

МАТЕМАТИЧКА ГИМНАЗИЈА

Матурски рад из хемије
- Хормони -

Ученик: Миа Вучетић, IVa

Ментор: Ивана Вуковић

Београд, 2025. година

Садржај

1 Увод.....	1
2 Хемијски састав хормона.....	2
2.1 Протеохормони.....	2
2.2 Хормони деривати аминокиселина.....	3
2.3 Стероидни хормони.....	3
3 Ендокрини систем човека.....	4
3.1 Хормони хипоталамуса.....	5
3.1.1 Ослобађајући хормони.....	5
3.1.2 Инхибиторни хормони.....	6
3.2 Хормони хипофизе.....	7
3.2.1 Аденохипофиза.....	7
3.2.2 Неурохипофиза.....	9
3.3 Хормон епифизе.....	9
3.4 Хормони штитне и параштитних жлезда.....	10
3.5 Хормони грудне жлезде.....	12
3.6 Хормони панкреаса.....	12
3.7 Хормони надбубрежне жлезде.....	14
3.7.1 Хормони коре надбубрежне жлезде.....	14
3.7.2 Хормони сржи надбубрежне жлезде.....	15
3.8 Полни хормони.....	16
3.8.1 Мушки полни хормони.....	16
3.8.2 Женски полни хормони.....	17
3.9 Хормони синтетисани у нежлезданим ткивима.....	19
4 Регулација хормонског излучивања.....	21
4.1 Негативна повратна спрега.....	21
4.2 Позитивна повратна спрега.....	21
5 Деловање хормона.....	22
5.1 Унутарћелијски рецептори.....	22
5.2 Мембрански рецептори.....	23
6 Поремећаји лучења хормона.....	24
7 Закључак.....	25
8 Литература.....	26

1 Увод

Реч хормон је настала од грчке речи **ὄρμων**, што значи пробудити или узбудити.

Хормони су органска једињења различите хемијске природе, која делују у малим количинама. Синтетишу их једна или више ћелија, одакле се потом егзоцитозом избацују и путем телесних течности, крви, лимфе или церебро-спиналне течности (ликвора), допремају до циљних ткива и ћелија тела на које делују. Оваква регулација се назива хуморална регулација.

Хормони заједно са нервним системом контролишу рад свих осталих система органа, регулишу метаболизам, имају улогу у одржању сталности хемијског састава (хомеостазе) организма и у регулацији раста и развића, омогућују одговор организма на стрес, трауму, инфекцију, репродукцију, гладовање и слично.

Први откривен хормон је био секретин, кога је открио професор физиологије на Универзитету у Лондону, Ернест Старлинг, у сарадњи са Вилијамом Бејлисом 1902. године.

Три године касније, јуна 1905. године, Ернест Старлинг дефинисао је хормон као хемијског гласника који се брзо креће од ћелије до ћелије путем крвотока и може да координише активности и раст различитих делова ћелија.

Концепт хормона изазвао је огроман интерес у широком спектру истраживачких области, од хемије и молекуларне биологије до епидемиологије. Поред чистог научног напретка, проучавање хормона довело је до огромних користи за људско здравље, друштвени и економски напредак, као што су контрацепција, вештачка оплодња и рекомбинантни људски хормони.

Комуникација између ћелија привлачила је интересовање и научника пре Старлинга. Експериментални рад научника Арнолда Адолфа Бертхолда у Немачкој и Клода Бернарда у Француској средином дванаестог века, успоставио је концепт неке врсте хемијске комуникације између различитих органа у животињама. Касније, неколико лекара је успешно излечило пацијенте дајући им екстракте животињских ендокриних ткива, као што су штитна жлезда, надбубрежне жлезде и панкреас.

Показано је да су хормони присутни код свих вишећелијских организама. Најбоље су проучени хормони кичмењака, посебно сисара, али је показано и да су сви процеси везани за раст, размножавање и развиће бескичмењака регулисани хормонима. Биљке такође стварају своје хормоне тзв. биљне хормоне или фитохроме, који регулишу различите процесе попут раста, развића, репродукције, цветања, респирације и других.

2 Хемијски састав хормона

Хормони по хемијском саставу могу бити полипептидни, односно протеински, деривати аминокиселина или липидни, односно стероидни хормони. Којој групи хормони припадају је битно јер различито делују на ћелије.

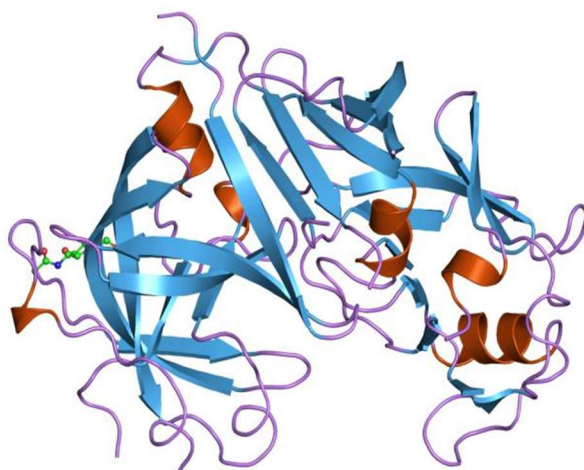
2.1 Протеохормони

Протеохормони су протеинске структуре тј. изграђени су од ланаца аминокиселина. Попут других протеина, пептидни хормони су синтетисани у рибозомима ћелија из аминокиселина на основу информација из иРНК (информационе рибонуклеинске киселине). Прекурсори пептидних хормона се затим трансформишу у неколико корака, најчешће у ендоплазматичном ретикулуму, који обухватају уклањање N-терминалне сигналне секвенце (почетак протеина који има аминокиселину са слободном амино групом) и опционо гликолизацију. Резултат су прохормони. Прохормони се затим егзоцитозом избацују из ћелије секреторним везикулама у крвоток.

Протеински хормони су велики и хидрофилни тј. растварају се у води, па не могу да уђу у циљну ћелију, већ делују преко секундарног гласника.

Протеохормони у нашем организму су: хормони хипоталамуса (сви сем допамина), хормони хипофизе, калцитонин (један од хормона штитне жлезде), паратироидни хормон, хормони панкреаса...

Неки сложенији протеински хормони могу садржати и угљено-хидратне делове и тада се називају гликопротеинским хормонима. Примери таквих хормона су гонадотропни и тиреотропни хормони.

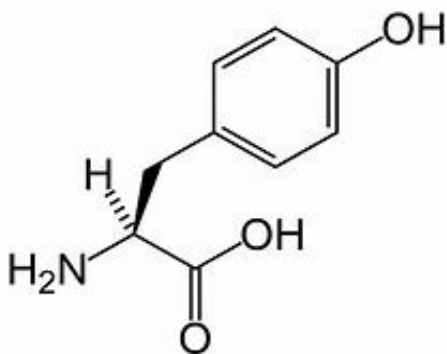


Слика 2.1.1. Ренин

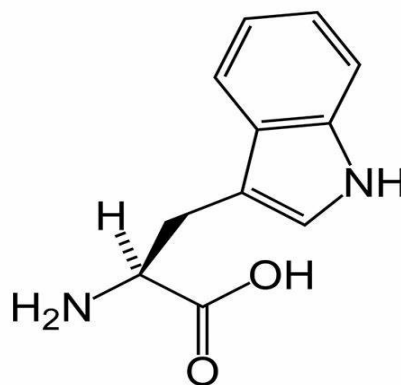
2.2 Хормони деривати аминокиселина

Хормони деривати аминокиселина су као и протеински хормони изграђени од аминокиселина, али за разлику од протеинских који садрже различит број аминокиселина повезаних у низ, хормони деривати аминокиселина настају када се једна конкретна аминокиселина одређеним метаболичким путем измени. Хормони ове врсте су изведени из ароматичних аминокиселина тирозина и триптофана.

Хормони деривати аминокиселина у нашем организму су: хормони штитне жлезде (без калцитонина), хормони сржи надбубрежне жлезде, допамин и мелатонин (хормон епифизе).



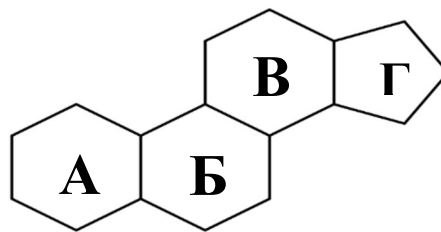
Слика 2.2.1. Тирозин



Слика 2.2.2. Триптофан

2.3 Стероидни хормони

Стероидни хормони су липидне структуре и сви потичу од холестерола. Заједничко свим стероидним хормонима је да имају један заједнички молекул стеран – полициклично једињење које има три шесточлана и један петочлан прстен, док се разликују по бочним групама и ковалентним везама.



Слика 2.3.1 Стеран

Синтеза почиње тако што се ускладиштени естри холестерола из цитоплазме цепају и пребацују у митохондрије, где се даље обрађују.

Могу проћи дифузијом кроз ћелијску мембрану јер је и она липидне структуре. Слабо се растварају у води, па не могу слободно да се крећу кроз крвоток, већ се везују за протеинске носаче.

Стероидни хормони у нашем организму су: хормони коре надбубрежне жлезде и полни хормони.

