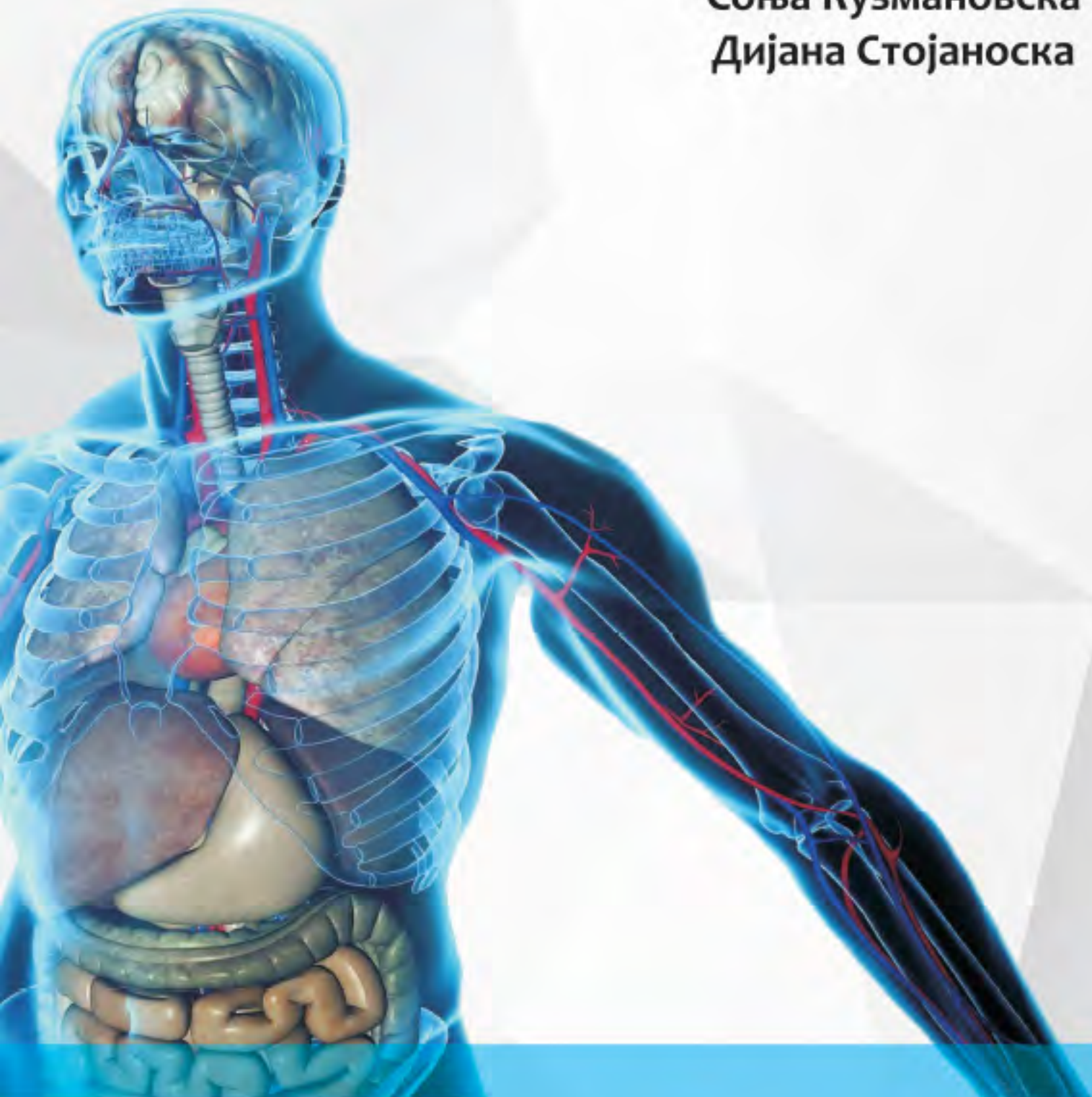


Соња Кузмановска
Дијана Стојаноска



АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА

за III година

техничар за козметичка нега и убавина

Анатомија и физиологија

за III година Техничар за козметичка нега и убавина

струка/сектор Лични услуги

АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА

за III година Техничар за козметичка нега и убавина
струка/сектор Лични услуги

Автори:

Соња Кузмановска
Дијана Стојаноска

Рецензенти:

Вера Радојкова Николовска
Јагода Јордановска
Лидија Андоновска

Лектор:

Виолета Јовановска

Стручна редакција:

Неше Салих

Уредник:

Неше Салих

Дизајн на корица:

Лазо Јовчески

Издавач: Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија,
ул. „Св. Кирил и Методиј“ бр. 54, 1000 Скопје

Графичко и техничко уредување: Ели Василевска Илиевска – APC СТУДИО

Место и година на издавање: Скопје, 2024 година

Со Одлука за одобрување и употреба на учебник по предметот Анатомија и физиологија за III година, сектор/струка Лични услуги за квалификација/образовен профил Техничар за козметичка нега и убавина бр.26-2652/1 од 06.12.2023 год., донесена од Националната комисија за учебници.

Предговор

Учебникот *Анатомија и физиологија за III (трета) година, образование од струката Лични услуги/сектор Лични услуги, за образовни профили/квалификации Техничар за козметичка нега и убавина* е наменет за ученици во средното стручно образование со четиригодишно траење, застапен со 2 часа неделно. Изготвен е според наставна програма од Центар за стручно образование и обука при Министерството за образование и наука на Република Северна Македонија.

Учебникот е целосно посветен на анатомската градба на човекот со што е постигната и целта на наставната програма со познавање на функционалната организација на човечкото тело. Опишана е градбата и функцијата на органите и нивната меѓусебна поврзаност со објаснување на механизмот на работа на секој орган, поврзување на нервниот и ендокриниот систем со другите органи, практикување навики за користење различни извори на знаење како и користење стручна литература и терминологија. Со овие цели учениците ќе бидат оспособени да објаснат местоположба, градба и функција на органите во органските системи, да набројуваат и идентификуваат органи и објаснуваат физиолошко дејство. Обработени се 9 модуларни единици и тоа: Анатомско-функционална организација на човечко тело, Анатомија и физиологија на локомоторен систем, Анатомија и физиологија на кардиоваскуларен систем крв и лимфа, Анатомија и физиологија на респираторен систем, Анатомија и физиологија на дигестивен систем, Анатомија и физиологија на уринарен систем, Анатомија и физиологија на репродуктивен систем, Анатомија и физиологија на ендокрин систем и Анатомија и физиологија на нервен и сетилен систем. На крајот од модуларните единици се понудени и прашања за проверка на знаењето. Учебникот е во корелација со Биологија, Биохемија, Физика, Хемија и др.

При пишување на учебникот е користена обемна литература од домашни и странски автори од областа на анатомијата и физиологијата, како и интересни слики и табели, водејќи при тоа сметка содржините да се адаптираат на возраста на учениците. Најважен мотив за пишување на учебникот беше тоа што предметот се изучува долги години без соодветен учебник, оставајќи ги професорите сами да се снаоѓаат за истиот.

Ќе ни биде чест и задоволство ако со него сме ја постигнале целта.

Од авторите

Анатомија и физиологија за III година

Содржина:

	Вовед	4
Модуларна единица 1	Анатомско-функционална организација на човековото тело	5-15
	1.1 Органи и органски системи во човечкиот организам	6
	1.2 Градба и функција на клетка	8
	1.3 Ткиво и видови ткива	11
	1.4 Делови на човечко тело	14
Модуларна единица 2	Анатомија и физиологија на локомоторен систем	16–35
	2.1 Градба, поделба и функции на коски	17
	2.2 Скелет на главата	18
	2.3 Скелет на трупот и екстремитетите	20
	2.3.1 Скелет на граден кош	21
	2.3.2 Скелет на горни екстремитети	21
	2.3.3 Скелет на долни екстремитети	22
	2.4 Систем на зглобови и врски	23
	2.5 Градба поделба и функција на мускули	24
	2.6 Мускули на глава и врат	28
	2.7 Мускули на градниот кош, стомакот, грбот и екстремитетите	29
	2.7.1 Мускули на градниот кош	30
	2.7.2 мускули на грбот	31
	2.7.3 Мускули на раменски појас и горни екстремитети	31
	2.7.4 Мускули на карличен појас и долни екстремитети	33
Модуларна единица 3	Анатомија и физиологија на кардиоваскуларен систем, крв и лимфа	36–56
	3.1 Градба и функција на срце	37
	3.2 Срцев циклус	38
	3.3 Морфологија на крвни садови	40
	3.3.1 Белодробен-мал крвоток	41
	3.3.2 Телесен-голем крвоток	42
	3.4 Крвен притисок и пулс	42
	3.5 Состав, физичко-хемиски особини и функции на крвта	45
	3.6 Крвни групи и Rh-фактор	49
	3.7 Лимфен систем	52
Модуларна единица 4	Анатомија и физиологија на респираторен систем	57–65
	4.1 Анатомија на органите за дишење	58
	4.2 Горни дишни патишта	58
	4.3 Долни дишни патишта	59
	4.4 Физиологија на дишење	61
Модуларна единица 5	Анатомија и физиологија на дигестивен систем	66–80
	5.1 Анатомија на органите за варење	67
	5.2 Анатомска градба и функција на органите за варење	67
	5.3 Жлезди кои учествуваат во процесот на варење на храна	75
Модуларна единица 6	Анатомија и физиологија на уринарен систем	81–93
	6.1 Анатомија на органите во уринарниот систем	82
	6.1.1 Бубрег	83
	6.1.2 Уринарни патишта	85

Анатомија и физиологија за III година

	6.1.3 Нефрон	86
	6.2 Создавање на примарна и секундарна урина	88
	6.3 Функција на бубрег	90
Модуларна единица 7	Анатомија и физиологија на репродуктивен систем	94–113
	7.1 Овогенеза и сперматогенеза	95
	7.2 Анатомија и физиологија на машки репродуктивни органи	98
	7.3 Анатомија и физиологија на женски репродуктивни органи	101
	7.4 Менструален циклус	103
	7.4.1 Функции на хормоните на овариумот	106
	7.4.2 Промени при физиолошко стареење	108
	7.5 Хигиена на полови органи	108
	7.5.1 Полово преносливи болести	109
Модуларна единица 8	Анатомија и физиологија на ендокрин систем	114–135
	8.1 Анатомија и местоположба на ендокрините жлезди	115
	8.2 Хормони и хормонална регулација	116
	8.3 Ендокрини жлезди	117
	8.3.1 Хипофиза	117
	8.3.2 Тироидна жлезда	121
	8.3.3 Паратироидна жлезда	124
	8.3.4 Надбубрежни жлезди	125
	8.3.5 Панкреас	128
	8.3.6 Полови жлезди	130
	8.3.7 Епифиза	130
Модуларна единица 9	Анатомија и физиологија на нервен и сетилен систем	136–186
	9.1 Анатомија и поделба на нервниот систем	137
	9.2 Анатомска градба на нервна клетка	138
	9.2.1 Синапса	142
	9.2.2 Нерви	143
	9.3 Централен нервен систем (systema nervosum central)	145
	9.3.1 Рбетен мозок (medulla spinalis)	147
	9.3.1.1 Рефлексен лак-рефлексна функција	148
	9.3.2 Черепен мозок	152
	9.3.2.1 Мегумозок (diencephalon)	156
	9.3.2.2. Мал мозок (cerebellum)	157
	9.3.2.3 Мозочно стебло (truncus cerebri)	158
	9.3.2.3.1 Среден мозок (mesencephalon)	158
	9.3.2.3.2 Понс (мостот на Вароли)	159
	9.3.2.3.2 Продолжен мозок (medulla oblongata)	159
	9.4 Периферен нервен систем (systema nervosum perifericum)	161
	9.4.1 Вегетативен нервен систем	164
	9.5 Сетилен систем (сензорен систем)	171
	9.6 Анатомија и физиологија на око	172
	9.7. Анатомија и физиологија на уво	177
	9.8 Рецептори за вкус и мирис	181
	9.8.1 Сетило за вкус	181
	9.8.2 Сетило за мирис	182
	9.9 Кожа како сетилен орган	182
	Речник со непознати зборови	187-193
	Користена литература	194

Вовед во Анатомија и Физиологија

Анатомија и физиологија на човек претставува дел од биолошките науки. Основната цел на изучување е морфологијата на човековото тело. Морфологијата ги проучува развитокот, формата и градбата на организмите. Се дели на фитоанатомија, зооанатомија и анатомија на човек. **Анатомијата** е наука која ја изучува градбата на човековото тело. Методот што го користи анатомијата за истражување и изучување на градбата на организмот е дисекцијата. Тоа е многу стар метод што го воведува таткото на медицината-Хипократ.

