем делу хипофизе (неурохипофизи), из којег се потом излучују.

❖ Хипоталамо-хипофизна регулација

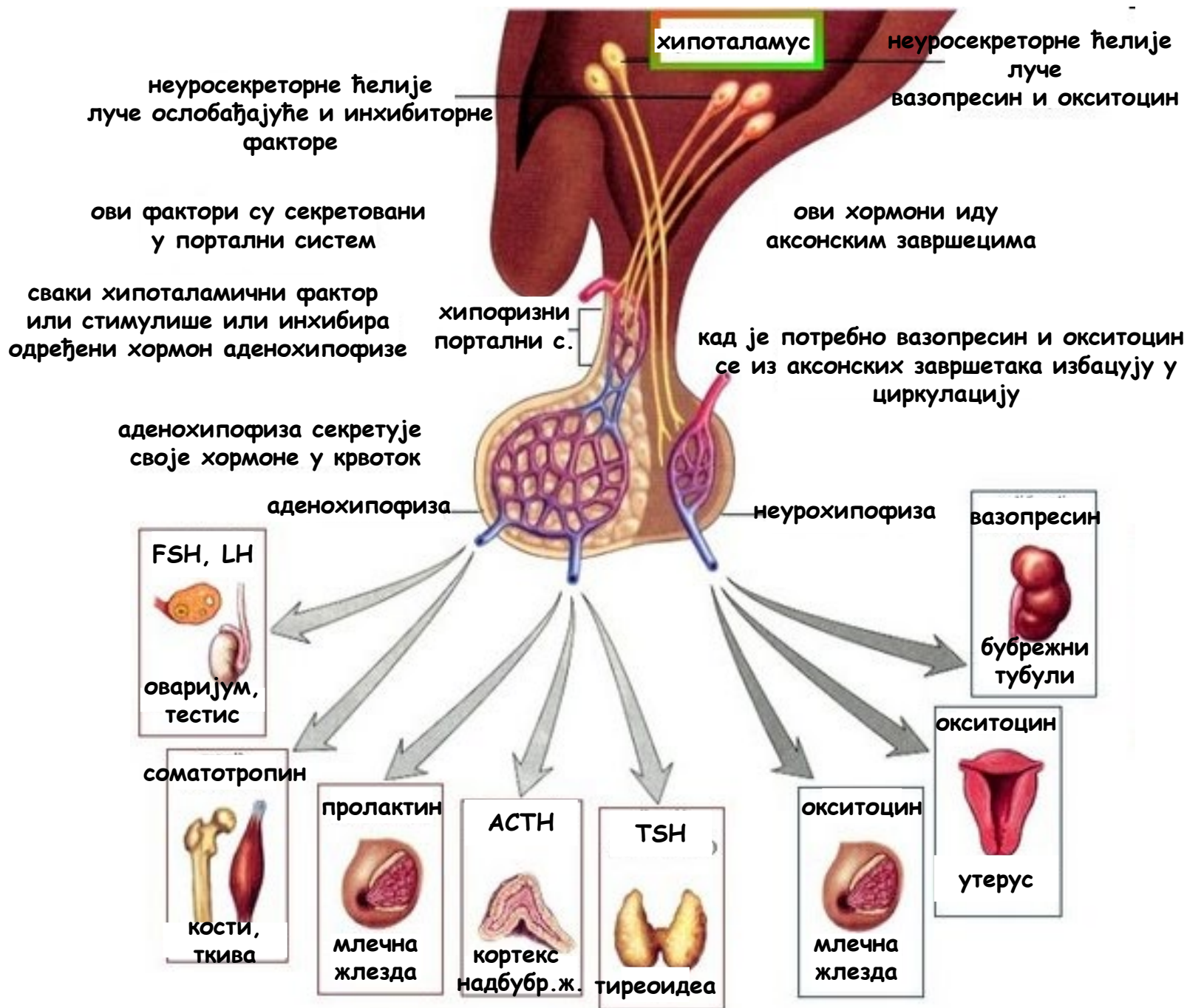
- Хипофиза координира и управља свим процесима од виталне важности. Индиректно је под контролом жлезда на које делује али и под контролом хипоталамуса. Ова спрега хипоталамуса, хипофизе и циљне жлезде назива се **механизам повратне спреге** или **feedback механизам**.