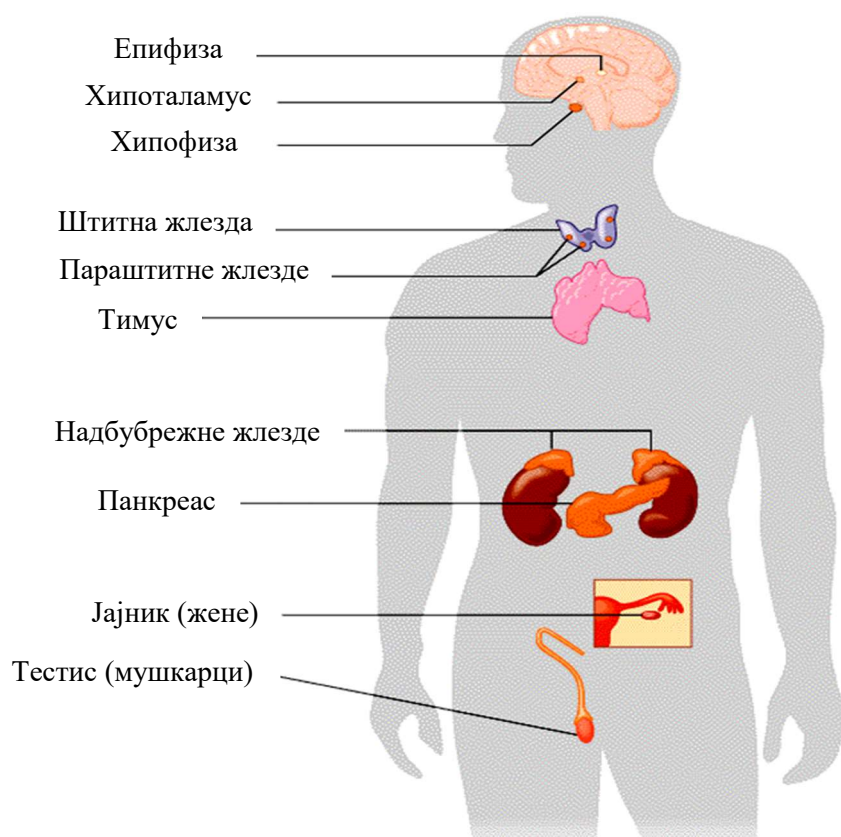
3 Ендокрини систем човека

Ендокрини систем чине све структуре у организму које могу да синтетишу hormone.

Већина хормона код кичмењака се производи у ендокриним жлездама. Ендокрине жлезде у људском организму су: хипофиза, епифиза, штитна жлезда, параштитне жлезде, грудна жлезда или тимус, надбубрежне жлезде, ендокрини панкреас или гуштерача и полне жлезде, јајници и тестиси.

Унутрашње лучење као споредну функцију могу вршити и делови других органа који садрже ендокрине ћелије, као што су бубрези, поједини делови црева, масно ткиво и др.

Неуросекреторне ћелије су нервне ћелије које могу да праве hormone. Типичан пример неуросекреторних ћелија су ћелије хипоталамуса.



Слика 3.1. Ендокрине жлезде човека

Све ендокрине жлезде, као што је већ поменуто, раде координисано са нервним системом. Главни контролни центар су хипоталамус и хипофиза, који се налазе у мозгу и повезани су функционално и анатомски.

3.1 Хормони хипоталамуса

Хипоталамус је заједно са таламусом и епиталамусом део међумозга и смештен је на поду треће коморе мозга. Од њега полази танка дршка, која га повезује са хипофизом.

Хипоталамус одржава комплетну хомеостазу организма, захваљујући утицају који има на ендокрини систем и аутономни односно вегетативни нервни систем. Још неке од функција које има су терморегулација, регулација потребе за храном, узимања течности и емотивног понашања.

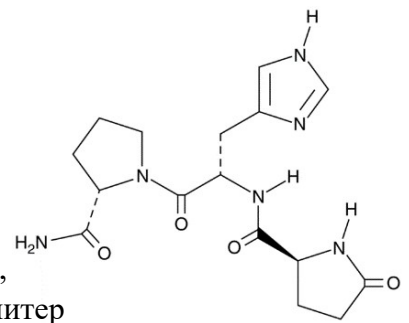
Хипоталамус преко неурона добија информације о стању у унутрашњој и спољашњој средини. У зависности од пристиглих информација, у хипоталамусу се стварају хормони који утичу на рад хипофизе, прецизно предњег режња.

У зависности од тога да ли утичу на стимулацију или инхибицију лучења хормона хипофизе, хормони хипоталамуса могу бити:

3.1.1 Ослобађајући хормони

➤ Тиреотропни ослобађајући хормон (TRH)

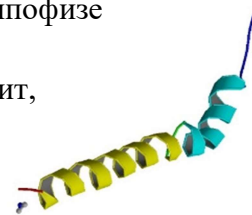
- делује на ослобађање тиреотропног хормона хипофизе
- инхибирају га хормони штитне жлезде
- изграђен је од три аминокиселине
- први хипоталамусни хормон чија је структура утврђена
- може се наћи и у кори великог мозга, кичменој мождини, панкреасу и другим местима, где служи као неуротрансмитер



Слика 3.1.1. Структура TRH

➤ Кортикотропни ослобађајући хормон (CRH)

- делује на ослобађање адренкортикотропног хормона хипофизе
- садржи 41 повезану аминокиселину
- учествује у одговору организма на стрес: потискује апетит, повећава осећај анксиозности и повећава пажњу
- пored хипоталамуса, лучи се и у постелици
- нагли скок у крви индукује почетак порођаја



Слика 3.1.2. Структура CRH

➤ Гонадотропни ослобађајући хормон (GnRH)

- подстиче лучење фоликулостимулирајућег и лутеинизирајућег хормона
- активност је повећана у току ембрионалног развића, опада по рођењу под дејством хормона плаценте, затим поново расте у првим месецима живота ради развијања полних органа, веома низак током детињства
- поново се активира у пубертету, веома битан за репродуктивну функцију
- код мушкараца се лучи у импулсима на константним фреквенцијама, док код жена варира током менструалног циклуса
- изграђен је од 10 аминокиселина

- Соматотропни ослобађајући хормон (GHRH)
 - ослобађајући хормон за хормон раста
 - 44 аминокиселине дуг полипептидни хормон
 - супротан је соматостатину
- Ослобађајући фактор за пролактин (PRF)
 - хипотетички хормон, још увек се не зна да ли постоји, али се претпоставља јер постоје хормони који утичу на смањено лучење пролактина
- Ослобађајући фактор за меланотропин (MSHRF)
 - стимулише лучење меланостимулирајућег хормона

3.1.2 Инхибиторни хормони

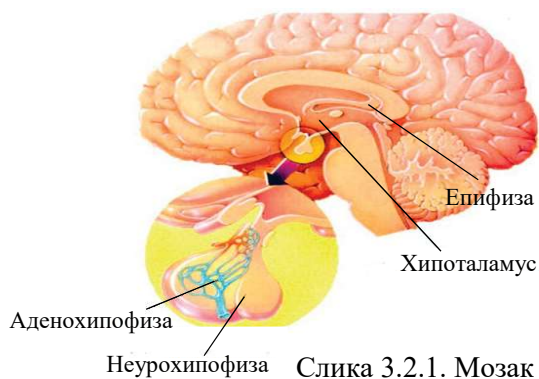
- Инхибиторни фактор за хормон раста – соматостатин (GHRH)
 - шаље информације за престанак лучења соматотропина односно хормона раста, инсулина, глукагона и још неких хормона система за варење
 - постоји у две форме: од 14 и од 28 аминокиселина
- Инхибиторни хормон за пролактин – пролактостатин, допамин (PRIF)
 - хормон који утиче на престанак лучења пролактина
 - такође је и неуротрансмитер с великим бројем других функција: прима и преноси осећаје задовољства, задужен за мотивацију, учење и слично
 - једини хормон хипоталамуса да је дериват аминокиселине и то тирозина
- Инхибиторни фактор за меланотропин – меланостатин (MSHRIF)
 - изведен из дела хормона окситоцина
 - делује на меланостимулирајући хормон

Неки хормони хипоталамуса делују појединачно, док неки делују у пару тако што један делује стимулишуће, док други делује инхибирајуће на лучење хормона хипофизе.

Термин фактор користи се за хипоталамусне материје још увек непознате структуре, док се супстанце са утврђеним хемијским саставом називају хормони.

Сви хипоталамусни хормони којима је позната структура су протеински, изузев допамина.

Хипоталамус прави још два хормона: вазопресин и окситоцин, који се путем неурона пребацују у задњи режим хипофизе, где се складиште и чекају сигнал да се отпусте.



Слика 3.2.1. Мозак

3.2 Хормони хипофизе

Хипофиза је мала ендокрина жлезда која се налази у подножју мозга, непосредно испод хипоталамуса са којим је повезана преко дршке.

Слабо је инервисана, па доминантно зависи од хормона који доспевају циркулацијом и регулишу њену функцију.

Сви хормони хипофизе су под контролом хипоталамуса, а они даље контролишу рад других ендокриних жлезда, раст јединке, метаболизам, крвни притисак, као и неке делове трудноће, порођаја, продукције млека, концентрације воде и минерала у крви...

Састоји се из два режња: предњег режња који зовемо аденохипофиза и задњег режња ког зовемо неурохипофиза. Режњи су и различитог ембрионалног порекла: аденохипофиза потиче од ћелија епитела ждрела, док неурохипофиза настаје од нервног ткива хипоталамуса.

3.2.1 Аденохипофиза

Сваки хормон аденохипофизе има свој ослобађајући хормон који потиче и путем крви долази из хипоталамуса, док неки имају и свој инхибиторни хормон. Ослобађајући хормони утичу на повећање излучивања хормона хипофизе, док инхибиторни хормони утичу на смањивање лучења.