Физиологијата е наука која го проучува функционирањето на живите организми. Заедно со анатомијата, генетиката и другите биолошко-медицински дисциплини, физиологијата има значајна улога во разбирањето на општите и посебните законитости на животните активности на живите суштества. Зборот физиологија произлегува од грчките зборови *physis* што значи природа и *logos*-учење. Со други зборови физиологијата е наука за природата. Во почетокот, во рамките на физиологијата биле опфатени сите сознанија што се однесувале на растителниот и животинскиот свет. Според објектот на изучување, подоцна е извршена поделба на физиолошки дисциплини (физиологија на вируси, на бактерии, на растенија, на животни, хумана физиологија). Процесите што се одвиваат во одделни клетки, органи и органски системи не се одвиваат изолирано, туку во рамките на организмот како единствена целина. Менувањето на функцијата не еден орган, преку редица регулаторни механизми, предизвикува промена во функционирањето на другите органи. Токму поради ова физиологијата зазема централно место меѓу биолошките науки, но не само затоа што ги изучува најсложените појави во живиот организам, туку и затоа што познавањето на одделните механизми во организмот на човекот му овозможуваат да влијае врз функционирањето на некои органи и системи.

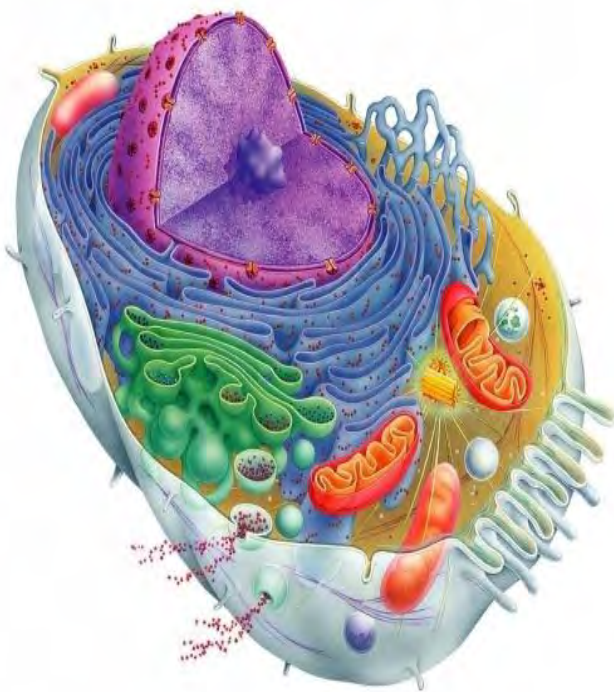
Физиологијата како биолошка наука тесно е поврзана со другите природни науки, а особено со физиката, хемијата и физичката хемија. Поради тоа не е можно сите физиолошки процеси да се објаснат и разберат без темелно познавање на основните биолошки законитости. Во голема мера се надградува и потпира врз сознанијата од други природни науки, а во прв ред од анатомијата, хистологија, цитологија, генетика, молекуларна биологија.

Модуларна единица 1:

**АНАТОМСКО-ФУНКЦИОНАЛНА
ОРГАНИЗАЦИЈА НА ЧОВЕКОВОТО
ТЕЛО**

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- дефинира клетка, ткиво, орган, систем, организам;
- објаснува градба и функција на клетка;
- разликува видови ткива и објаснува градба и функција;
- толкува организација на човековиот организам како целина составена од одделни меѓусебно поврзани органски системи;
- идентификува делови на телото



1.1 Органи и органски системи во човечкиот организам	6
1.2 Градба и функција на клетка	8
1.3 Ткиво и видови ткива	11
1.4 Делови на човечко тело	14

1.1 Органи и органски системи во човечкиот организам



Слика1: Клеточна организација

Од досега наученото знаеме дека сите живи организми ги поседуваат најважните функции како што се: растење, размножување, исхрана, примање дразби, да излучуваат непотребни материи и многу други функции. Тие се разликуваат според својата градба и се организирани во неколку нивоа на физиолошка организација. Најниско ниво на клеточна организација е **клетката**. Таа претставува најмал биолошки систем кој извршува многу важни животни функции како што се: размена на материја и енергија, метаболички процеси, создавање енергија итн. Во составот на клетката се вбројуваат клеточните органели, кои пак се состојат од органски и неоргански соединенија во чиј состав влегуваат молекулите односно атомите. Збирот на повеќе клетки со иста градба и функција ги сочинуваат **ткивата**. Разликуваме разни видови ткива според својата форма и функција, но за нив ќе стане збор подоцна.

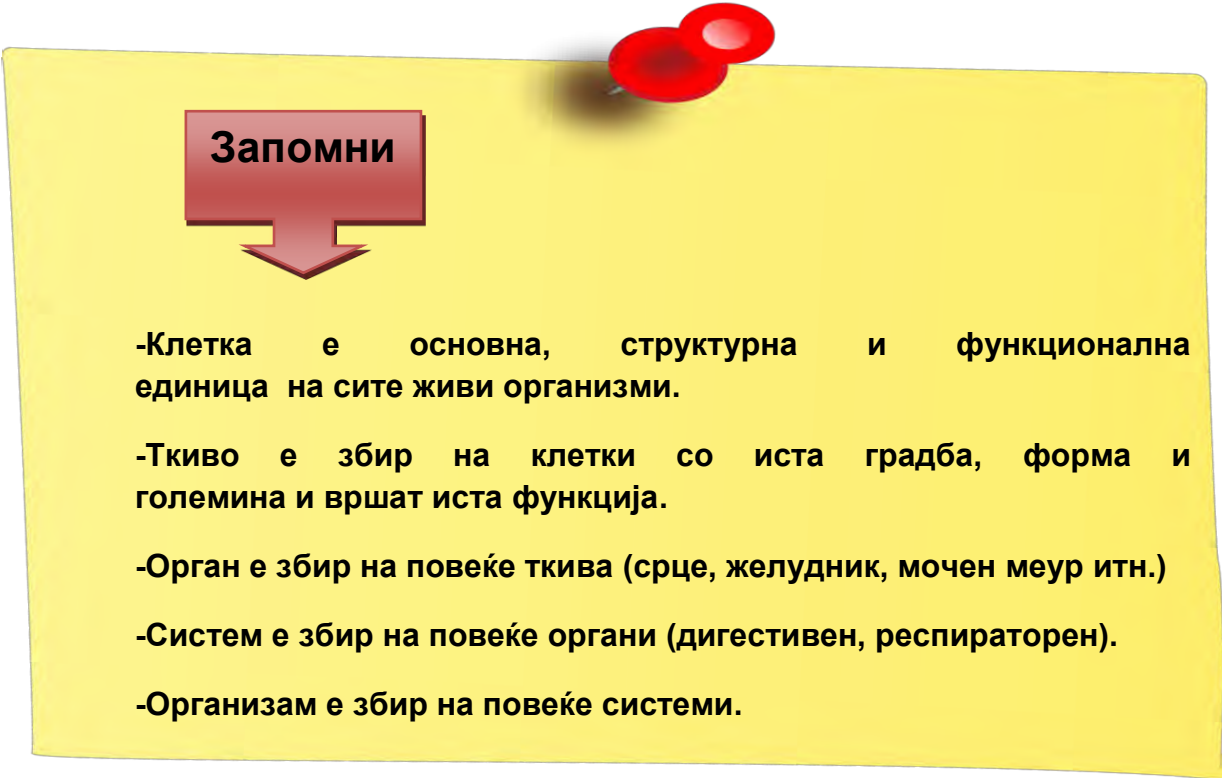
Две или повеќе ткива кои меѓусебе се поврзани и извршуваат иста функција сочинуваат повисоко ниво на организација наречена **орган**. Органите имаат одредена форма и функција, а секој орган е составен од паренхим и строма. Паренхимот е изграден од ткивни елементи кои се носители на функцијата на органот, а стромата има улога на скелет и ја обезбедува формата на органот. Во состав на органот влегуваат уште и крвни садови и нерви кои служат за негова васкуларизација и инервација. Тие се распоредени во празнини на задниот и предниот дел на телото. Празнините од задниот дел на телото го содржат мозокот во черепот и 'рбетниот канал, а органите во предниот дел се

сместени во градната празнина (срце, бели дробови, хранопровод, душник, градна жлезда и главните крвни садови), во стомачната празнина (желудник, црн дроб и жолчка, тенко и дебело црево, слезина и панкреас) како и во карличната празнина (репродуктивни жлезди, бубрези и мочоводи, мочен меур и право црево).

Ако органите се функционално поврзани меѓусебе преку одредена функција прават една целина наречена **систем**, кој претставува највисоко ниво на организација. Според ова системот претставува повеќе функционално усогласени органи коишто овозможуваат изведување на една заедничка основна функција. На пр. органите како: усна празнина, хранопровод, желудник, тенко и дебело црево заедно го сочинуваат системот на органи за варење на храната или дигестивен систем.

Кај човекот разликуваме повеќе системи каде што освен дигестивен се среќаваат: респираторен, нервен, репродуктивен, локомоторен, кардиоваскуларен, уринарен, ендокрин и сетилен систем. Сите овие системи заедно прават една сложена и синхронизирана машина која се нарекува **организам** кој се наоѓа на врвот на пирамидата на физиолошката организација.

Во природата постојат огромен број на организми кои меѓусебе по својата градба и функција се разликуваат едни од други.



Запомни

- Клетка е основна, структурна и функционална единица на сите живи организми.
- Ткиво е збир на клетки со иста градба, форма и големина и вршат иста функција.
- Орган е збир на повеќе ткива (срце, желудник, мочен меур итн.)
- Систем е збир на повеќе органи (дигестивен, респираторен).
- Организам е збир на повеќе системи.

1.2 Градба и функција на клетка

Сите живи организми се изградени од клетка (*cellula*). Клетка е **основна, структурна и функционална** единица на сите живи организми. Науката која ја проучува клетката се вика цитологија („*citos*“–клетка и „*logos*“–наука). Меѓу првите истражувачи на клетка се вбројува Роберт Хук кој во 1665 година набљудувал пресек на парче плута при што забележал дека тоа е изградено од мали празнини слични на сакето од медот кои ги нарекол клетки за да покасно свој придонес дадат и Бурдах, Тревиранус и Ламарк.

По својата големина клетките се различни од најситни видливи со микроскоп, па сè до клетки видливи со голо око. Формата исто може да биде различна: кругли, разгранети, вретеновидни, цилиндрични итн.