www.scottpotter.net/artsandsciences/health

- Пример: тиреотропни хормон (TSH) стимулише апсорпцију јода и убрзава његово уграђивање у хормон штитне жлезде тироксин, као што убрзава и излучивање тироксина у циркулацију. Концентрација тироксина се повећава у крви и то доводи до инхибиције лучења TSH. Ово кочеће деловање иде преко хипоталамуса, који под дејством тироксина испушта много мање ослобађајућег фактора TRF - thyrotropin releasing factor, који сад у пуно мањој концентрацији делује на хипофизу те и она смањује лучење тиреотропина. Ово се огледа у смањењу лучења тироксина, чија концентрација у крви пада, што смањује његов утицај на хипоталамус, и као последица тога долази до појачаног лучења TRF-а. Овим започиње поново ослобађање тиреотропина из хипофизе, чиме се цео циклус понавља. Заустављање лучења тироксина спада у механизам негативне повратне спреге, док поновно успостављање циклуса значи позитивну повратну спрегу.

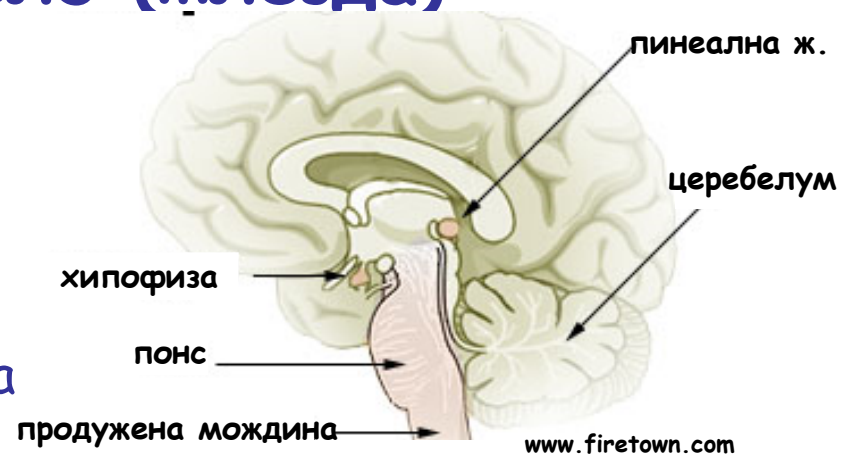
- Слично као и TRF, хипоталамус секретује одређене факторе - неурохормоне, који регулишу остале хормоне предњег режња хипофизе: CRF - corticotropin releasing factor (делује тако што поспешује лучење - ослобађање аденокортикотропног хормона), GnRF - gonadotropin releasing factor (поспешује лучење - ослобађање гонадотропина), GHRF - growth hormone releasing factor (потпомаже лучење соматотропина) и соматостатин (SS)/GHIH - growth hormone-inhibiting hormone (делује инхибиторно на ослобађање соматотропина), PIF - prolactin inhibiting hormone (инхибира ослобађање пролактина из аденохипофизе).



Интеракција хипоталамуса и хипофизе

■ ЕТИФИЗА – пинеално тело (жлезда)

- Налази се између великог и малог мозга, са задње стране продужене мождине. Мања је од хипофизе (око 150 mg) и срцоликог је облика.
- Развија се до пубертета а након тога се калцификује.
- Продукује **мелатонин**, и ова синтеза је стимулисана мраком а инхибисана присуством светлости. Функција му није у потпуности разјашњена, али се сматра да има удела у **циркадијалном ритму** (24 часовни циклус - спавање и будно стање) и да одлаже почетак пубертета.
- Са пинелном жлездом је често асоцирано треће око или паријетални орган, које налазимо код гуштера, жаба или неких врста риба. Ово је врло комплексан орган који обилује фоторецепторима и учествује у циркадијалном ритму, терморегулацији, хибернацији и неким другим облицима понашања код животиња.