Хормони који се синтетишу у аденохипофизи могу утицати на рад других ендокриних жлезди, подстичући њихову активност (тропни хормони), или директно деловати на ћелије које остварују своју функцију.

➤ Тропни хормони

- тиреотропни хормон (TSH)
- адренокортикотропни хормон (ACTH)
- гонадотропни хормони (FSH и LH)

Тиреотропни хормон делује на штитну жлезду тако што стимулише лучење њених хормона тироксина и тријодтиронина. Његово лучење је индуковано тиреотропним ослобађајућим хормоном хипоталамуса, а инхибирано хормоном хипоталамуса соматостатином и великим концентрацијама тироксина и тријодтиронина. То је гликопротеин састављен из два ланца од 92 и 118 аминокиселина.

Адренокортикотропни хормон делује на надбубрежне жлезде тако да кора надбубрежне жлезде лучи своје хормоне: кортикостероиде и у мањој мери полне хормоне. Лучење овог хормона је омогућено кортикотропним ослобађајућим хормоном, док велика количина хормона коре надбубрежне жлезде инхибира лучење овог хормона. То је полипептид од 39 аминокиселина.

Гонадотропни хормони су фоликулостимулирајући и лутеинизирајући хормон. Њихово лучење је омогућено лучењем гонадотропног ослобађајућег хормона хипоталамуса и они регулишу рад полних жлезда, јајника и тестиса.

- Фоликулостимулирајући хормон (FSH) код жена стимулише развој фоликула (мале везикуле) око јајне ћелије и сазревање саме ћелије, док код мушкараца подстиче сперматогенезу.
- Лутеинизирајући хормон (LH) код жена омогућује пуцање фоликула што иницира избацивање јајне ћелије у јајовод односно овулацију и подстиче жуто тело да лучи прогестерон, док код мушкараца подстиче развој тестиса и лучење тестостерона.

Лучење ових хормона је веома слабо до девете или десете године када почиње постепено да расте и то означава почетак пубертета. Код жена је продукција ових хормона у складу са оваријалним и менструалним циклусом, за разлику од мушкараца код којих је углавном константна.

У току друге половине оваријалног циклуса, повећано лучење полних хормона, прогестерона и естрадиола, преко деловања хипоталамуса инхибира лучење ових хормона. При крају циклуса, све слабије лучење ових хормона поништава инхибицију и поново почиње да полако расте ниво фоликулостимулирајућег хормона. Фоликул током сазревања лучи естроген који изазива пораст лутеинизирајућег хормона и његов нагли пораст означава почетак овулације.

Код мушкараца ови хормони се инхибирају с порастом лучења тестостерона.

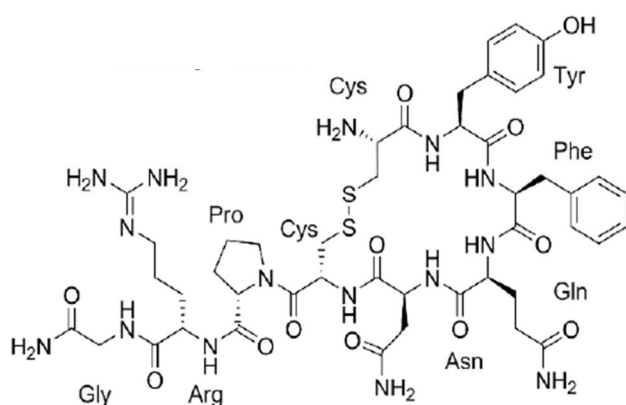
Оба хормона су гликопротеини састављени од два полипептидна ланца са бочним угљенохидратним групама. Први ланац је исти код оба хормона, као и код тиреотропног хормона, од 92 аминокиселине, док се други разликује и даје хормону специфичну биолошку активност. Други ланац фоликулостимулирајућег хормона има 118 аминокиселина, а лутеинизирајућег 121 аминокиселину.

- Хормон раста – соматотропин (GH) подстиче раст и продукцију ћелија делујући на коштану, хрскавичаву, масно и мишићно ткиво, утиче на метаболизам повећавајући ниво глукозе у крви, липолизу и синтезу протеина. Његово лучење је контролисано деловањем ослобађајућег хормона раста и инхибиторног хормона, односно соматостатина. Састоји се од једног полипептидног ланца дугог 191 аминокиселину и у структури поседује две сулфидне везе.
- Пролактин делује на развој млечних жлезди и стимулише производњу млека. Осим у хипофизи, производи се још и у постелици, материци и млечним жлездама као припрема за дојење. Лучење пролактина инхибира допамин, док се још увек не зна да ли постоји хормон хипоталамуса који стимулише лучење. Нагли пад естрогена и прогестерона после порођаја омогућавају повећано лучење овог хормона. Пролактин је полипептид од 198 аминокиселина и садржи три сулфидне везе.
- Меланостимулирајући хормон (MSH) утиче на пигментацију коже тако што подстиче продукцију меланина у кожи, што помаже у заштити од УВ-зрачења. Постоје различити облици хормона, α -MSH, β -MSH и γ -MSH, али сви су протеински и имају исти прекурсор који је заједнички и адреналокортикотропном хормону.

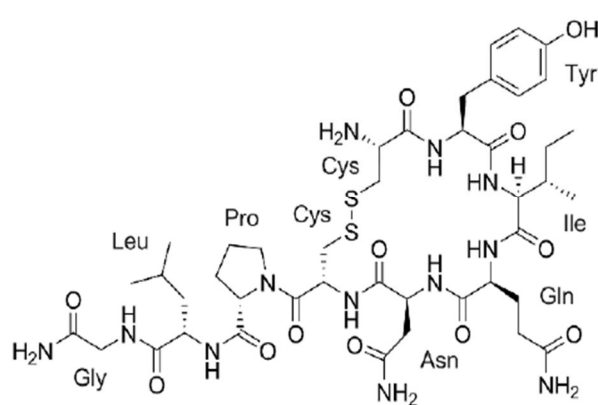
3.2.2 Неурохипофиза

Неурохипофиза остварује везу са хипоталамусом преко нервних влакана чија су тела смештена у хипоталамусу. У неурохипофизи се не производе хормони, већ се складиште и луче два хормона која се произведу у хипоталамусу. То су окситоцин и вазопресин.

- Окситоцин је главни хормон при порођају. Он доводи до контракције мишића у зиду материце током порођаја и заједно са пролактином потпомаже лактацију тако што контракује мишиће око млечних жлезди дојке и тиме изазива истицање млека. Познат је и као хормон љубави и среће јер омогућава осећаје задовољства, нежности и привржености. То је полипептид од девет аминокиселина.
- Вазопресин или антидиуретички хормон (ADH) регулише количину воде у крви издвајајући воду из урина у бубрежним каналићима и враћајући је у циркулацију. Такође повећава крвни притисак тако што утиче на сужавање крвних судова. Полипептидни је хормон такође састављен од девет аминокиселина.



Слика 3.2.2. Вазопресин

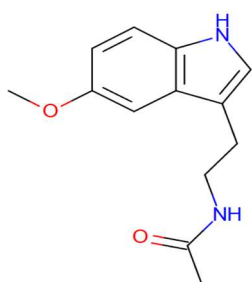


Слика 3.2.3. Окситоцин

3.3 Хормон епифизе

Епифиза или пинеална жлезда је ендокрина жлезда смештена у међумозгу, прецизније у задњем делу епиталамуса. Њен облик подсећа на шишарку, по чему је и добила име.

Епифиза лучи хормон мелатонин који регулише циркардијални ритам, односно будност и спавање. Секреција мелатонина је највећа у току ноћи, опада пред зору и најмања је у току дана. Лучење мелатонина током ноћи омогућава дуго и мирно спавање, самим тим и регенерацију организма. Има улогу и у пигментацији тела и почетку полног сазревања.



Слика 3.2.4. Мелатонин

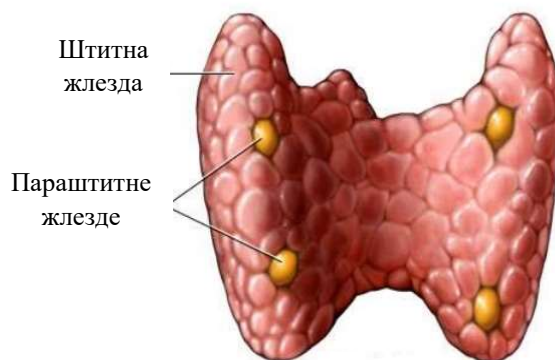
Сигнали из мрежњаче ока регулишу секрецију овог хормона. За пренос сигнала и његову обраду задужена су одређена једра хипоталамуса. Плаво светло таласне дужине између 460 и 480 нанометара инхибира синтезу мелатонина. Хемијским реакцијама у организму од аминокиселине триптофан прво се добије серотонин, који даље учествује у реакцијама све док се не добије мелатонин.

3.4 Хормони штитне и параштитних жлезда

Штитна или тироидна жлезда је ендокрина жлезда облика штита у пределу врата непосредно испод гркљана, а испред и са страна душника. Састоји се од левог и десног режња.

Хормони које лучи штитна жлезда су тироксин, тријодтиронин и калцитонин.

Тироксин, или другим речима тетрајодтиронин (Т4) и тријодтиронин (Т3) су веома сличне структуре, оба хормона деривати аминокиселине тирозин са 4, односно 3 атома јода у свом саставу.