Клетките ја сочинуваат основата на секој жив организам. Сите организми имаат клетка со исклучок на вирусите кои ја поседуваат нуклеинската киселина која им помага во процесот на размножување. Структурите во клетката функционираат како интегрален систем кој е под контрола на самата клетка, а контролниот систем го претставуваат генетичките елементи.

За да функционира клетката како биолошки систем независно од нејзината форма и активност во себе мора да содржи 3 основни хемиски системи без кои не може да функционира. Тоа се:

1. мембрански систем–го сочинуваат бројни мембрани како што се цитоплазматични мембрани и сите мембрани со кои се опкружени клеточните структури. Овој систем овозможува движење или пристап на материи во двата правци од надворешна кон мембрански систем и обратно.

2. метаболички систем–со кој обезбедува енергија и е составен од клеточни структури за кои се поврзани оксидо-редукциски процеси во кои се ослободува енергија. Значи дека во овие структури се одвиваат анаболички (синтеза на мали молекули во големи) и катаболички (разградување на големи молекули за добивање енергија) процеси т.е за овој систем е поврзан процесот на метаболизам.

3. авторепродукциски систем–структури кои се способни по пат на авторепродукција да вршат прецизни копирања на соодветни структури или овој систем ја овозможува во целост делбата на клетката.

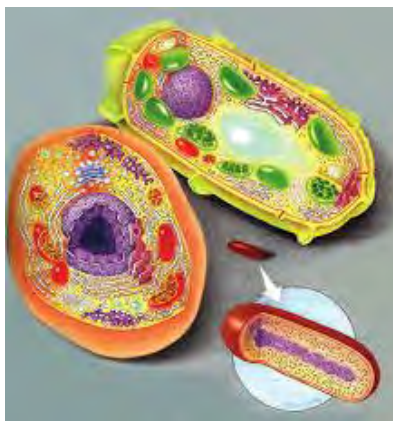
Сите овие системи функционираат заедно и при повреда или отсуство на било кој од овие системи клетката изумира.

Основната структурна градба на клетка е:

- **клеточна мембрана**—надворешна обвивка и ја одвојува клетката од надворешната средина. Составена е од два слоја на липиди во кои се вметнати различни протеини кои може да навлегуваат подлабоко или поплатко во двослојната липидна маса така да можат слободно да се придвижуваат. Според ова некои истражувачи предлагаат и модел за молекуларно-структурна организација наречен течно-мозаичен модел. Протеините и даваат еластичност и на тој начин клетката расте. Клеточната мембрана или плазмалема е многу важна, бидејќи преку неа се врши транспорт на материи во надворешна средина и обратно, но таа е и семипермеабилна пропуштајќи ги само потребните материи и со ова ја остварува својата транспортна функција. Покрај оваа многу важна функција таа исто така има и потпорно-механичка и заштитна функција.
- **Цитоплазма**—ја исполнува внатрешноста на клетката. Во нејзиниот состав влегуваат хијалоплазма-полутечна маса со зрнеста структура, изградена од вода и минерални соли, неоргански и органски материи и цитоплазматични органели како рибозоми, пластиди, митохондрии, Голџиев систем и многу други.
- **Јадро**—органела која ја има во секоја клетка. Јадрото е обвиткано со јадрена мембрана со пори. Во јадрото се сместени хромозомите и гените кои ја носат генетската информација (наследувањето). Во гените се сместени и контролните механизми за управување со различните животни процеси кои се одвиваат во клетката, па затоа јадрото е најважен дел за клетката.

Во зависност од градбата секоја клетка извршува определена функција. Ако станува збор за едноклеточен организам една клетка ги врши сите функции како дишење, движење, размножување, излучување, исхрана и др. Ако станува збор за повеќеклеточен организам тогаш функциите се поделени.

Кај сите живи организми клетките се одликуваат со свои особини, но сепак постојат и одредени разлики во градбата. Според степенот на организација клетките се поделени на **прокариоти** (нема диференцирано јадро) и **еукариоти** (со диференцирано јадро). Еукариотите од своја страна се поделени на растителна и животинска клетка кои меѓусебно се разликуваат (табела 1 и 2).



Слика 2: Прокариотска и еукариотски клетка

Прокариотски клетки	Еукариотски клетки
Едноклеточни организми	Едноклеточни и многуклеточни организми
Нема цитоскелет	Има цитоскелет
Нуклеотид (еквивалент на јадро)	Јадро со јадрена обвивка
ДНК-кружна молекула	ДНК организирана со протеини во хроматин и хромозоми
Големина 0,1–10	10–100 и повеќе
Бинарна делба	Митоза, мејоза

Табела 1: Карактеристики на прокариотска и еукариотска клетка

Структура	Растителна клетка	Животинска клетка
Клеточен сид	има	нема
Јадро	има	има
Вакуола	има	нема
Хлорофил	има	нема
Митохондрии	има	има
Рибозоми	има	има
Клеточна мембрана	има	има
Рибозоми	има	има
Центриола	нема	има

Табела 2: Карактеристики на растителна и животинска клетка

Потсети се!

1.Што е клетка?

2.Разгледај ги табелите 1 и 2 и согледај ги разликите меѓу нив!

1.3 Ткиво и видови ткива

Ткиво претставува збир на клетки кои имаат иста градба, форма, големина и вршат иста функција. Науката која се занимава со проучување на ткивата се вика **хистологија**. Разликуваме неколку вида животински ткива: сврзно, епително, мускулно и нервно ткиво.



Слика 3: Видови ткива

1. **Сврзно (соединувачко) ткиво**—како што кажува самото име, значи дека ова ткиво ги поврзува клетките и ткивата во организмот, односно сместено е помеѓу клетките. Важно е бидејќи исто така обезбедува потпора, но истовремено и заштита на органите. Во себе содржи вода, минерални материи и фибрински конци и е поделено на:
 - **Меко соединувачко ткиво**
 - растресито**—чии клетки се во вид на згуснат сок
 - масно (адипозно)**—чии клетки содржат голема количина на масни материи кои се извор на енергија, но и топлински изолатор.
 - **Фиброзно соединувачко ткиво**—ткиво кое содржи фиброзни конци кои се изградени од колаген и е густо збиено. Тука се вбројуваат лигаментите, тетивите како и обвивките на мускулите. Учествува и во градбата на гласните жици, а исто така овозможува и поврзување на органите. Поради големата густина и големиот број фибрили ова ткиво е доста приспособливо и растегливо. Во многу појак облик се тврдите капсули околу некои органи како што се црниот дроб и жлездите, црниот дроб, покосницата околу коските и обвивките околу мускулите.

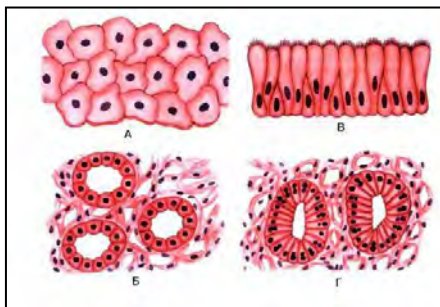
- **Тврдо соединувачко ткиво**—ова е многу поцврсто ткиво за разлика од претходните ткива и овде се вбројуваат: **'рскавично** (носот, ушите, меѓу прешлените, но и фетусот во најран стадиум од развиток) и **коскено ткиво** во чиј состав се сунѓересто и компактно коскено ткиво составено од свездести клетки со куси продолжетоци—остеоцити и основна материја (органски и неоргански дел).
- **Течно соединувачко ткиво**—во ова ткиво се вбројуваат крвта и лимфата изградени од клетки кои се сместени во течна средина.

2. Епително (покривно) ткиво—ова е високодиференцирано ткиво составено од густо збиени клетки поврзани меѓусебе со многу малку меѓуклеточна супстанција. Ова ткиво прави заштитна обвивка на телото, но и на внатрешните органи како што се крвни садови, респираторни органи, дигестивниот систем како и на жлездите.

Епителните клетки наредени во 1 ред сочинуваат **еднослоен епител**, а ако се во повеќе редови прават **повеќеслоен епител**.

Во клетките на епителните ткива се создаваат секрети како мукоза, пот, дигестивни сокови и други супстанции. Според функцијата која ја имаат ова ткиво е поделено на: покривен епител, жлезден епител, респираторен, апсорпционен итн. Според формата може да биде плочест, цилиндричен, коцкест, издолжен и др. (види слика 4). За ова ткиво е важно дека многу брзо и лесно се обновува.

На пр.: ако се исече прст, околните клетки брзо почнуваат да создаваат нови и со нивно растење ќе ја затворат раната.



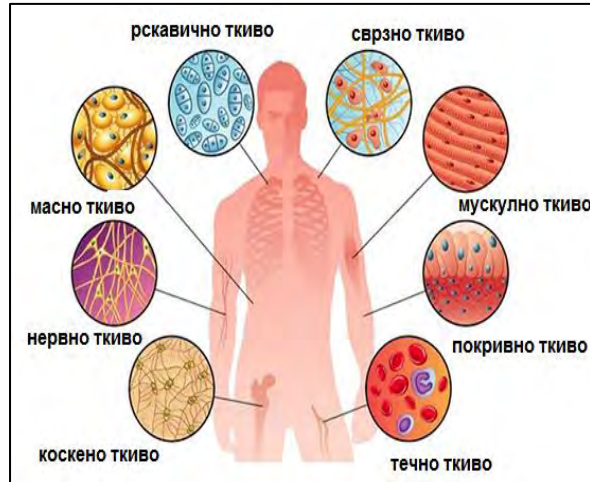
А. плочест епител

Б. кружен епител

В. коцкест епител

Г. цилиндричен епител

Слика 4: Форми на епителни клетки



Слика 5: Видови ткива

3. Мускулно ткиво—ова ткиво влегува во градбата на мускулите кои заедно со коскено ткиво го градат локомоторниот систем кај човекот. Во зависност од формата на клетките и функцијата која ја вршат е поделено на:

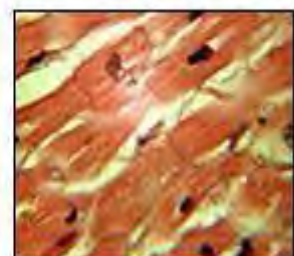
- **Напречно-пругасто (скелетно) ткиво**—кое што влегува во состав на екстремитетите, а името го добива поради својот изглед на потемни и посветли пруги. Клетките се долги со рамни краеве во кои има повеќе јадра и тие работат со наша волја (свесно).
- **Мазно мускулно ткиво**—клетките влегуваат во градба на крвни, лимфни садови и кожа. Клетките се вретеновидни со заострени врвови, но присутно е само по 1 јадро. Работат без наша волја и се под контрола на нервниот систем.
- **Срцев мускул**—учествува во градба на срцето и според функцијата се однесува како мазен мускул, а според градбата на напречно-пругаст мускул чии клетки меѓусебе се поврзани и градат еден вид на мрежа наречена **синцициум**.