■ ТИРЕОИДЕА – штитна жлезда

- Штитњача се налази на предњој страни врата, испред и мало ниже од ларинкса, за чије је хрскавице причвршћена. Састоји се од три лобуса који формирају слово "H" тј. облик лептира, и то у ширини од 3-4 cm док јој тежина износи око 30-60 g (највећа само ендокрина ж.)
- Грађена је од жлезданог епитела који формира **фоликуле** испуњене **колоидном масом**. Један слој епителијалних ћелија названих фоликуларне ћелије



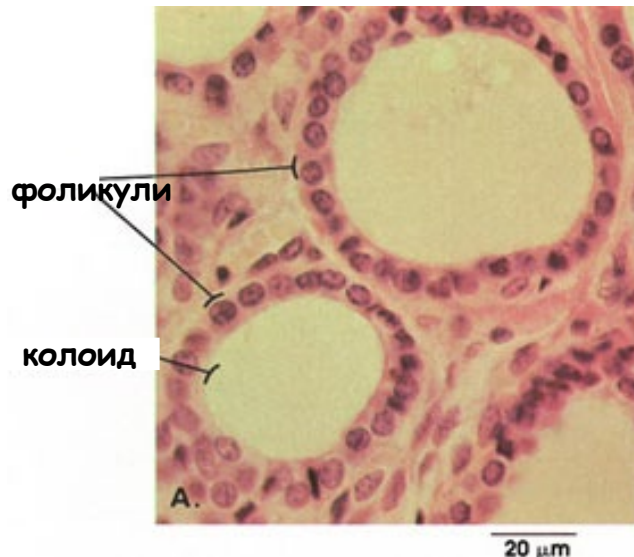
окужује колоид у који луче тиреоидне hormone:

а) **тироксин (T4)**

б) **тријодтиронин (T3)**

Између фоликуларних ћелија распоређене су парафоликуларне ћелије које луче трећи хормон

в) **калцитонин**



- Ове парафоликуларне ћелије су деривати ултимобрахијалних телашаца, која су негде означена као засебне жлездане творевине.
- **T4** је дериват аминокиселине **тирозина**, за који су везани атоми јода. Не излучује се директно у крв него се депонује у колоиду у виду **тиреоглобулина**, и по потреби се онда ензимски издваја, убацује у крвоток а потом из крви у ћелије.
На нивоу ћелија тироксин убрзава метаболизам (или анаболичким или катаболичким деловањем), поспешује ресорпцију глукозе у гастроинтестиналном тракту и убрзава њену разградњу у ћелијама, убрзава разлагање масти у крви и јетри, поспешује раст костију, убрзава срчани рад и дисање, диже телесну T, изазива ексцитабилност нерава и тремор мишића. Индиректно тироксин делује и на надбубрежне и полне жлезде.
- Функција штитне жлезде се, значи, огледа у низу ефеката на организам: од убрзавања метаболизма до раста организма и нормалног рада срца и нервног система. Све ово је регулисано преко повратне спреге између хипоталамуса, хипофизе и тиреоиде.

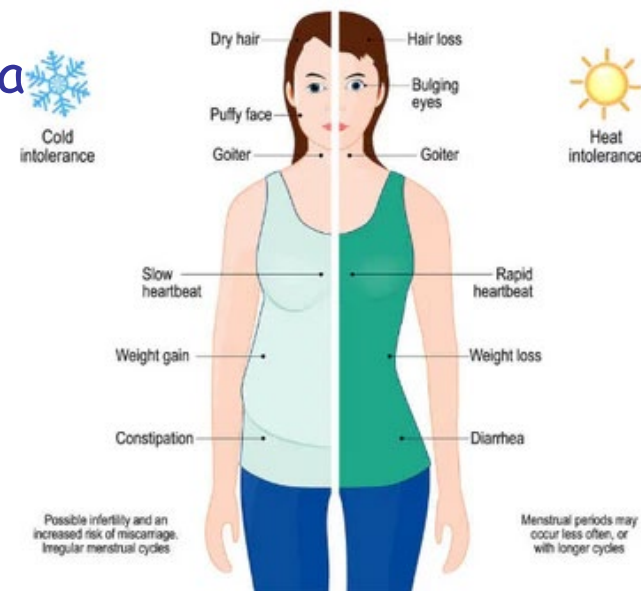
- Осим ових ефеката (преко Т4), штитна жлезда још управља и нивоом калцијума у крви и то преко трећег свог хормона калцитонина. Калцијум је веома присутан елеменат и неопходан је у саставу костију, зуба, затим за контракцију мишића, као и за процес коагулације. **Калцитонин** делује на нивоу костију у којима спречава њихово разлагање и ослобађање Са, а уједно убрзава његово уграђивање у новонастали коштани матрикс. Ако се ниво Са у крви повећа, то је сигнал да штитна жлезда повећа излучивање калцитонина, који онда даље управља нивоом Са.
- Ако функција штитне жлезде искочи из правилног ритма долази или до појачаног лучења тироксина - **хипертироидизам** (честа карактеристична клиничка слика - исколачене очи, а) или до смањеног лучења - **хипотиреоидизам** (честа карактеристична клиничка слика - гуша - струма, б).