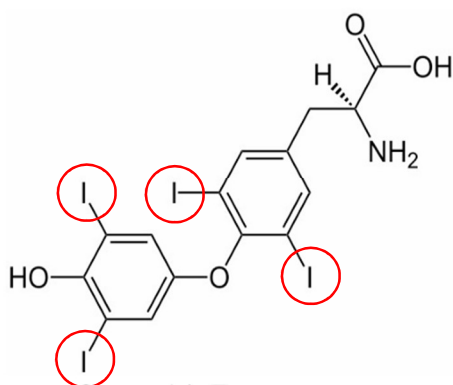


Слика 3.4.1. Задња страна штитне жлезде

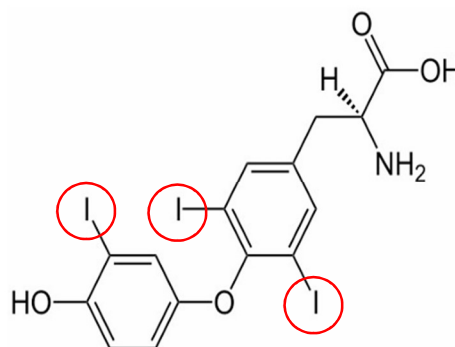
Стимулативни ефекат на лучење ових хормона има тиреотропни хормон хипофизе, чије лучење је под контролом тиреотропног ослобађајућег хормона хипоталамуса. За синтезу ових хормона неопходан је и јод којег је потребно унети исхраном. Када је ниво Т4 и Т3 у крви висок, инхибира се лучење хормона хипофизе и хипоталамуса и самим тим штитна жлезда престаје са лучењем. Када им ниво опадне поново се почиње са лучењем.

Ова два хормона утичу на брзину метаболизма, синтезу протеина и на раст и развој код деце, утичући тако на све ћелије и све органе у нашем организму.

Тироксин је примарни хормон који лучи штитна жлезда јер има дужи полуживот од тријодтиронина. Иако се овај хормон највише производи, нема велики утицај на наш метаболизам. Тријодтиронин се лучи мање од тирокина, али има много већи ефекат на метаболизам. Када тироксин доспе у крвоток, може се конвертовати у тријодтиронин процесом дејонизације и тако бити ефикаснији.



Слика 3.4.2. Тироксин



Слика 3.4.3. Тријодтиронин

Штитна жлезда у малим количинама лучи и реверзни тријодтиронин (rT3). Он већим делом настаје дејонизацијом унутрашњег прстена тирокина и није биолошки активан. У случају померања ове дејонизације може се фаворизовати стварање rT3 у односу на Т3 и тако настати поремећај њихове функције.

Калцитонин је полипептидни хормон изграђен од 32 аминокиселине. Његова структура се састоји од једног алфа хеликса.

Регулише ниво калцијумових јона у крви тако што га снижава. Када је концентрација калцијума већа од оптималне, калцитонин делује на кости које уграђују калцијум у себе, чиме утиче на правилан развој скелетног система.

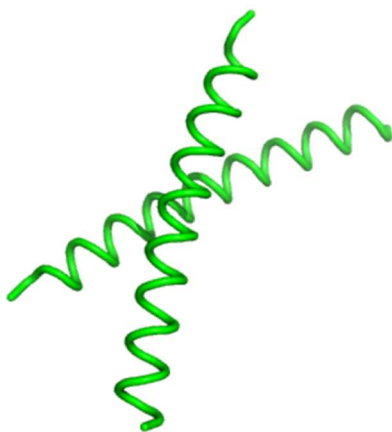


Слика 3.4.4. Калцитонин

Параштитне или паратироидне жлезде су мале ендокрине жлезде са задње стране штитне жлезде. Код људи обично постоје четири жлезде, две горње и две доње.

Параштитна жлезда лучи паратхормон који има антагонистичко деловање у односу на калцитонин. У случају ниске концентрације калцијума у крви, паратхормон је повећава тако што делује на кости и извлачи калцијум из њих. Такође, подстиче синтезу витамина D који је неопходан за апсорпцију калцијума.

Полипептидни је хормон састављен од 84 аминокиселине. Кристализује се као незнатно повијен, дугачки, хеликсни димер и ова конформација је активан облик хормона.



Слика 3.4.5. Паратхормон

3.5 Хормони грудне жлезде

Грудна жлезда или тимус се налази иза грудне кости у горњем делу грудног коша, има леви и десни режањ.

Представља део имуног система с обзиром на то да се у њој стварају одређене врсте леукоцита. Примарна функција тимуса је производња и сазревање Т-лимфоцита. То су бела крвна зрнца одговорна за борбу против инфекција. Такође, грудна жлезда спречава прерани улазак у пубертет.

Тимус има и улогу у ендокрином систему, производи низ хормона:

- Тимозин и тимулин индукују диференцијацију Т-лимфоцита.
- Тимпоетин повећава производњу Т-лимфоцита и стимулира одређене хормоне хипофизе.
- Тимусни хуморални фактор (TNF) повећава имунолошки одговор на вирусе.

Грудна жлезда је велика код деце, али се смањује после пубертета. Како особа стари, жлезда се смањује и полако замењује масним ткивом, али не нестаје у потпуности.

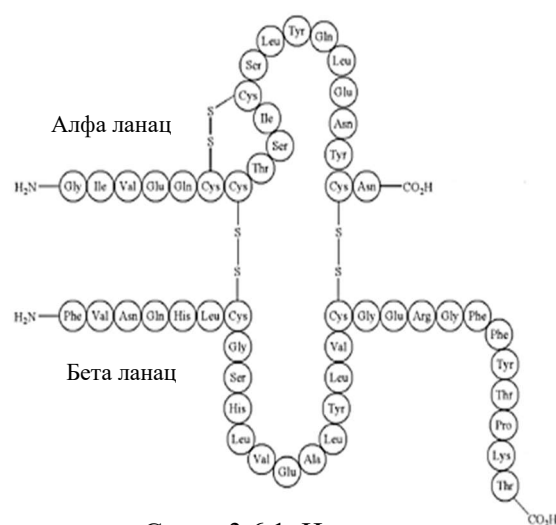
3.6 Хормони панкреаса

Панкреас је велика жлезда у задњем делу стомака која је и егзокрина и ендокрина. Егзокрини део панкреаса потпомаже варење тако што производи сокове за варење пуне ензима за разградњу хране коју уносимо. Ендокрини део панкреаса лучи хормоне који који су неопходни за правилно функционисање организма. Најбитнији хормони панкреаса су: инсулин, глюкагон, соматостатин и панкреасни полипептид.

Инсулин је хормон који производе бета-ћелије панкреаса и он регулише ниво глукозе у крви. Бета ћелије су осетљиве на ниво глукозе у крви и када је он висок луче инсулин, док у супротном, када је концентрација глукозе ниска, инхибира се лучење.

Лучење инсулина снижава ниво глукозе у крви тако што омогућује пролазак глукозе кроз ћелијску мембрану и стимулише гликогенезу и липогенезу, односно превођење глукозе у гликоген и масти и њихово складиштење, али и разградњу глукозе за добијање енергије. Такође, има улогу у кочењу разградње липида и подстицању синтезе протеина.

Инсулин је полипептидни хормон састављен од два ланца. Алфа ланац садржи 21 аминокиселину, а бета 30 аминокиселина и међусобно су повезани дисулфидним везама, док се једна дисулфидна веза налази и унутар алфа ланца.

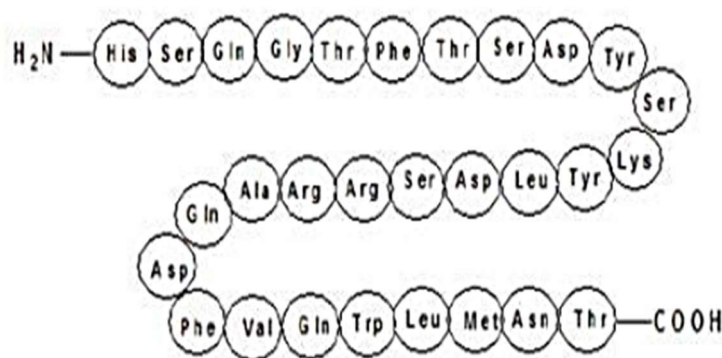


Слика 3.6.1. Инсулин

Глукагон је хормон који заједно са инсулином одржава ниво глукозе у крви. Има супротно дејство од њега, јер за разлику од инсулина, глукагон повећава ниво глукозе у крви тако што стимулише гликогенолизу тј. превођење гликогена у глукозу и глуконеогенезу што је синтетисање глукозе од аминокиселина из крви. Такође, глукагон утиче на разградњу масти и протеина ради добијања енергије.

Производе га алфа-ћелије панкреаса и лучи се када је концентрација глукозе у крви испод оптималне. Повећање глукозе у крви доводи до инхибиције овог хормона.

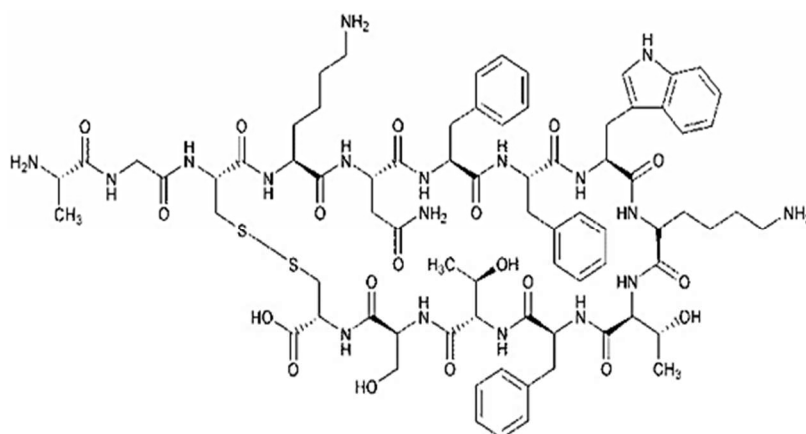
Полипептидни је хормон који је сачињен од једног ланца дугог 29 аминокиселина.