напречно-пругасто



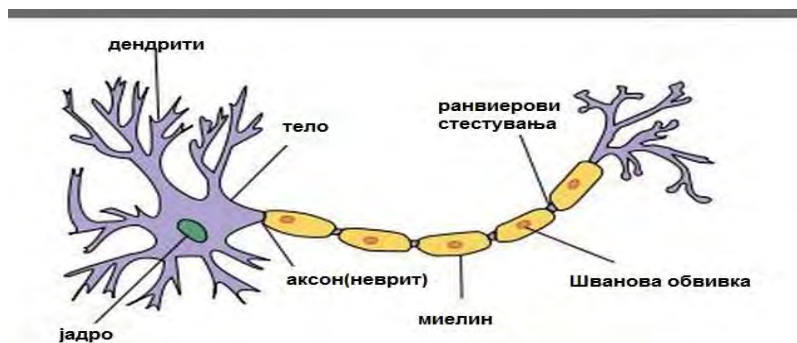
мазно



срцево

Слика 6: Мускулно ткиво

4. Нервно ткиво—ова ткиво го сочинуваат нервните клетки наречени **неврони** кои се способни да ги спроведат дразбите од рецепторите до нервниот систем, но и назад до ефекторот кој ќе треба да одговори на таа дразба и **глијални** клетки кои ја помагаат функцијата и исхраната на невроните. Невроните се изградени од тело на нервна клетка во која е сместено јадро, со кратки продолжетоци—дендрити и еден долг продолжеток наречен неврит—аксон. Понекогаш тие може да достигнат големина и до 1 m., а повеќе аксони учествуваат во образување на нервите (види слика 7).



Слика 7: Нервна клетка

1.4 Делови на човечко тело

Човековото тело е поделено на следниве составни делови: **глава** (*caput*), **врат** (*collum*), **труп** (*truncus*), и **екстремитети** кои се поделени на горни (*membrum superius*) и долни екстремитети (*membrum Inferius*). Секој дел од своја страна е поделен на помали делови односно регии или предели. Границите меѓу нив се означени со помош на испакнувања, рабови и нерамнини предизвикани од коски и мускули.

Главата е поделена на два дела: череп (*cranium*) и лице (*facies*). Внатрешноста на черепот е черепна празнина (*cavum cranii*).

Трупот е најголемиот дел од човечкото тело и тој е поделен на три дела: граден кош (*thorax*), stomak (*abdomen*) и карлица (*pelvis*) кои имаат свои празнини како градна празнина (*cavum thoracis*), stomачна празнина (*cavum abdominalis*), карлична празнина (*cavum pelvis*). Сите тие се поделени на помали регии и простори кои се исполнети со органи.

Сите органи сместени во телесните празнини означени се со терминот внатрешни, утробни или висцерални органи (*viscera*).



Со совладување на овие содржини
ученикот ќе биде способен да:
објаснува анатомско-функционална
организација на човековиот организам.

Запомни

- Клетка е основна структурна и функционална единица на сите живи организми.
- Клетките се поделени на прокариотски (нема диференцирано јадро) и еукариотски со диференцирано јадро.
- Ткиво претставува збир на клетки кои имаат иста градба, форма, големина и вршат иста функција, а науката која го проучува се вика хистологија.
- Постојат 4 вида на ткива: епително, соединувачко, мускулно и нервно ткиво.
- Човековото тело е поделено на следниве составни делови: глава, врат, труп и екстремитети кои се поделени на горни и долни екстремитети.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Дефинирај го поимот ткиво!
2. Наведи ги четирите основни животински ткива!
3. Опиши ја градбата на нервната клетка!
4. Како е поделено мускулното ткиво?
5. Наброј ги нивоата на физиолошка организација почнувајќи од најниско до највисоко!
6. Објасни ја градбата и функцијата на мускулното ткиво?
7. Како е поделено телото кај човекот?

Модуларна единица 2.

АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА НА ЛОКОМОТОРЕН СИСТЕМ

По изучување на оваа модуларна единица, ученикот ќе може да:

- објаснува градба, поделба и функција на коските и мускулите;
- именува, препознава и покажува коски и мускули на глава, труп и екстремитети на слика или модел;
- познава основни својства на мускули и споредува напречно-пругасти, мазни и срцев мускул и објаснува физиологија на мускули;
- дефинира зглоб, разликува подвижни и неподвижни зглобови и објаснува движења кај подвижни зглобови.



2.1 Градба, поделба и функции на коски	17
2.2 Скелет на главата	18
2.3 Скелет на трупот и екстремитетите	20
2.3.1 Скелет на граден кош	21
2.3.2 Скелет на горни екстремитети	21
2.3.3 Скелет на долни екстремитети	22
2.4 Систем на зглобови и врски	23
2.5 Градба поделба и функција на мускули	24
2.6 Мускули на глава и врат	28
2.7 Мускули на градниот кош, стомакот, грбот и екстремитетите	29
2.7.1 Мускули на градниот кош	30
2.7.2 Мускули на грбот	31
2.7.3 Мускули на раменски појас и горни екстремитети	31
2.7.4 Мускули на карличен појас и долни екстремитети	33

2.1 Градба, поделба и функции на коски

Локомоторниот систем кај човекот го сочинуваат **коските** (*ossa*) кои ја даваат потпората или пасивниот дел и **мускулите** кои го сочинуваат активниот или движечкиот дел. Науката која ги проучува коските се вика **остеологија** (*osteologija*). Освен потпора на телото, коските прават и заштита, посебно на нежните и важни органи во телото како што се срцето, белите дробови и мозокот. Кај возрасен човек (35 години) се среќаваат 208 коски, а кај постари тој број е помал поради окоснување на некои плочести коски и се намалува на 206 коски. Најдолга и најјака коска е бутната коска (*femur*) која во период на зрелоста е долга околу 50 cm и широка 2,5 cm. Најмалата коска, *чеканчето* (*stapes*), е една од трите ситни ковчиња во средното уво. Таа е долга само 0,18 cm.

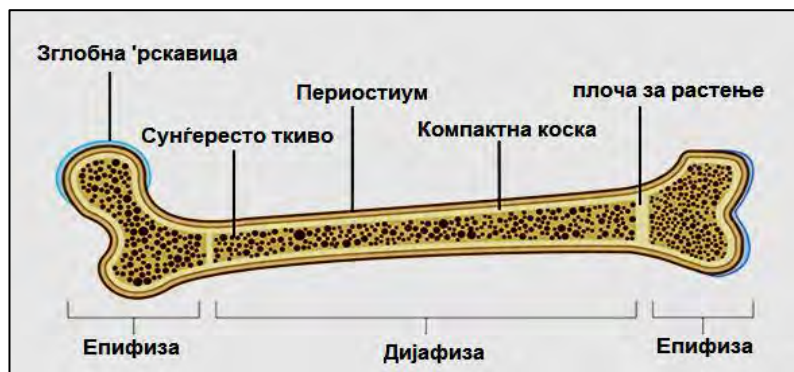
Во зависност од формата разликуваме:

- **долги коски** (горни и долни екстремитети)
- **куси коски** (прешлени, коски на стапало и дланка)
- **плочести** (череп, граден кош, раменски појас и карличен појас).

На долгите коски разликуваме:

- средишен издолжен дел **дијафиза** (*diaphysis*)
- крајни проширени делови **епифизи** (*epiphysis*).

Во средината на долгите коски се наоѓа канал во кој е сместена црвена коскена срцевина и до 25-та година ќе создава крвни клетки за подоцна да помине во коскен мозок. Но сепак во епифизите таа црвена течност останува. Како и другите органи и тие се хранат со помош на крвни садови, а присутни се и нерви кои ја прават коската чувствителна. Однадвор коската е покриена со **покосница** (*periosteum*) со помош на која се делат клетките и на тој начин се издолжуваат или при повреда се обновуваат. Колку е помлад организмот клетките побрзо се делат за разлика од возрасните каде што процесот е побавен.



Слика 8: Градба на коска

Во својот состав коските најмногу содржат **минерални соли** со 65% од кои зависи цврстината на коските, **вода** околу 10% и остатокот е **белковината осеин** која ја прави коската еластична.

Коските во скелетниот систем кај човекот се поделени на 3 дела:

- **коски на глава**
- **коски на труп**
- **коски на екстремитети**

2.2 Скелет на главата

Коските на главата се поделени на **коски на череп** (*ossa cranii*) и **коски на лице** (*ossa faciei*). Черепот е цврста коскена кутија која го заштитува мозокот, сетилните органи како и почетните делови на дигестивен и респираторен систем. На него разликуваме горен дел–свод (*calvaria*) и долен дел–база (*basis cranii*) на која има отвор преку кој поминуваат крвни и нервни садови. Разликуваме 8 коски од кои 2 се парни, а 4 се непарни коски и тоа:

- **Темена коска** (*os parietale*) е парна четириаглеста коскена плоча која зафаќа најголем дел од врвот и страничните делови на черепот. Напред се зглобува со челна, а одзади со тилна коска.
- **Слепоочна коска** (*os temporale*) е парна коска сместена од страна на черепот. Во внатрешноста се сместени органи за слух и рамнотежа, а на површинскиот дел се наоѓа зглоб за долната вилица.
- **Челна коска** (*os frontale*) е непарна коска која го затвора черепот однапред. Во себе содржи празнина како челен синус (*sinus frontalis*) кој се поврзува со носната празнина.
- **Тилна коска** (*os occipitale*) е непарна четириаголна плочеста коска која е сместена во задниот дел на черепната кутија која е испакната кон надвор. Во средината има голем отвор (*foramen magnum*) делејќи ја коската на четири дела.
- **Ситеста коска** (*os ethmoidale*) е непарна коска која учествува во градба на носна празнина и орбитата и има форма на буквата Т.
- **Клинеста коска** (*os sphenoidale*) е непарна коска која е сместена во средината на базата од черепот. На неа разликуваме тело и два пара крила со криловидни израстоци кои многу потсетуваат на пеперутка со раширени крилја.

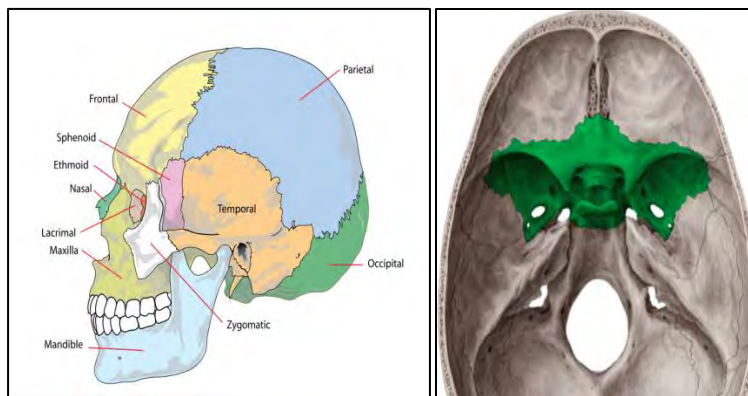
Во коски на лицето се вбројуваат 15 коски од кои 3 се непарни и 6 се парни коски (види слика 9).

Во непарни коски спаѓаат:

- **ралникот** (*vomer*), ја гради носната преграда,
- **долна вилица** (*mandibula*), единствена подвижна коска на лицето која со подвижен зглоб е поврзана за черепот и многу наликува на потковица. Составена е од тело со 2 израстока.
- **подјазична коска** (*os hyoideum*), која не е поврзана со ниедна коска, туку со мускули е поврзана со черепот и градниот кош.

Од парните коски ќе ги наведеме:

- **горна вилица** (*maxilla*) е најголема коска на лицето на која се разликува тело со 4 израстоци,
- **долна носна коска** (*concha nasalis inferior*),
- **непцева** (*os palatinum*) е мала коска сместена зад горната вилица,
- **јаболчна** (*os zygomaticum*) е сместена на надворешната страна на лицето формирајќи испакнатина наречена јаболчница,
- **носна** (*os nasale*) е правоаголна коска која го гради коренот на носот,
- **солзна** (*os lacrimale*) е тенка коска од внатрешната страна на очната орбита.