Disorder of the thyroid gland

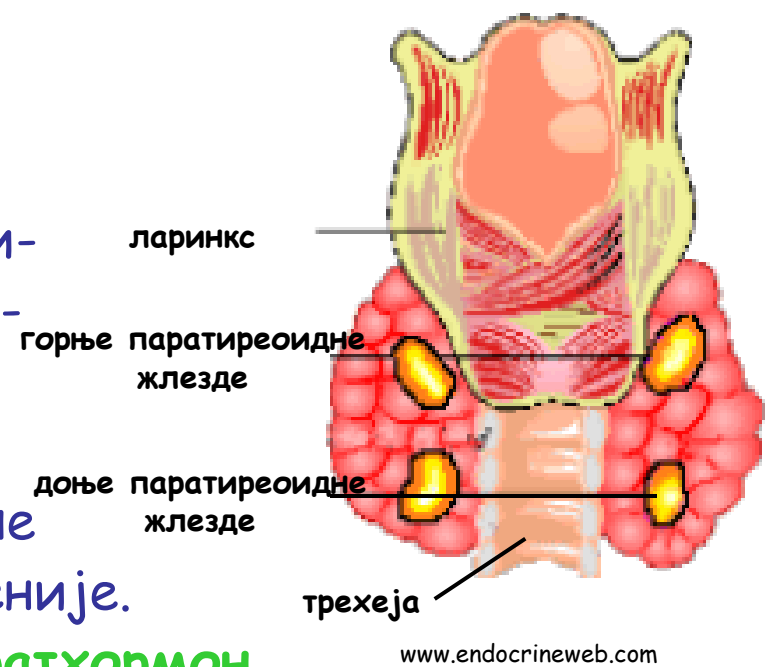
Hypothyroidism

Hyperthyroidism



■ ПАРАТИРЕОИДЕА

- Паратиреоидну жлезду представља скуп од четири (некад и више) жлездице смештене на дорзалном делу штитњаче.
- Жлездице су округласте, тежине око 20-35 mg, и за разлику од фоликуларне грађе тиреоиде, овде су ћелије збијеније.
- Главни продукт ових жлездица је **паратхормон**
 - **паратиреоидни хормон (PTH)** који регулише ниво калцијума у крви и делује антагонистички у односу на калцитонин. Наиме, овај хормон стимулише разлагање костију и ослобађање Ca из њих. Поред тога, утиче на бољу ресорпцију Ca из црева тако што активира витамин Д, као и бољу ресорпцију Ca назад у крв из бубрежних тубула.
- Низак ниво Ca у крви поспешује лучење овог хормона, док га висок ниво инхибира.



■ ТИМУС – грудна жлезда

- Тимус је смештен у предњем медијастинуму, испод стернума. Спада у жлезде са унутрашњим лучењем, али је и место матурације тј. **сазревања Т лимфоцита**, тако да велику улогу има и у имуном систему.
- Активна је само до пубертета и после постепено атрофира, претварајући се у адипозно ткиво. У односу на остатак тела, највећа је по рођењу. Сматра се да тимус делује инхибиторно на развој полних жлезда до пубертета, а уз то синергистички делује са штитном жлездом и хипофизом у стимулацији раста и развоја целог организма, укључујући и психички развој.
- Основни продукт ове жлезде је **ТИМОЗИН**, али она лучи још велики број пептида, хуморалних фактора који имају кључну улогу у формирању нашег имунитета.
- Када у пубертету почињу да се развијају полне жлезде, полни хормони циркулишу у већој концентрацији и доводе до сукцесивне атрофије тимуса.