Слика 3.6.2. Глукагон

Соматостатин је хормон који се лучи и у хипоталамусу и у панкреасу. Док соматостатин из хипоталамуса инхибира лучење хормона раста у хипофизи, соматостатин из панкреаса има улогу у инхибицији лучења инсулина и глукагона, као и многих других хормона. Синтетишу га делта-ћелије панкреаса.

То је полипептидни хормон изграђен од 14 аминокиселина и у ланцу има једну дисулфидну везу. Постоји и просоматостатин који је биолошки активан и састоји се од 28 аминокиселина, а оба су продукти обраде препросоматостатина.



Слика 3.6.3. Соматостатин

Панкреасни полипептид учествује у регулацији панкреасних екзокриних и ендокриних лучења. Има улогу и у контролисању апетита, лучи се после јела ради спречавања даљег уноса хране, а може се лучити и у случају гладовања.

3.7 Хормони надбубрежне жлезде

Надбубрежне жлезде су парне жлезде троугластог облика које се налазе са горње стране бубрега. Жуте су боје због великог садржаја холестерола. Свака надбубрежна жлезда се састоји из спољашњег дела тј. коре и унутрашњег дела или сржи и оба дела жлезде луче хормоне. Делови жлезда се разликују по структури, функцији и пореклу.



Слика 3.7.1. Бубрези

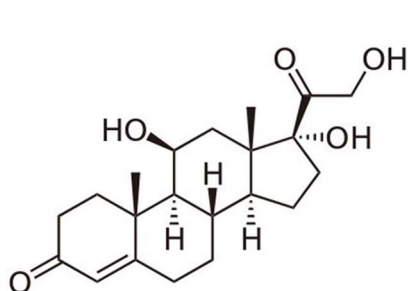
3.7.1 Хормони коре надбубрежне жлезде

Кора надбубрежне жлезде, под директним утицајем адренотропног хормона хипофизе и индиректним утицајем кортикотропног ослобађајућег хормона хипоталамуса, лучи хормоне стероидне структуре – кортикостероиде (глюкокортикоиде и минералокортикоиде) и полне хормоне.

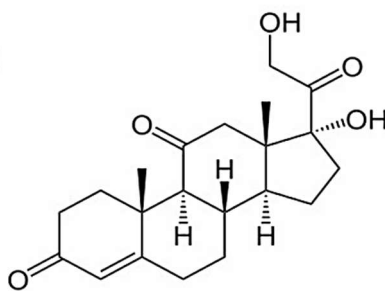
Полни хормони који се производе у кори надбубрежне жлезде (тестостерон, естрон и прогестерон) се производе у знатно мањим количинама у односу на полне жлезде. У оба пола се луче и мушки и женски полни хормони.

Глукокортикоиди су хормони који учествују у регулацији метаболизма угљених хидрата, протеина и нуклеинских киселина. Најбитнији глукокортикоид је кортизол, а поред њега битни су још кортизон и кортикостерон.

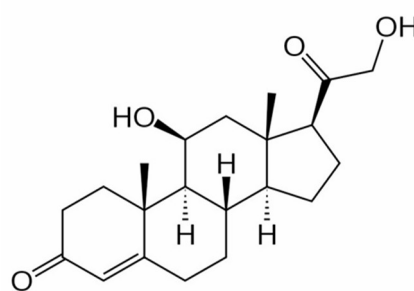
- Кортизол регулише ниво глукозе у крви тако што док глюкагон поспешује разградњу гликогена, што може и кортизол, он најчешће стимулише глуконеогенезу тј. синтезу глукозе из неугљенохидратних извора, претежно протеина, што доводи до смањења мишићне масе. Учествује у одговору организма на стрес и у имунолошкој реакцији, као и одржавању дневно-ноћне ритмике. Највеће концентрације кортизола су ујутру, што доводи до буђења.
- Кортизон такође учествује у одговору организма на стрес.
- Кортикостерон учествује у регулацији коришћења енергије, одговору организма на стрес, имунолошким реакцијама, али и у регулацији воде и електролита, па спада и у минералокортикоиде.



Слика 3.7.1.1. Кортизол



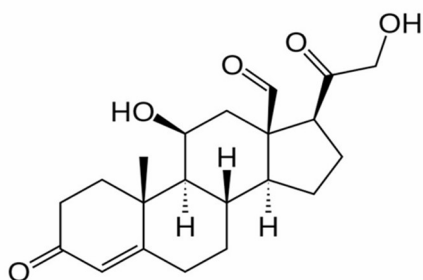
Слика 3.7.1.2. Кортизон



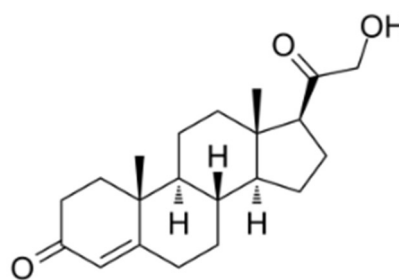
Слика 3.7.1.3. Кортикостерон

Минералокортикоиди утичу на равнотежу јона (Na^+ , K^+ , Cl^-) у телесним течностима. Најбитнији минералокортикоиди су алдостерон и дезоксикортикостерон.

- Алдостерон примарно делује на натријум тако што стимулише реапсорпцију натријумових јона из бубрежних каналића у крв и на калијум тако што поспешује избацивање његових јона кроз урин. На излучивање алдостерона утиче хормон који се ствара у бубрегу – ренин, услед промене концентрације јона. Утиче и на задржавање воде у организму заједно са вазопресином.
- Дезоксикортикостерон је кортикостероид најпростије структуре. Има улогу у одржавању баланса воде и соли, али примарно служи као прекурсор за алдостерон.



Слика 3.7.1.4. Алдостерон

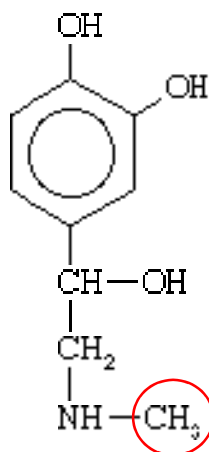


Слика 3.7.1.5. Дезоксикортикостерон

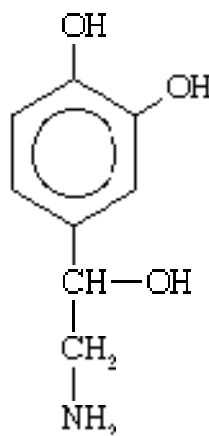
3.7.2 Хормони сржи надбубрежне жлезде

Најбитнији хормони сржи надбубрежне жлезде су адреналин (епинефрин) и норадреналин (норепинефрин), који су по саставу деривати аминокиселина. Ови хормони могу настати и у неуронима и тада имају улогу неуротрансмitera. Адреналин се чешће јавља као хормон, док је норадреналин чешћи као неуротрансмитер.

Током синтезе ових хормона, редослед реакција које катализују ензими у сржи надбубрежне жлезде почиње трансформацијом аминокиселине тирозин у дихидроксифенилаланин, који затим формира допамин. Допамин се потом хидроксилише (додавање OH^- групе) да би се формирао норадреналин. Ако се даље норадреналин метилује (додавање CH_3^- групе), добија се адреналин.



Слика 3.7.2.1. Адреналин



Слика 3.7.2.2. Норадреналин

Спадају у хормоне стреса јер се услед стресне ситуације или физичке активности луче у великим количинама. Део су симпатичког нервног система. Ови хормони убрзавају срчани ритам и дисање, сужавају крвне судове, повећавају концентрацију глукозе у крви разградњом гликогена, шире зенице, а успоравају системе за варење, излучивање, репродукцију...

3.8 Полни хормони

Полни (сексуални) хормони човека се синтетишу у његовим полним жлездама - гонадама, и то тестисима и јајницима у зависности од пола. Мања количина полних хормона се синтетише у кори надбубрежних жлезди. Полне жлезде човека су парне структуре и имају егзокрину и ендокрину функцију. Егзокрина функција полних жлезди је да производе полне ћелије и избацују их у спољашњу средину, а ендокрина продукција хормона. Сви полни хормони су стероидни.

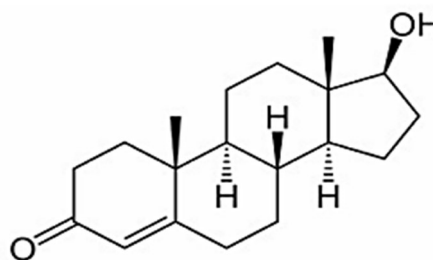
Лучење полних хормона је под контролом гонадотропних хормона хипофизе, фоликулостимулирајућег и лутеинизирајућег хормона, и гонадотропног ослобађајућег хормона хипоталамуса. Полни хормони су одговорни за испољавање примарних и секундарних полних карактеристика и од великог су значаја за репродукцију. Разликујемо мушке и женске полне хормоне.