Слика 9: Коски на главата и клинеста коска



Слика 10: Најголема лицева коска

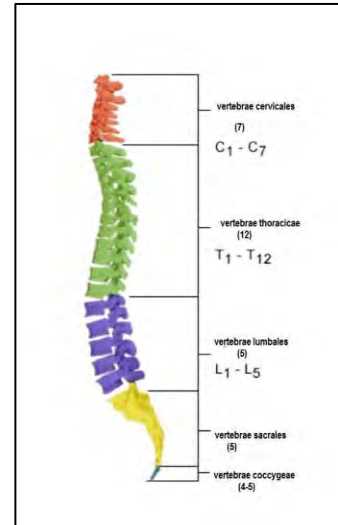


Слика 11: Единствена подвижна коска

2.3 Скелет на трупот и екстремитетите

Скелетот на трупот го сочинуваат: **коски на 'рбет** и **коски на граден кош**.

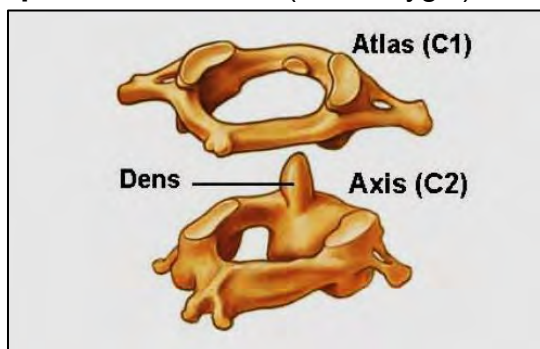
'Рбетот (*columna vertebralis*) го сочинуваат **33–34 прешлени** (*vertebrae*) со должина околу 72 cm (види слика 12). На прешлените разликуваме: **тело**, **два лака** кои се протегаат назад и го сочинуваат 'рбетниот канал во кој е сместен 'рбетниот мозок и **израстоци** за кои се поврзуваат мускулите. Но сите прешлени ја немаат оваа градба (како првиот и вториот вратен прешлен).



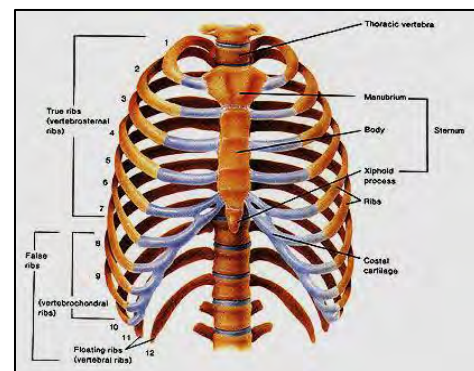
Слика12: 'Рбет

Прешлените се поделени на:

- **7 вратни** (*vertebrae cervicales*)
- **12 градни** (*vertebrae thoracicae*),
- **5 слабински** (*vertebrae lumbales*),
- **5 крсни** (*vertebrae sacrales*), кои меѓусебе се сраснати и ја сочинуваат **крстната коска** (*os sacrum*),
- **4-5 тртични** (*vertebrae coccygeae*), кои исто така сраснуваат образувајќи ја **тртничката коска** (*os coccygis*)



Слика 13: Прв и втор вратен прешлен



Слика 14: 'Рбетен столб

По својата градба се разликуваат првиот и вториот вратен прешлен. Првиот е наречен **атлас** (*atlas*) кој нема тело, туку само преден и заден лак со израстоци. Вториот вратен прешлен е **свртувач** (*axis*), кој поседува тело од чија горна страна излегува заб (*dens*) кој навлегува во атласот учествувајќи во вртење на главата лево-десно (види слика 13). Кај новороденче 'рбетот е прав, а кај возрасни луѓе образува кривини кои со својата испакната страна се завртени кон напред—**лордоза** (вратна и слабинска) и кон назад—**кифоза** (градна и крсна). Ваквата форма е нормална физиолошка состојба која ги ослабува потресите на трупот, но и го зголемува просторот на градна и карлична празнина.

2.3.1 Скелет на граден кош

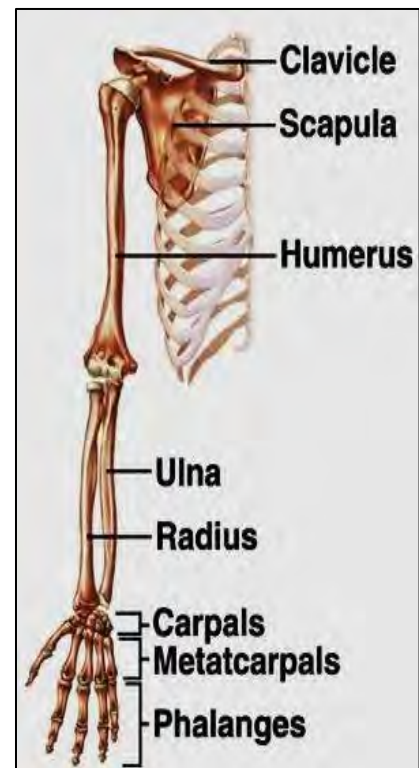
Градниот кош (*thorax*) има форма на пресечен конус. Него го сочинуваат градната коска, ребрата и градните прешлени.

- **Градната коска** (*sternum*) се наоѓа напред на градниот кош спојувајќи ги ребрата напред и е непарна плочеста коска на која се разликуваат 3 дела: **дршка** (*manubrium sterni*), **тело** (*corpus sterni*) и **израсток** (*processus xiphoideus*).
- **Ребрата** (*costae*) се исто така плочести коски. Од вкупно 12 пара на ребра 7 се вистински ребра (*costae verae*), а 5 се лажни ребра (*costae spuriae*). Вистинските ребра со 'рскавица се спојуваат за градната коска напред, а лажните се индиректно споени преку 'рскавицата на седмото ребро. На ребрата разликуваме: тело со преден и заден крај. Главна функција на градниот кош е да ги заштитат виталните органи како срцето и белите дробови.
- **Градните прешлени** се 12 на број и ги спојуваат ребрата од задната страна.

2.3.2 Скелет на горни екстремитети

Горните екстремитети се поврзуваат со трупот со помош на раменскиот појас. Во коски на горните екстремитети спаѓаат: **коски на лопаткиниот појас**, **коски на надлактицата**, **коски на подлактицата** и **коски на шепа**.

- Лопаткиниот појас го сочинуваат 2 парни коски: **лопатка** (*scapula*) триаглеста плочеста коска сместена на задната страна на градниот кош од 2. до 7. ребро и **клучна коска** (*clavicula*) која е сместена меѓу лопатката и градната коска. Клучната коска со едниот крај е поврзана со градната коска во стерно-клавикуларниот зглоб. Тоа претставува единствена зглобна врска (индиректна) на горниот екстремитет со скелетот. Другиот крај на клучната коска со акромионот на лопатката формира акромиоклавикуларен зглоб.



Слика 15: Горен екстремитет

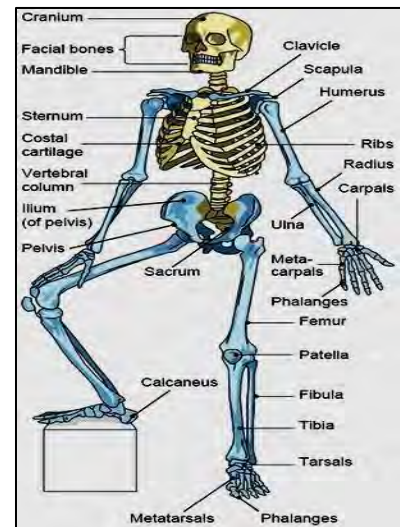
Скапулата се сврзува со рамената коска во гленохумерален зглоб (articulatio humeri).

- Во коски на надлактицата се наоѓа само една долга **рамена коска** (*humerus*).
- Во коски на подлактицата се наоѓаат 2 коски паралелно поставени и тоа: **лакотна** (*ulna*) и **радиусна коска** (*radius*).
- Коските на шепата се поделени на 3 дела: **корен** (*carpus*) составен од два реда по 4 коски, **докорен** (*metacarpus*) составен од 5 коски и **прсти** (*phalanges*). На секој прст има по 3 коски, а палецот има 2. Вкупно на шаката има 27 коски (види слика 15).

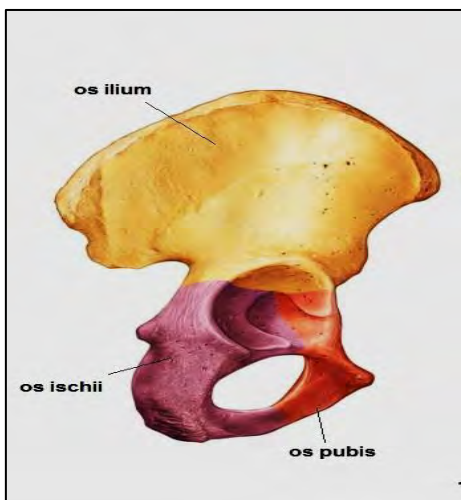
2.3.3 Скелет на долни екстремитети

Во коски на долни екстремитети спаѓаат: **коски на карличен појас, коски на бут, коски на потколеница и коски на стапало.**

- Карличниот појас го поврзува трупот со долните екстремитети и тој е претставен од **карлична коска** (*os coxae*) која е составена од 3 коски: **бедрена** (*os ilium*), **седална** (*os ischii*) и **срамна** (*os pubis*) кои после шеснаесеттата година сраснуваат во една карлична коска.
- Во коски на бутот се наоѓа само една долга **бутна коска** (*femur*). Таа е најдолга и најцврста коска кај човекот.



Слика 16: Скелет



Слика 17: Карличен појас

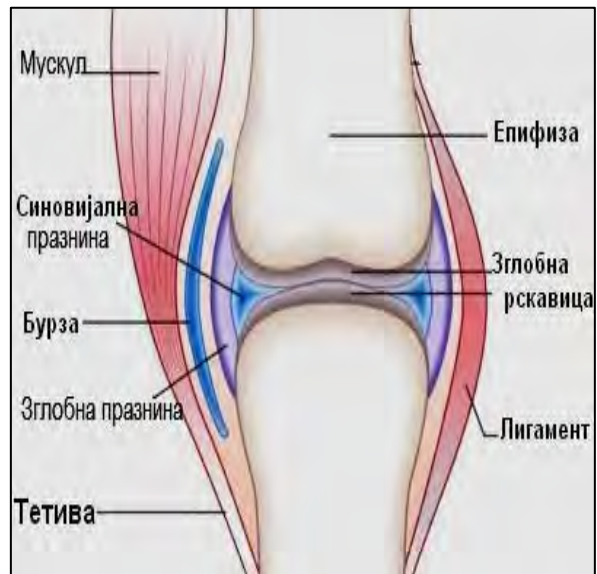
➤ Во коски на потколеницата се наоѓаат 2 коски и тоа: **голеница** (*tibia*) и **листница** (*fibula*). Над коските од потколеницата на предната страна од колениот зглоб се наоѓа мала коска, чашка (*patella*).

➤ Коските на стапалото се поделени на 3 дела: **корен** (*tarsus*) составен од два реда коски. Во првиот ред има 2 коски, а во вториот ред 5 коски. Докоренот (*metatarsus*) составен од 5 коски и (*phalanges*)—прсти. На секој прст има по 3 коски, а палецот има 2 коски. Вкупно на стапалото има 26 коски.