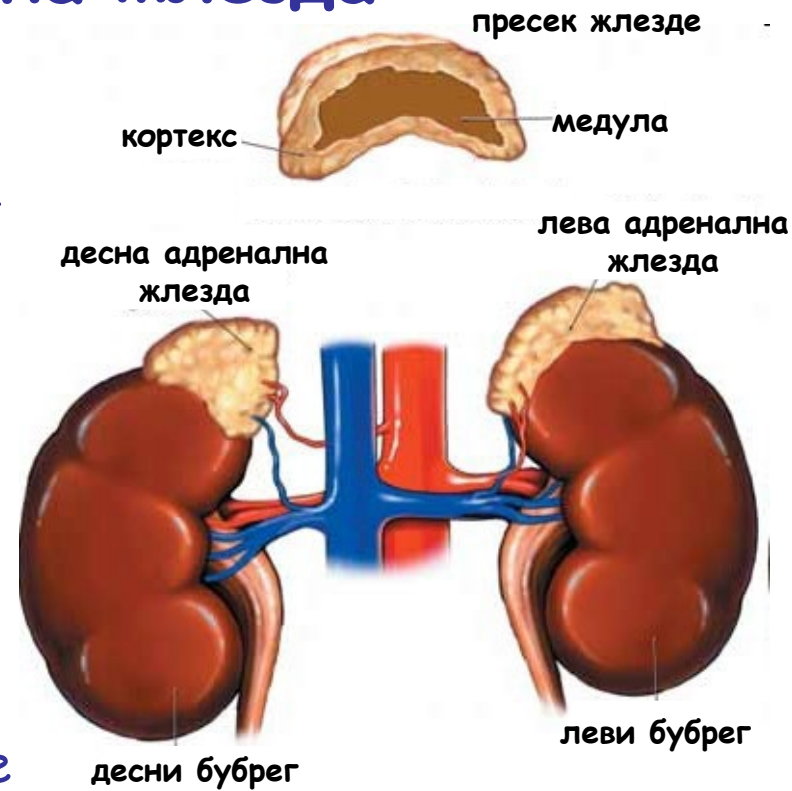


www.life.com/image

тимус

■ АДРЕНАЛНА – надбубрежна жлезда

- Ово је парна жлезда троугластог облика, величине кестена (око 11 g), смештена, попут капе, на горњем делу бубрега.
- Грађена је од два дела:
 - 1) **спољашњи – кортекс**
 - 2) **унутрашњи – медула**
- Сваки од ових делова лучи своје hormone: за кору су карактеристични **кортикостероиди**, а за медулу **хормони стреса**. У кортикостероидне hormone кортекса надбубрега убрајамо:
 - а) **минералокортикоиде** – главни представник **алдостерон**
 - б) **глюкокортикоиде** – главни представници **кортизол, кортизон** и **кортикостерол**
 - в) **17 – кетостероиди** и **гонадокортикоиди** – главни представник су **андрогени** (мушки) и **естрогени** (женски) hormone



www.hutchisoneffect.ca

- У хормоне медуле убрајамо: а) **епинефрин - адреналин**
б) **норепинефрин - норадреналин**
- Хормони коре и медуле ове жлезде делују потпуно одвојено и нема никакве функционалне везе између ова два дела.
- **Минералокортикоиди** регулишу метаболизам минерала (Na, K, Cl) и воде. Доводе до реасорпције натријума а излучивање калијума из бубрежних тубула; потпомажу транспорт натријума у ћелију а калијума изван ње; повећавајући волумен екстрацелуларне течности и крви доводе до хипертензије. 95% деловања из ове групе хормона приписује се алдостерону.
- **Глукокортикоиди** чине 85% свих хормона коре; делују на угљене хидрате тако што повећавају количину шећера у крви и то процесом глуконеогенезе у јетри или пак спречавањем утилизације глукозе од стране ћелија. Осим тога, помаже разлагање беланчевина и тиме повећава концентрацију аминокиселина у крви, док се масти мобилишу да би се искористиле у енергетске сврхе. 95% свих активности из ове групе хормона обавља кортизол.