3.8.1 Мушки полни хормони

Тестиси (семеници) представљају парне полне жлезде које луче полне ћелије (сперматозоиде) и мушке полне хормоне. Они се још синтетишу у надбубрежној жлезди. Иако их има и код жена, код мушкараца су присутнији у знатно већим количинама.

Мушки полни хормони се једним именом зову андрогени. Најважнији андрогени су тестостерон, дихидротестостерон, андростерон и андростендион.

Тестостерон је најважнији мушки хормон. Утиче на развој семеника и сазревање сперматозоида (примарних полних карактеристика) и на дубину гласа, маљавост, раст бркова и браде, повећање мишићне масе, сексуални нагон и др. (секундарних полних карактеристика). Претежно се производи у Лајдиговим ћелијама тестиса, а у мањој количини у надбубрежним жлездама. Лутеинизирајући хормон хипофизе делује на Лајдигове ћелије да луче овај хормон, док фоликулостимулирајући хормон делује на Сертолијеве ћелије које утичу на задржавање тестостерона у семеним каналићима, чиме се појачава ефекат на сперматогенезу.



Слика 3.8.1.1. Тестостерон

Дихидротестостерон (DHT) је биолошки активнији хормон од тестостерона и добија се из њега. Примарна функција му је развој мушких полних органа током ембрионалног развоја, затим развој простате током пубертета и раст длака на лицу и телу.

Андростерон је по структури засићени стероидни кето-алкохол и слабије активан од тестостерона. Нема неки биолошки значај сем тога што је прекурсор за тестостерон.

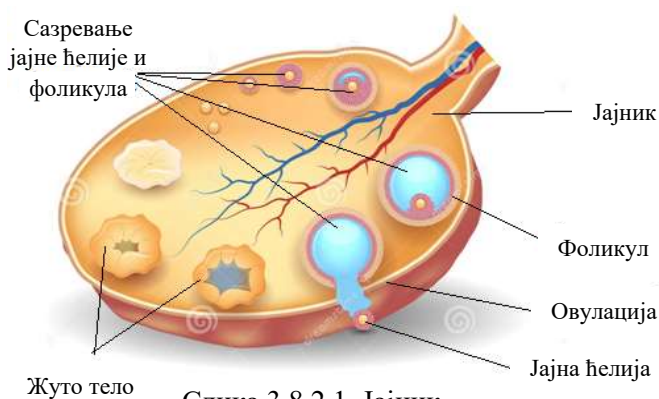
Андростендион је хормон који је главни прекурсор андрогених хормона, највише тестостерона, али и женских полних хормона попут естрона. Производи се и у тестисима и у надбубрежној жлезди.

3.8.2 Женски полни хормони

Примарна синтеза женских полних хормона се дешава у јајницима тј. оваријумима. То су парне гонаде и поред лучења хормона, задужене су за стварање јајних ћелија. Овалног су облика, смештени са обе стране материце, у карличној дупљи. Мања количина ових хормона се лучи у надбубрежној жлезди, заједно с мушким полним хормонима. Има их и код мушкараца, где потпомажу регулацију сперматогенезе и здравља костију.

- Најважније две групе женских полних хормона су естрогени и гестагени хормони.

На почетку женског репродуктивног циклуса је низак ниво хормона. Хипофиза под контролом гонадотропног ослобађајућег хормона лучи фоликулостимулирајући хормон који омогућава стварање фоликула око јајних ћелија. Фоликуларне ћелије луче естроген који је највише заступљен у првој половини репродуктивног циклуса жене. Од фоликула који су започели сазревање, само ће један достићи зрелост, док остали пропадају. Графов фоликул наставља да лучи велике количине естрогена, који у овом делу циклуса има задатак да обнови слузокожу материце.



Слика 3.8.2.1. Јајник

Непосредно пред овулацију повећава се концентрација лутеинизирајућег хормона у крви, што доводи до пуцања фоликула и из њега се ослобађа јајна ћелија. Остатак фоликула се под дејством лутеинизирајућег хормона претвара у жуто тело (лат. *corpus luteum*). Жуто тело лучи велику количину хормона, нарочито гестагених хормона, прогестерона, у другој половини циклуса. Прогестерон стимулише задебљавање унутрашњег зида материце, што је припрема за оплођење.

Ако не дође до оплођења, жуто тело пропада и престаје лучење хормона. Смањена концентрација хормона је сигнал за хипофизу да опет започне лучење хормона, што означава почетак новог циклуса. У случају да дође до оплођења, лучење прогестерона се наставља у жутом телу прва три месеца, а после се производи у плаценти тј. постељици. То је главни хормон за одржавање трудноће.

- Естрогени хормони настају у јајницима, у ћелијама Графовог фоликула који обавија јајну ћелију и одговорни су за контролу менструалног и оваријалног циклуса, као и развој примарних и секундарних полних карактеристика.

- Примарне полне карактеристике су развој полних органа и стварање полних ћелија, док су секундарне боја гласа, развој груди, млечних жлезди, кукова и маљавост.

- Естрогени такође позитивно утичу на кости, снижавају реапсорпцију костију и код девојчица у пубертету појачавају линеаран раст костију.

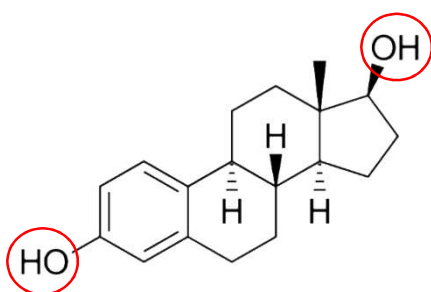
- Разликују се од осталих стероидних хормона по томе што садрже један ароматичан прстен и изводе се из засићеног угљоводоника естрана.

- Код човека су најзаступљенији естрадиол, естрон и естриол.

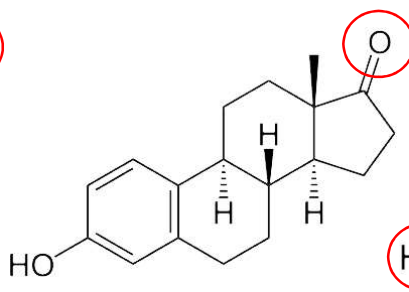
Естрадиол (E2) је по физиолошком дејству најјачи естроген. Доминантан је облик естрогена у репродуктивном периоду код жена. Развој примарних и секундарних полних карактеристика је под регулацијом овог хормона, такође подстиче ослобађање лутеинизирајућег хормона који изазива овулацију. Настаје претежно у оваријумима.

Естрон (E1) је прво изоловано једињење из групе естрогених хормона и први је познати полни хормон. Претежно настаје конверзијом андрогена у масном ткиву и надбубрежним жлездама. Код жена у постменопаузи, када јајници више не производе значајне количине естрогена, естрон постаје примарни извор естрогенске активности.

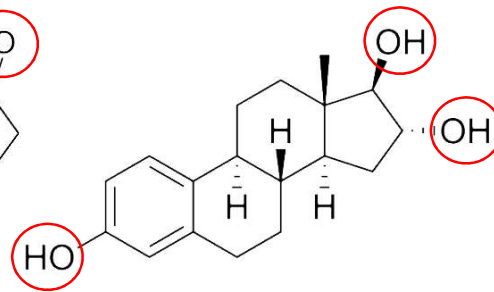
Естриол (E3) је најслабији естрогени хормон. Он се највише ствара током трудноће, када плацента производи велике количине овог хормона. Код жена које нису трудне, његови нивои су врло ниски. Подржава развој материце и повећава проток крви кроз материцу током трудноће, утиче на раст и припрему млечних жлезда за лактацију и побољшава еластичност коже и слузокоже.



Слика 3.8.2.2. Естрадиол



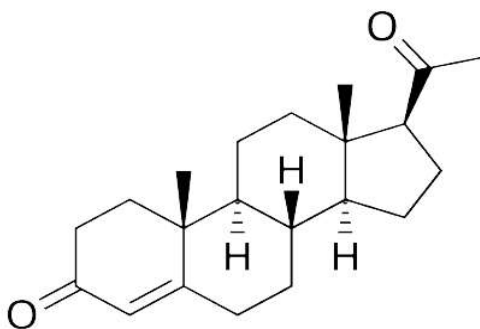
Слика 3.8.2.3. Естрон



Слика 3.8.2.4. Естриол

- Гестагени хормони су женски полни хормони који настају у жутом телу јајника након овулације и у плаценти током трудноће.
- Они играју кључну улогу у припреми и одржавању трудноће, као и у менструалном циклусу и ембрионалном развоју.
- Прогестерон је примарни природни гестагени хормон.

Прогестерон почиње да се лучи након овулације и припрема унутрашњи слој материце за могућу имплантацију оплођене јајне ћелије. Без прогестерона, трудноћа се не би могла одржати. Током трудноће плацента постаје главни извор прогестерона и он спречава контракције мишића материце, подржава развој плаценте и млечних жлезда и смањује имуни одговор како би се спречило одбацивање ембриона. Ако не дође до оплођења, нивои прогестерона падају, што доводи до менструалног крварења и почетка новог циклуса.



Слика 3.8.2.5. Прогестерон

3.9 Хормони синтетисани у нежлезданим ткивима

Хормони, поред ендокриних жлезда, могу бити синтетисани и ван њих, у различитим ткивима и органима. Често делују паракрино (локално) и аутокрино (на места где су синтетисани), а неки имају и ендокрино деловање. Они имају важне улоге у регулацији физиолошких процеса у организму као што су равнотежа течности, апетит, крвни притисак, варење и метаболизам.