2.4 Систем на зглобови и врски

Зглоб претставува врска меѓу две или повеќе коски. Секој подвижен зглоб е изграден од:

- **зглобна капсула** која го обвиткува зглобот однадвор и се спојува со рабовите на зглобните површини. Таа е составена од надворешен фиброзен и внатрешен синовијален слој кој е богат со крвни садови и нерви. Лачи синовијална течност со која ги подмачкува зглобните 'рскиавици, ги исхранува и го ублажува нивното триење,
- **зглобна површина** покриена со слој од зглобна 'рскиавица,
- **зглобна празнина** претставува капиларен простор. Таа е затворена херметички и во неа притисокот е понизок од атмосферскиот поради што влажните површини од коските се цврсто припиени една кон друга,
- **зглобни врски или лигаменти** составени од цврсто сврзно ткиво и може да бидат однадвор од капсулата или внатре.



Слика 18: Градба на зглоб

Околу зглобовите во телото се наоѓаат мембрани исполнети со течност наречени **бурзи** (види слика 18). Тие го намалуваат триењето и го олеснуваат движењето, затоа што тетивите или мускулите минуваат над коските или кожата. Нивниот број во човечкото тело изнесува околу 160, а некои се директно врзани со зглобовите. Обемот на движења во еден зглоб зависи од големината на зглобната површина. Доколку е поголема површината зглобот е поподвижен. Поголеми зглобни капсули и лигаменти овозможуваат и послободни движења. Но движењата исто така можат да бидат ограничени и од страна на мускулите кои дејствуваат во спротивна насока.

Поврзувањето на коските се одвива на повеќе начина:

- **подвижно** кое се означува како диартрози,
- **полуподвижно** како семиартрози,
- **неподвижно** како синартрози.

Подвижното поврзување со зглобови е најсовршена форма на коскени врски. Според формата на зглобни површини се делат на: **топчести зглобови** кај кои едната површина е топка, а другата јама и тие се најподвижни бидејќи движењата се вршат околу повеќе оски (свиткување, ротирање, кружно движење, испружување, оддалечување и др.), **седлести зглобови** чии површини наликуваат на седло, а движењата се околу две оски, **елипсоидни зглобови** од кои едната површина наликува на јајце, а другата е јацевидно вдлабната (флексија, екстензија, абдукција, адукција), **цилиндрични зглобови** од кои едната површина е цилиндрична, а другата како засек (превртување и одвртување) и **рамни зглобови** со рамни зглобни површини кои дозволуваат само мали движења на лизгање, па затоа се и полуподвижни.

Полуподвижно поврзување претставува преодна форма меѓу подвижни и неподвижни зглобови и имаат мала зглобна празнина (сраснување меѓу срамните коски на карлицата) .

Неподвижното поврзување не овозможува никакво движење и најчесто е застапено кај коските на черепот. Разликуваме неколку типови на ваков начин на зглобување: **синостози** (коските се зацврстени со коскена материја како кај черепот), **синхондрози** (коските се зацврстени со 'рскавична материја како меѓу прешлените) и **синдесмози** (зацврстени со соединително ткиво).

Нивна основна функција е слободно да се движат коските поврзани со овие зглобови и лесно да се менува положбата и движењето. Најчесто тоа е: свиткување, придвижување, исправување и одвојување.

Рамениот зглоб е најподвижниот зглоб во човековото тело. Тој се карактеризира со широка лепеза на движења, плитка зглобна јамка, лабава зглобна капсула и релативно нежни и еластични лигаменти. Меѓутоа неговата стабилност е помала од другите зглобови и се потпомага од силни мускули.

Коските на черепот по раѓање се лабаво врзани што му овозможува на черепот да расте во детството, но кога растењето ќе заврши коските меѓусебно сраснуваат така што го штитат мозокот.

2.5 Градба поделба и функција на мускули

Мускулниот систем го сочинуваат **мускулите**, а науката која ги проучува се вика **миологија** (*myologia*). Заедно со коските учествуваат во локомоторниот систем односно тие го претставуваат подвижниот дел чии координирани движења се под контрола на нервниот систем. Во нашето тело има вкупно над 600 мускули од кои **327 се парни и 2 непарни мускули**. На нив отпаѓа околу 45– 50% од тежината на телото, а најголем дел отпаѓа на скелетни мускули.

Анатомија и физиологија за III година

Како и коските и мускулите се делат на: **долги** (екстремитети), **куси** (околу природните отвори на телото) и **плочести мускули** (стомачни и градни мускули). Во состав на мускулите влегуваат следниве материи:

Материја	%
Вода	72,0– 75,0
Неоргански соли	1,0
Протеини	18,0– 20,0
Масти	3,0-5,0
Јаглехидрати	до 1.5
Растворени органски материи	3,0 – 5,0

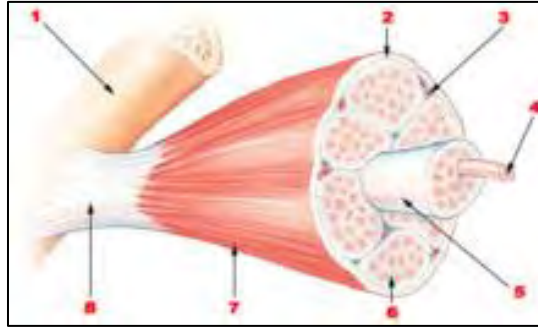
Табела 3: Хемиски состав на мускули

Во градба на мускулите влегува **напречно-пругасто, мазно и срцев мускул**.

<u>НАПРЕЧНО-ПРУГАСТО ТКИВО</u>	<u>МАЗНО МУСКУЛНО ТКИВО</u>	<u>СРЦЕВ МУСКУЛ</u>
<u>ПОЗНАТО Е И КАКО СКЕЛЕТНО, БИДЕЈЌИ ВЛЕГУВА ВО ГРАДБАТА НА МУСКУЛИТЕ КОИ ГО ПОКРИВААТ СКЕЛЕТОТ. КЛЕТКИТЕ НА НАПРЕЧНО-ПРУГАСТОТО ТКИВО СЕ ДОЛГИ 5– 12 СМ СО ЦИЛИНДРИЧНА ФОРМА СО РАМНИ КРАЕВИ, КОИ ИМААТ СПОСОБНОСТ ДА КОНТРАХИРААТ. ПОРАДИ ГОЛЕМАТА ДОЛЖИНА СЕ НАРЕЧЕНИ МУСКУЛНИ ВЛАКНА. ИМААТ ВОЛЕВА КОНТРАКЦИЈА.</u>	<u>МУСКУЛНО ТКИВО КОЕ ВЛЕГУВА ВО СОСТАВ НА ВНАТРЕШНИТЕ ОРГАНИ ТОА Е СПЕЦИЈАЛИЗИРАНО ЗА СЛАБИ И БАВНИ КОНТРАКЦИИ, А ИНЕРВИРАНО Е ОД АВТОНОМНИОТ НЕРВЕН СИСТЕМ, ШТО ЗНАЧИ ДЕКА НЕ РАБОТИ ПОД ДЕЈСТВО НА СВЕСТА И ВОЛЈАТА. КЛЕТКИТЕ СЕ ВРЕТЕНОВИДНИ СО 1 ЈАДРО И ЗАОСТРЕНИ ВРВОВИ.</u>	<u>СРЦЕВ МУСКУЛ Е НЕВОЛЕВО, НАПРЕЧНО ПРУГАСТО МУСКУЛНО ТКИВО КОЕ СЕ НАОЃА ВО СИДОВИТЕ НА СРЦЕТО, ПОТОЧНО ВО МИОКАРДОТ. СРЦЕВИОТ МУСКУЛ Е ЕДЕН ОД ТРИТЕ НАЈГОЛЕМИ ТИПОВИ НА МУСКУЛИ, КОЕ ПО ГРАДБА Е НАПРЕЧНО-ПРУГАСТО, А ПО ФУНКЦИЈА МАЗНО.</u>

Табела 4: Видови мускулни ткива

Скелетните мускули имаат издолжена вретеновидна форма со среден проширен дел наречен **мев** кои со двата краја се врзани за определени делови од телото. Мускулот се прицврстува за коските преку **тетива** (сувожилие) на кој разликуваме почетен дел кој обично не се поместува при контракција и спротивен крај кој се поместува наречен инсерција (види слика 19) . Почетниот дел може да биде разгранет на повеќе глави па разликуваме: двоглав, триглав и четириглав мускул.



Слика 19: Градба на скелетен мускул: 1-коска, 2-перимизиум, 3-крвни садови, 4-влакно, 5-сноп, 6-ендомизиум, 7-епимизиум, 8-тетива

Скелетните мускули се изградени од долги цилиндрични мускулни клетки наречени **мускулни влакна** кои се групираат во мускулни снопи чија обвивка е мембрана. Повеќе снопи заедно образуваат мускулни снопови чија обвивка е фасција. Една мускулна влакна е обвивена со обвивка наречена **сарколема** и исполнета со **саркоплазма** со која се сместени повеќе јадра. На површина на мускулот е обвивена со надворешна обвивка (*perimysium externum*), а внатре во снопи се обвивени со внатрешна обвивка (*perimysium internum*).

Саркоплазмата е богата со митохондрии за создавање и складирање енергија, ендоплазматичен ретикулум како резервоар на калциумови јони и миофибрили кои учествуваат во контракција на мускулните клетки. Миофибрилите имаат темни и светли пруги кои му даваат на влакното пругаст изглед.

Основни својства на мускулите се:

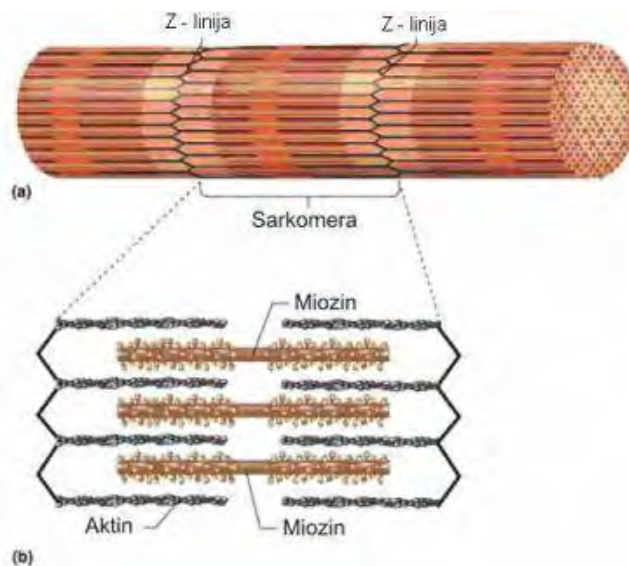
- **Еластичност**—при дејство на некоја сила, мускулот ја зголемува својата должина, а при нејзино престанување се враќа во првобитната положба.
- **Надразливост**—способноста на мускулот да реагира на дразби.
- **Спроводливост**—способноста да пренесува импулси.
- **Контрактилност**—надразнет мускул реагира со контракција (скусување, издолжување, пауза).

Главна функција на мускулите е нивната контракција. Со нивна контракција мускулите предизвикуваат движење на телото и органите. Во врска со ова тие се поделени на **синергисти** (мускули чија истовремена контракција предизвикува едно определено движење, на пр. истовремена контракција на обата мускули за жвакање предизвикува затварање на устата) и **антагонисти** (мускули чија контракција предизвикува спротивно дејство, на пр. контракција на двоглавиот мускул на рамото го превиткува лактото во зглобот, а контракција на триглавиот мускул на рамото го исправува лактото во зглобот). Принципот на движење се

одвива со контракција и релаксација на мускулите. Тие може да извршуваат поединечни и сложени контракции. **Поединечните контракции** се кога до мускулите ќе дојде само еден нервен импулс, па затоа има само една контракција и една релаксација. **Сложените контракции** се кога до мускулите ќе дојдат повеќе импулси еден по друг.