- Лучење хормона треће групе је релативно мало у односу на претходне две. 17 - кетостероиди учествују у метаболизму протеина, те тако поспешују раст и развој, док гонадокортикоиди утичу на развој секундарних сексуалних карактеристика мушкараца и жена. Главни представник андрогена је тестостерон, а естрогена фоликулин. Међутим, код мушкараца много мању количину тестостерона лучи кора надбубрега него сами тестиси, док је код жена кора једини извор овог хормона који доводе до аксиларне и пубичне маљавости.
- Хормони коре спадају у стероиде и њихово лучење такође је регулисано повратном спрегом са хипофизом (ACTH) и хипоталамусом (CRF). Испољавају синергистичко деловање са хормонима полних жлезда, а антагонистичко са хормонима панкреаса и тиреоиде.
- Поред ових ефеката, кортикостероиди сузбијају алергијска и инфламаторна стања, тако што инхибирају антитела и доводе до слабљења имунитета.

- Хормони медуле надбубрежне жлезде луче се у тренуцима непосредног стреса, када је организам суочен са опасношћу и реакцијом **"бори се или бежи"** (**fight or flight**).
- Подстицај за стрес долази из аутономног нервног система који шаље импулсе у медулу жлезде и доводи до лучења **адреналина** и **норадреналина**. Ови хормони, потом, убрзавају рад срца и фреквенцију дисања, (додатни O_2) повећавају висину глукозе у крви (додатно гориво) и усмеравају крв ка скелетној мускулатури (додатна Е) која покреће тело у стресној ситуацији. За разлику од осталих хормона ови имају веома брзе али и краткотрајне ефекте.
- По хемијској природи спадају у деривате аминокиселина.

■ ПАНКРЕАС – гуштерача

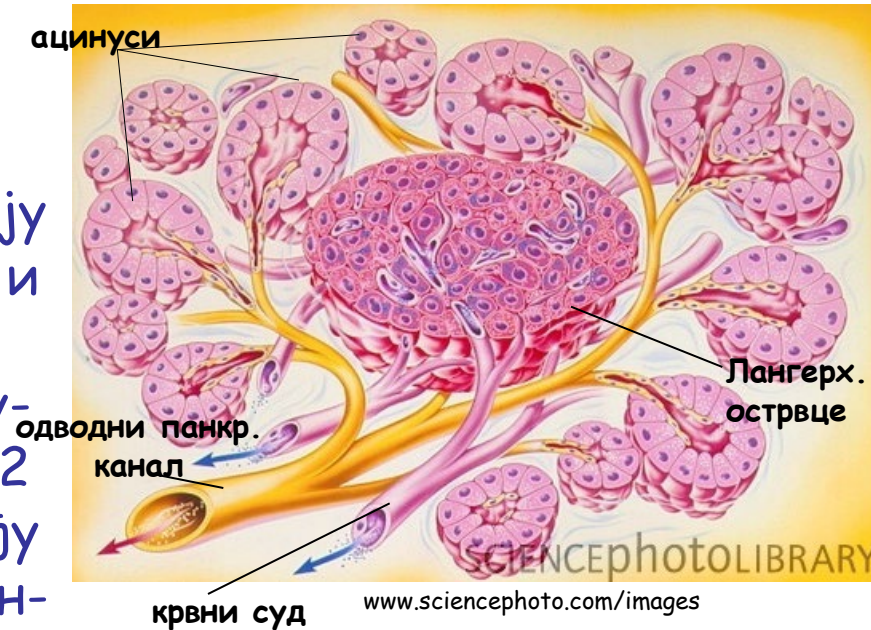
- Ово је жлезда са двојаким функцијом: **егзокрином** и **ендокрином**. Као жлезда са спољашњим лучењем спада у аксесорне жлезде гастроинтестиналног тракта, у који својим изводним каналима, лучи панкреатични сок и тиме потпомаже варење. Егзокрину функцију обављају ацинуси – мале жлездице које чине и до 99% састава панкреаса.

- Ендокрини панкреас чине мале групе ћелија којих има између 1 и 2 милиона и које су разбацане између ацинуса. Ови гроздићи ћелија са ендокрином функцијом означени су као **Лангерхансова острвца**.