➤ Еритропоетин

Еритропоетин је гликопротеински хормон који примарно производе бубрези, мањи део у јетри, нарочито код фетуса, и има кључну улогу у стварању црвених крвних зрнаца (еритроцита). Када дође до пада нивоа кисеоника у крви, бубрези луче еритропоетин, који затим делује на коштану срж и стимулише продукцију еритроцита, чиме се повећава капацитет крви за транспорт кисеоника.

➤ Ренин

Ренин се производи у ћелијама бубрега и по својим особинама је и ензим и хормон. Чешће се спомиње као ензим јер иако има свој рецептор и прохормон, има и ензимску активност – хидролизује ангиотензиноген до ангиотензина. Ослобађа се када организам детектује снижен крвни притисак и смањен ниво натријума у крви.

Делује преко сложеног система који се зове ренин-ангиотензин-алдостеронски систем и покреће низ реакција.

1. Ренин делује на протеин ангиотензиноген (из јетре) и претвара га у ангиотензин I.
2. Ангиотензин I се претвара у ангиотензин II под дејством ензима.
3. Активација ангиотензина II повећава крвни притисак и спречава излучивање воде из организма.

➤ Ангиотензин

Ангиотензиноген је протеин који се примарно синтетише у јетри. Он представља неактивни прекурсор из кога, под утицајем ензима ренина, настају активни облици ангиотензина.

Ангиотензин I настаје цепањем ангиотензиногена и сам по себи нема значајно дејство.

Ангиотензин II је биолошки активан и настаје из ангиотензина I под дејством ангиотензин-конвертујућег ензима, највише у плућима. Главни је ефекторски молекул ренин-ангиотензин-алдостеронског система. Он сужава крвне судове и тако подиже крвни притисак, стимулише ослобађање алдостерона из коре надбубрежних жлезда, чиме се задржавају вода и минералне материје у бубрезима, подстиче осећај жеђи и стимулише лучење антидиуретичког хормона - вазопресина који подстиче реапсорпцију воде у бубрезима.

➤ Лептин

Лептин је протеински хормон који луче ћелије белог масног ткива и ниво лептина у крви пропорционалан је количини складиштене масти, што више масног ткива, више и лептина. Главна функција му је регулација апетита и енергетске равнотеже. Зове се и „хормон ситости“ јер шаље сигнале хипоталамусу да смањи апетит и повећа потрошњу енергије јер постоји довољно енергетских резерви у телу. Такође утиче на репродуктивну функцију (телу је потребан минималан ниво масти за овулацију и менструацију), имунитет (антиинфламаторно дејство) и метаболизам (подстиче липолизу).

➤ Адипонектин

Адипонектин је протеински хормон који луче адипоцити тј. масне ћелије. За разлику од лептина, ниво адипонектина је обрнуто пропорционалан количини масног ткива – што више масти, то мање адипонектина у крви. Он игра важну улогу у регулацији метаболизма глукозе и липида (повећава сагоревање масти у мишићима и јетри), као и у побољшању инсулинске осетљивости, тако што олакшава улазак глукозе у ћелије. Такође, има антиинфламаторне и антиатерогене ефекте, смањује продукцију инфламаторних цитокина и спречава стварање атеросклеротичних плакова на крвним судовима.

➤ Гастрин

Гастрин је пептидни хормон који се лучи првенствено у желуцу, али и у панкреасу и дванаестопалачном цреву у малим количинама. Лучење гастрин је стимулисано присуством протеина и аминокиселина у желуцу, што је и најјачи стимуланс, као и ширењем зидова желуца, док је инхибирано ниским рН вредностима. Његова главна функција је стимулација лучења желудачне киселине (хлороводоничне киселине - HCl) и ензима пепсина тј. одржавање нормалне функције варења.

➤ Секретин

Секретин је први откривен хормон. Луче га ћелије дванаестопалачног црева као одговор на ниске рН вредности. Секретин стимулише лучење базне компоненте панкреасног сока, који неутралише хлороводоничну киселину доспелу из желуца, и производњу жучи у јетри, која помаже разградњу масти. Полипептидне је структуре.

➤ Холецистокинин

Холецистокинин је полипептидни хормон који се лучи у дванаестопалачном цреву због присуства масти. Функције холецистокинина су стимулисање контракције жучне кесе и подстицање лучења панкреасних ензима који разлажу масти, угљене хидрате и протеине. Холецистокинин такође делује као неуропептид у централном нервном систему, где има улогу у регулацију ситости и анксиозности. Његово дејство је координисано са секретином, али је он више усмерен на варење масти, док је секретин усмерен на неутрализацију желудачне киселине.

4 Регулација хормонског излучивања

Процес синтезе хормона није униформан и континуиран, већ је динамички процес у коме се ниво стимулишућег хормона одржава у физиолошким границама. У супротном, повећано или смањено лучење неког хормона може имати веома штетне ефекте.

Хормони хипоталамуса се луче на основу нервних импулса и они утичу на лучење хормона хипофизе. Хипофиза даље лучи тропне хормоне који делују на друге ендокрине жлезде да луче своје хормоне који изазивају одређене физиолошке ефекте у организму. У одсуству хормона хипофизе и хипоталамуса, циљне жлезде нису у могућности да одрже нормалан ниво секреције.

Стварање највећег броја хормона регулисано је директно или индиректно метаболичком активношћу самог хормона. Ова регулација се остварује преко система повратне спреге. Повратна спрега може бити негативна и позитивна повратна спрега.

4.1 Негативна повратна спрега

Негативна повратна спрега је када повећање концентрације хормона А доводи до смањења или престанка лучења хормона Б. Смањење лучења хормона се одвија или директно, долазећи до неког физиолошког процеса, или индиректно преко тропних хормона.

Пример негативне повратне спреге је када повећање концентрације хормона тироксина и тријодтиронина доводи до престанка лучења тиреотропног хормона хипофизе и тиреотропног ослобађајућег хормона хипоталамуса.

Ово је основни механизам контроле секреције хормона и може деловати самостално, без деловања позитивне повратне спреге.

4.2 Позитивна повратна спрега

Позитивна повратна спрега је када повећање концентрације хормона А изазива повећање концентрације хормона Б. Примери позитивне повратне спреге су доста ређи од примера негативне и она не може деловати самостално тј. мора постојати и негативна спрега у том процесу да би се у неком тренутку зауставио.

Пример позитивне повратне спреге је када тропни хормони подстичу лучење хормона жлезди на које делују.

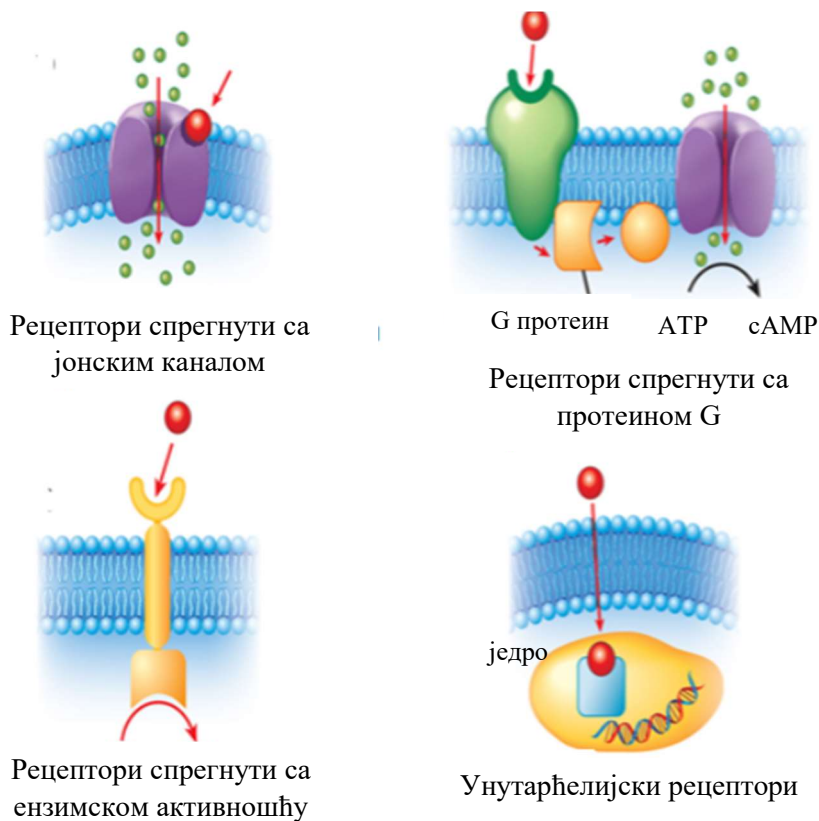
5 Деловање хормона

Хормони путем крви доспевају до свих ћелија у организму, али он делује само на одређене ћелије и ткива који представљају његове циљане ћелије. То је омогућено присуством специфичних рецептора, за које се може везати само један одређени хормон и преко којих се дешавају даље реакције у ћелији. Рецептори су по грађи протеини и могу бити на ћелијској мембрани или у цитоплазми или једру ћелије.

5.1 Унутарћелијски рецептори

Стероидни хормони који су липидне грађе, као и деривати аминокиселина који иако нису липофилни, јесу мали молекули, могу несметано да прођу кроз ћелијску мембрану. Ови рецептори се могу налазити у цитоплазми и у једру ћелије.