Основна контрактилна единица се **саркомерите** во чиј состав влегуваат протеинските молекули **актин и миозин** (види слика 20).

Саркомерот на крајот е ограничен со два диска наречени Z-плочи. Од нив тргнуваат тенки актински влакна кон средината на саркомерот каде што се сместени подебелите миозински влакна кои не допираат до Z-плочите. Ваквата градба на саркомерот му дава напречно пругаст изглед. Зоната на миофибрили во близина на Z-линијата како резултат на присуство само на тенки актински нишки е посветла, а централниот дел поради дебелиите миозински нишки е потемен, па поради тоа изгледа како напречни пруги.



Слика 20: Градба на саркомер

Мускулите се движат под контрола на нервниот систем. Кога нервните импулси стигнуваат до мускулната клетка настануваат промени кои предизвикуваат создавање акциски потенцијал кој патува по должина на мембраната на мускулната клетка ослободувајќи калциум од саркоплазматскиот ретикулум. Тие навлегуваат во саркомерите предизвикувајќи придвижување на актинските филаменти кон центарот на саркомерот со што настанува контракција на мускулната клетка. Потоа калциумовите јони со калциумовата пумпа се враќаат назад во саркоплазматичниот ретикулум каде остануваат складирани сè додека не дојде до нов импулс и не настане нов акциски потенцијал. Во ваква состојба

контракцијата престанува. Кога скелетните мускули не се надразнети се наоѓаат во олабавена состојба позната како **мускулен тонус** кој настанува како последица на активноста на нервниот систем. Кај мускулите разликуваме 2 типа мускулна контракција:

1.изотонична контракција—мускулите се скратуваат, а тонусот останува ист,

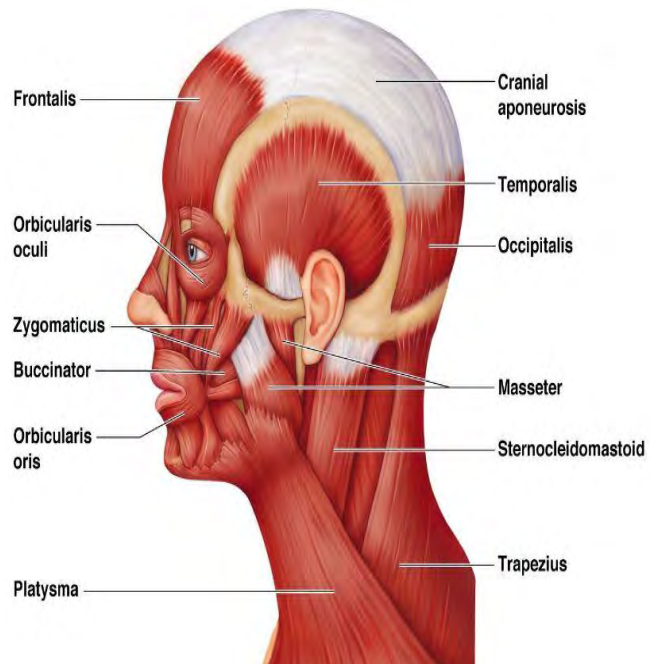
2.изометрична контракција—се зголемува мускулната напрегнатост, а не се менува должината на мускулите.

Врз мускулната контракција влијаат повеќе фактори како интензитетот на дразбата, температурата на средината, но и заморот на мускулите.

2.6 Мускули на глава и врат

Овие мускули ги движат очите, ги затвораат очните капаци, учествуваат во цвакање на храната, мимики на лицето, па затоа некои се познати и како мимични мускули. Мускулите на главата се многубројни и според функцијата се делат на мимични и мускули за цвакање.

Во мимични мускули спаѓаат: **кружен устен мускул** (*m.orbicularis oris*), околу очите е **кружен очен мускул** (*m.orbicularis oculi*) и **образен мускул** (*m.buccinator*). Тој учествува во свирење, дување, па затоа се вика и трубачки. Во мускули кои учествуваат во цвакање храна се: **мускул цвакач** (*m.masseter*), **слепоочен мускул** (*m.temporalis*), **надворешен крилест мускул** (*m.pterygoideus lateralis*) и **внатрешен крилест мускул** (*m.pterygoideus medialis*). Цвакањето на храната го вршат со заедничка контракција слепоочен, масетеричен и внатрешен крилест мускул, а затворањето го условува слепоочниот мускул. Вратните мускули се прицврстуваат за главата, градниот кош и 'рбетникот. Едни ја вртат главата лево-десно, други напред-назад, а трети ја движат подјазичната коска. Најпознат е **поткожниот вратен мускул** (*m.platysma*) кој ја движи долната вилица надолу, **бочниот флексор на главата** (*m.sternocleidomastoideus*).

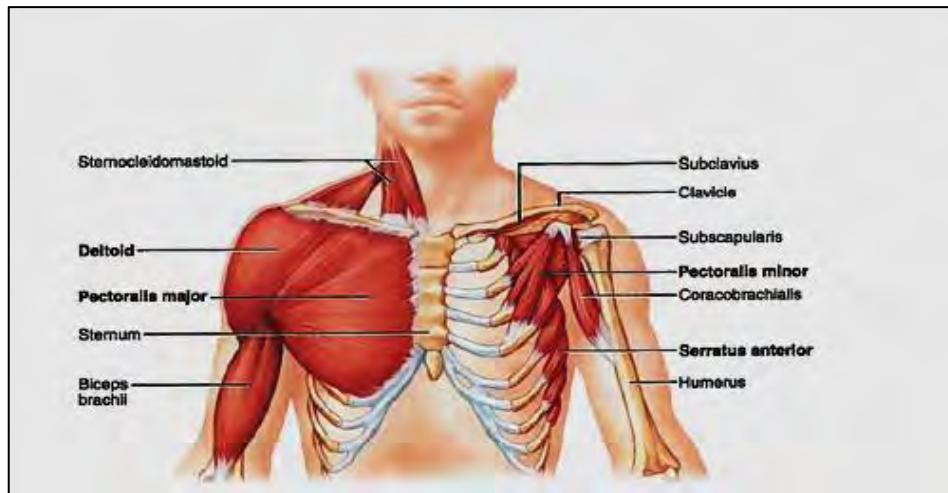


Слика 21: Мускули на глава и врат

Честопати при повреда на овој мускул главата останува фиксирана и таа појава е позната како тортиколис или крив врат.

Скалести мускули, преден среден и заден (*m.scalenus anterior, m.scalenus medius, m.scalenus posterior*) поставени странично кои помагаат при дишење подигајќи ги ребрата нагоре. При еднострана контракција ја виткаат главата на иста страна, а при заемна контракција ја виткаат главата напред.

2.7 Мускули на градниот кош, stomachот, грбот и екстремитетите



Слика 22: Мускули на граден кош

Овие мускули учествуваат во движење на градниот кош, дишење, движење на горни екстремитети и раменски појас. Познати мускули овде се: **голем граден мускул** (*m. pectoralis major*) кој има форма на лепеза и ја доближува раката кон телото, **мал граден мускул** (*m. pectoralis minor*) сместен е под големиот граден мускул, ги подига ребрата и делува како вдишувач, **потклучен мускул** (*m. subclavius*), **преден запчест мускул** (*m. serratus anterior*) ја спушта лопатката и ги подига ребрата, **меѓуребрени** (*m. intercostalis*) се сместени во меѓуребрениите простори помагајќи го дишењето, **напречен граден мускул** (*m. transversus thoracis*) и најпознатата **дијафрагма** (*diaphragma*).

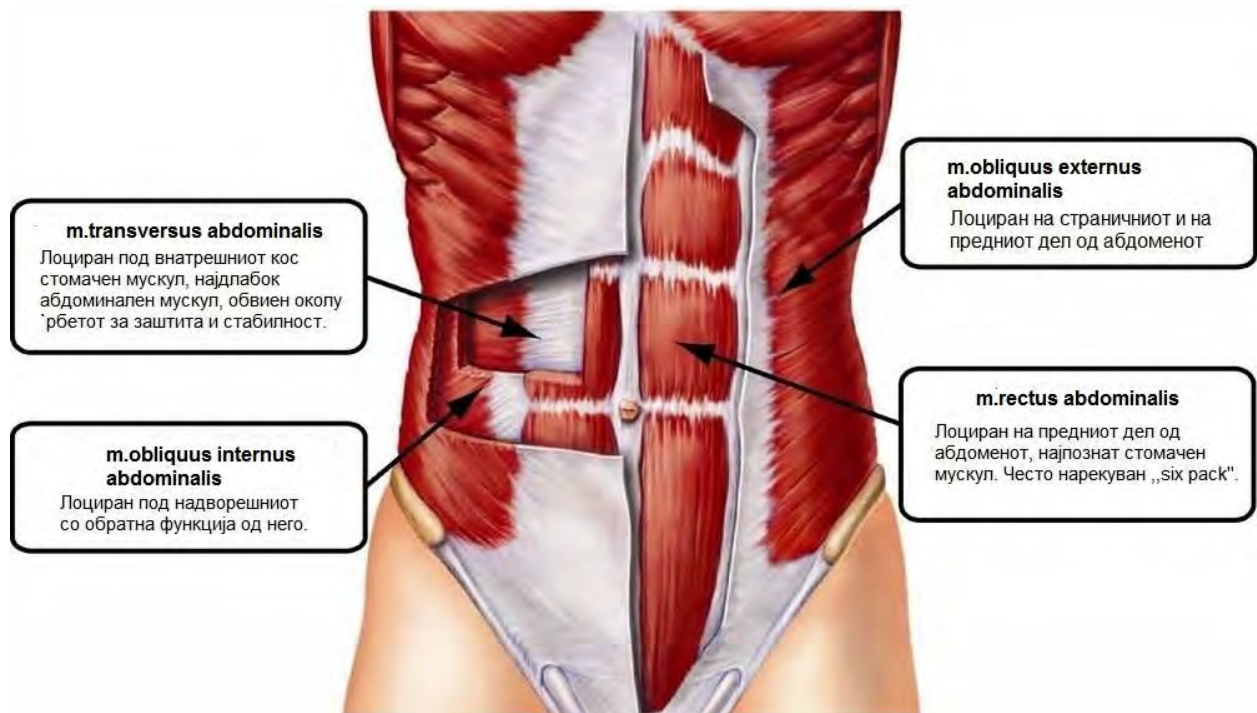
Дијафрагмата е природна граница меѓу градната и stomachната празнина. Низ неа поминуваат и многу важни органи како хранопровод, аорта и долна шуплива вена. Таа игра голема улога и во процесот на респирација бидејќи со нејзина контракција се зголемува волуменот на градниот кош и доаѓа до вдишување и обратно при процес на издишување. Нејзината постојана контракција го масира жолчниот меур како и бубрезите помагајќи во лачење на жолчката, но и функционирање на бубрезите.

Кај црниот дроб врши притисок истиснувајќи ја крвта во долната шуплива вена, а помага и во актот на дефекација, уринирање и породување вршејќи притисок на стомачната празнина.

2.7.1 Мускули на стомакот

Се протегаат од градниот кош до карлицата и го образуваат предниот ѕид на стомачната празнина свиткувајќи го градниот кош и 'рбетникот кон напред, па така тие се антагонисти на грбните мускули.