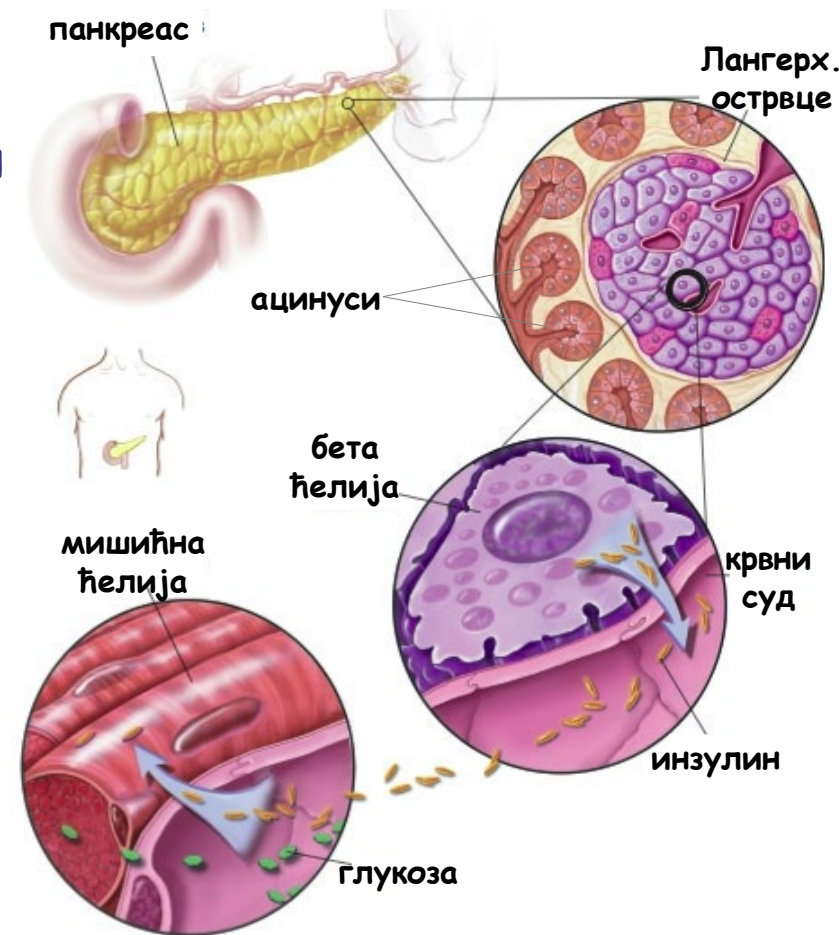
- Ова острвца грађена су од више врста ћелија:

- 1) **алфа (α) ћелије** – луче хормон **глукагон**
- 2) **бета (β) ћелије** – луче хормон **инсулин**
- 3) **делта (δ) ћелије** – луче хормон **соматостатин**

Најбројније су β ћелије које чине и до 60% свих ћелија у Лангерхансовом острвцу, затим следе α са око 20-ак% (остатак чине не само δ ћелије него и непознате ћелије са продуктом панкреатичним полипептидом чија функција није позната).



- **Инсулин** је пептидни хормон, који омогућава транспорт глукозе из крви у ћелије. Такође омогућава њено складиштење, и то стимулацијом синтезе гликогена у јетри и скелетним мишићима, као што подстиче ћелије адипозног ткива да користе глукозу као извор енергије или да је конвертују у масноће.
- Наиме, када се после оброка повећа концентрација глукозе у крви, β ћелије луже инсулин који обара ниво глукозе у крви.
- Мањак инсулина доводи до **хипергликемије** (повишени ниво глукозе у крви), која се испољава у болести **дијабетес мелитус**. Вишак инсулина узрокује стање **хипогликемије** тј. смањене концентрације глукозе у крви, када може доћи до конфузије, тремора и коме.



<http://stemcells.nih.gov>

- Антагонистичко деловање инсулину има **глукагон**. Када је ниска концентрација глукозе у крви, α ћелије панкреаса појачавају лучење овог хормона, који пак стимулише јетру да претвара гликоген у глукозу. Глукоза улази у крвоток и поново се успоставља адекватан ниво глукозе.
- **Соматостатин** је такође пептидни хормон који луче не само δ ћелије панкреаса, него и ћелије црева као и хипоталамуса. Он испољава инхибиторно дејство и спречава ослобађање инсулина и глукагона (као што у аденохипофизи спречава ослобађање соматотропина – хормона раста).
- Стабилан ниво глукозе у крвотоку је од виталне важности за одржавање хомеостазе у организму. Хормони панкреаса обезбеђују телу глукозу, која је гориво и извор енергије, и коју ћелије морају добити да би омогућиле своје нормално функционисање.