Унутарћелијски рецептори су везани са протеином који делује инхибиторно тј. спречава да рецептор поприми облик у коме је активан. Када се хормон веже за рецептор долази до промене облика, односно конформације рецептора. Ова промена доводи до одвајања инхибиторног протеина. Међутим, да би се рецептор активирао, неопходно је да се за њега веже активирајући протеин и тек тада рецептор стиже конформацију која му је неопходна да би био активан. Комплекс који се састоји од унутрашњег рецептора и за њега везаног активирајућег протеина прелази у једро и везује се за тачно одређене низове у молекулу ДНК. На тај начин се мења експресија одређених гена у ћелији.



Слика 5.1. Подела рецептора

5.2 Мембрански рецептори

Протеински хормони су велики и липофобни молекули тј. нерастворни у липидима, па се везују за рецепторе на површини мембране ћелије. Ови рецептори се још зову и трансмембрански јер се простиру дуж целе мембране и имају део и на спољашњој страни ћелије и унутрашњој. Мембрански рецептори су, према механизму како се даље преноси сигнал у унутрашњости ћелије, подељени у три групе.

➤ Рецептори спрегнути са протеином G се тако називају јер је протеин G први који се активира после везивања хормона за рецептор и служи за даље преношење сигнала у ћелији. Протеин G се састоји од три субјединице – α , β и γ . За α -субјединицу је везан молекул GDP (гуанозин дифосфат). Када се хормон веже за рецептор, активирани рецептор се судара са протеином G, што доводи до његове активације. Као последица судара, α -субјединица отпушта GDP, а за ослобођено место на њој се везује GTP (гуанозин трифосфат) из цитоплазме. Везивање GTP-а за α -субјединицу доводи до њеног одвајања од остатка протеина G и она се транспортује до ефекторног протеина, везује се за њега и на тај начин га активира. Ефекторни протеин је ензим који, када се активира, почиње са производњом секундарног гласника. Секундарни гласник утиче на промену у функционисању ћелије. Код многих рецептора овог типа, ефекторни протеин је ензим аденил-циклаза, који ствара циклични аденозин-монофосфат (сАМР) од АТР-а. Као секундарни гласник сАМР преноси даље сигнал тако што активира више ензима у ћелији, а такође активира и факторе транскрипције.

Пример хормона који делује преко овог типа рецептора је глукагон.

➤ Рецептори спрегнути са јонским каналом су трансмембрански протеини који у себи имају јонске канале. Када се сигнални молекул веже за овај рецептор, долази до отварања канала за одређени јон (сваки јон има своје специфичне канале). Пошто је лиганд друго име за сигнални молекул, овакви рецептори су уједно и лиганд-зависни јонски канали. Називају се тако јер отвореност канала зависи од везивања лиганда. Улазак или излазак јона доводи до промене мембранског потенцијала, што може да проузрокује настанак електричног сигнала, а у сваком случају мења активност ћелије.

➤ Рецептори спрегнути са ензимском активношћу имају унутарћелијски део који функционише као ензим, најчешће као тирозин-киназа. То значи да приликом везивања хормона за овакав рецептор долази до његове активације, што доводи до фосфорилације унутарћелијских протеина на тирозинским остацима. На крају преноса сигнала, у унутрашњости ћелије долази до настајања или активирања транскрипционих фактора који делују на одређене гене и мењају њихову експресију.

У ову групу спадају рецептори за хормон инсулин.

6 Поремећаји лучења хормона

Многа патолошка стања су последица хормонских поремећаја. Таква стања могу настати због недостатка или због претераног лучења хормона, као и због отпорности ћелија на деловање хормона.

➤ Патуљаста раст је поремећај изазван смањеним лучењем хормона раста у детињству. Особе са патуљастим растом су ниже од просека (углавном до 140 cm код жена и 147 cm код мушкараца), али углавном имају сразмерно тело.

➤ Гигантизам настаје када се лучи превише хормона раста у детињству. Обојели су прекомерне висине (могу достићи чак 220-230 cm висине), али пропорционалног тела.

➤ Акромегалија је, као и гигантизам, изазвана лучењем превише хормона раста, само у одраслом периоду. Код особа са овим поремећајем не долази до промене висине, већ се повећавају периферни делови тела попут шака, стопала, вилица, носа и ушију.

➤ Хиперпролактинемија је чест ендокрини поремећај изазван прекомерним лучењем пролактина. Значајан је узрок неплодности код мушкараца и жена, импотенције код мушкараца и нерегуларног менструалног циклуса код жена.

➤ Кушингова болест је појачано лучење кортизола. Симптоми су централна гојазност, депресија, појава хиперпигментација, танка и ломљива кожа, акне, хипертензија, мишићна слабост, анксиозност, остеопороза...

➤ Адисонова болест је недостатак све три групе хормона коре надбубрежне жлезде. Код обојелих често долази до хиперпигментације коже и слузокоже, опште слабости, брзог замарања, сниженог крвног притиска, губитка апетита, повраћања, осећаја жеђи и потребе за сољу и болова и грчева у мишићима и зглобовима.

➤ Конов синдром се карактерише екцесивном продукцијом алдостерона. Услед овог синдрома дешава се прекомерно задржавање натријума и избацивање калијума из организма. Често се јавља хипертензија и мишићна слабост.

➤ Хипотиреоидизам је болест која настаје смањеним лучењем хормона штитне жлезде. Симптоми који се јављају су: умор, смањење концентрације, низак крвни притисак, успорен рад срца, успорен метаболизам, натечен врат, висок холестерол...

➤ Хипертиреоидизам (Базедовљева болест) настаје повећаним лучењем хормона штитне жлезде. Штитна жлезда обично буде увећана, особе су нервозне, смањене пажње, раздражљиве, убрзан им је метаболизам, губе на тежини, повећано се зноје, осећају слабост у мишићима и исколачене су им очне јабучице.

➤ Рахитис настаје смањеним нивоом калцијума у крви, кости су мекане и лако се деформишу. Болест настаје поремећеним лучењем калцитонина и паратхормона.

➤ Дијабетес типа 1 је облик дијабетеса који се јавља код младих, то је инсулин-зависни облик и код особа са овим поремећајем пропадају ћелије панкреаса, па самим тим не могу да производе инсулин.

➤ Дијабетес типа 2 се јавља касније у животу и резултат је нездравих животних навика. Потребно је вештачки уносити инсулин да би снижавао ниво глукозе у крви.

➤ Инсулинска резистенција је када су ћелије резистентне на инсулин.

➤ Синдром полицистичних јајника је када је повишено лучење лутеинизирајућег и андрогених хормона, а смањено фоликулостимулирајућег. Долази до одсуства овулације и нередовног менструалног циклуса.

7 Закључак

Хормони представљају једну од најсложенијих и најфасцинантнијих тема у хемији, биологији и медицини. Они су хемијске супстанце које се луче у крвоток и делују на циљне ћелије и органе, утичући на широк спектар функција - од раста, развоја, метаболизма, равнотеже електролита до расположења, репродукције и понашања. Без хормона, живот какав познајемо не би био могућ.

Током рада на овој теми, увидела сам колико су хормони значајни за сваки аспект живота, од тренутка зачећа, па све до старости. Чак и мале промене у њиховим концентрацијама могу довести до озбиљних поремећаја, па је јасно да је разумевање њихове улоге кључно не само за лекаре и научнике, већ и за сваког појединца.

С обзиром на све то, веома је важно да будемо што боље упућени у деловање хормона. Често се деси да људи не препознају симптоме хормонских поремећаја, приписујући их умору, стресу или старењу, док заправо иза тих симптома може стајати хормонска неравнотежа. Разумевање основних функција хормона може помоћи у правовременом препознавању проблема и тражењу медицинске помоћи.

Занимљиво је колико проучавање хормона повезује различите научне дисциплине. Хемија нам објашњава структуру и хемијске реакције које хормони покрећу, биологија нам даје увид у механизме деловања на нивоу ћелија и ткива, док медицина омогућава разумевање клиничког значаја хормона и развија терапије за њихове поремећаје. Ова међусобна повезаност нам показује да ниједна научна грана не функционише изоловано и да је управо мултидисциплинаран приступ кључан за развој науке.

Иако су хормони предмет проучавања већ деценијама, научници још увек нису открили све о њима. Сваке године се откривају нови хормони, нове функције већ познатих хормона, као и сложена деловања тих хормона. На пример, откривено је да хормони не делују само на циљне органе, већ и утичу међусобно једни на друге, стварајући мрежу међузависних сигнала која омогућава регулацију свих процеса у организму.

Закључно, хормони су много више од сигналних молекула, они су основ живота свих живих бића јер омогућују организму да функционише као целина, прилагођава се променама, расте и размножава се. Радећи овај рад, научила сам доста тога о хормонима, али и схватила колико су сви процеси у нашем организму сложени и међусобно повезани. Људски организам представља врхунац сложености у природи, надмашујући по својој организацији и функционалности чак и најкомплексније неживе системе које је човек икада створио или проучавао.

8 Литература

1. Драган Цветановић, Ивана Лазаревић, *Уџбеник за трећи разред природно-математичког смера*, Klett, 2023.
2. Марија Стојанов, *Лабораторијска ендокринологија*, 2004.
3. Стеван Лајшић, Бојана Грујић-Ињац *Хемија природних производа*, 1998.
4. <https://www.britannica.com/> мај 2025.
5. <https://www.wikipedia.org/> мај 2025.
6. <https://www.nlm.nih.gov/> мај 2025.
7. <https://www.enciklopedija.hr/> мај 2025.
8. <https://my.clevelandclinic.org/> мај 2025.
9. <https://www.stetoskop.info/> мај 2025.
10. <https://www.lekarinfo.com/> мај 2025.