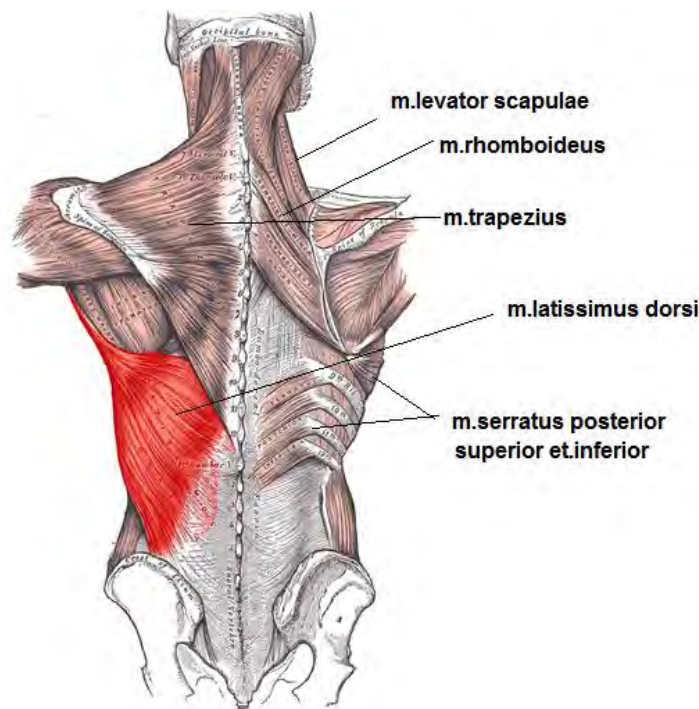
Соединувачкото ткиво од овие мускули се наоѓа напред и се затвора во вертикално поставен **прав стомачен мускул** (*m.rectus abdominalis*) кој се наоѓа на предната страна во вид на долга широка лента повлекувајќи го градниот кош надолу, а при фиксирана положба ја повлекува карлицата нагоре, потоа **надворешен кос стомачен мускул** (*m.obliquus externus abdominalis*), распространет странично од правиот мускул, **внатрешен кос стомачен мускул** (*m.obliquus internus abdominalis*), чии влакна заемно се вкрстуваат и го искривуваат 'рбетникот на страна и **напречен стомачен мускул** (*m.transversus abdominalis*) кој е најдлабок стомачен мускул чии влакна се поставени напречно на надолжната оска на телото.



Слика 23: Мускули на стомак

2.7.2 Мускули на грбот

Кај мускулите на грбот разликуваме површински и длабински мускули. Површинските се група од доста широки мускули кои се прицврстуваат за раменскиот појас од задната страна и го регулираат неговото движење. Најпознат во оваа група е **трапезоиден мускул** (*m.trapezius*) кој е широк сплескан мускул и зафаќа голем дел од грбната страна чии влакна одат во различни правци. Доста познат е и **најширок грбен мускул** (*m.latissimus dorsi*) кој има триаголна форма повлекувајќи ја рамената коска кон телото, **мускул поткренувач на лопатката** (*m.levator scapulae*), **ромбовиден мускул** (*m.rhomboideus*), сместен веднаш под трапезоидниот доближувајќи ги лопатките една кон друга при што го истура градниот кош на напред, **горен и долен запчест мускул** (*m.serratus posterior superior et inferior*) ги подигнува и спушта ребрата.



Слика 24: Мускули на грбот

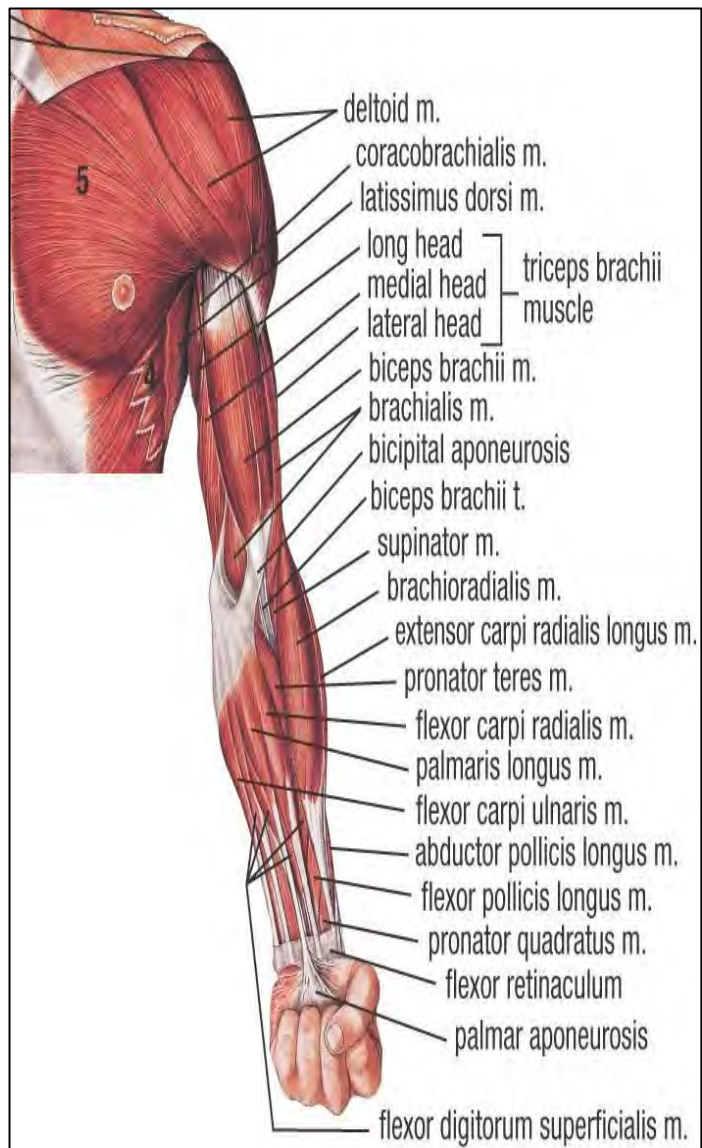
2.7.3 Мускули на раменски појас и горни екстремитети

Во оваа група на мускули спаѓаат **мускули на рамо**, **мускули на надлактица**, **мускули на подлактица** и **мускули на дланка**.

- Во раменскиот појас се наоѓаат **четири** мускули кои со помош на градните и грбните учествуваат во движење на раменскиот појас.

Во раменскиот појас поважни мускули се: **делтовиден мускул** (*m. deltoideus*) кој се наоѓа површински. Тој е доста силен и потсетува на буквата делта, па така и се нарекува. Овој мускул учествува во оддалечување на раката кон страните до хоризонтални движења, **подлопаткиниот мускул** (*m. subscapularis*) кој лежи под лопатката и ја фиксира нејзината положба, **подгребен мускул** (*m. infraspinatus*) кој ја врти раката нанадвор и **надгребен мускул** (*m. supraspinatus*) кој ја подига раката нанапред и странично.

- Сите мускули на надлактицата, со исклучок на еден, се прицврстуваат за коски од подлактичниот дел, а со тоа се овозможува движење на зглобот на лактот. Од овој дел најпознати се три мускули а тоа се: **раменски мускул** (*m. brachialis*) кој го превиткува зглобот на лактот, **двоглав мускул на рамото** (*m. biceps brachii*) со две глави кој го превиткува подлактичниот дел во зглобот на лактот, но и делува како подигнувач (супинатор) и **триглав мускул на надлактицата** (*m. triceps brachii*) кој е сместен одзади на надлактицата и има три глави.
- Во мускули на подлактица спаѓаат многу мускули кои учествуваат во свиткување и исправување на дланката и прстите.
- Кај дланката се вбројуваат околу 19 мускули поделени во три групи од кои ќе ги истакнеме мускулот над палецот кој се вика **тенар** и мускулот над малиот прст наречен **хипотенар**.

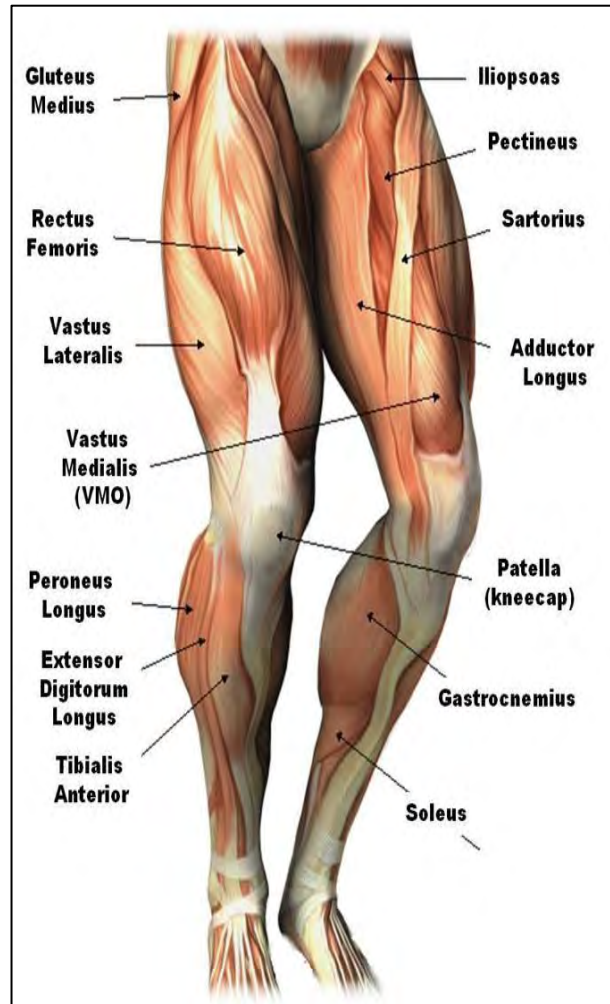


Слика25: Мускули на горен екстремитет

2.7.4 Мускули на карличен појас и долни екстремитети

Во оваа група на мускули спаѓаат **мускули на бедро, мускули на бутот, мускули на потколеницата и мускули на стапалото.**

- Мускулите на бедрото го опкружуваат зглобот на бутот од сите страни вршејќи разни движења. Поважни мускули кои спаѓаат овде се: **слабинско-бедрен мускул** (*m.iliopsoas*) сместен од внатрешна страна на карлицата и помага во свиткување на ногата, **голем седален мускул** (*m.gluteus maximus*) е доста широк мускул кој го исправа бутот, но и го доближува до средната линија и има важна улога при трчање и одење, **среден седален мускул** (*m.gluteus medius*) сместен е под големиот седален мускул и **најмал седален мускул** (*m.gluteus minimus*) кој е најдлабоко сместен.
- Во мускули на бутот влегуваат три групи на мускули. На внатрешната страна од бутот се долги мускули со кои бутот се доближува кон средната линија. Тука се **долгиот, големиот и куиот адуктор** (*m.adductor longus, m.adductor magnus, m.adductor brevis*) кои се спојуваат со бутната коска од карлицата. На предната страна се два мускула и тоа **четириглав мускул** (*m.quadriceps femoris*) составен од четири глави зафаќајќи ја целата предна страна и е еден од најсилните мускули во телото кој учествува во исправање на зглобот на коленото (при движење и удирање топка) и **терзискиот мускул** (*m.sartorius*) кој го свиткува бутот и потколеницата и е еден од најдолгите мускули. На задната страна се три мускули со кои коленото се свиткува, а бутот се исправа во зглобот со карлицата.



Слика 26: Мускули на долни екстремитети

Тоа се **двоглав мускул на бутот** (*m.biceps femoris*), **полусувожилен** (*m.semitendinosus*) и **полумембранозен** (*m.semimembranosus*).

- Мускули на писката (потколеница) имаат форма на вретено или перо. И овде на предната страна се мускули кои го исправаат стапалото, а задните мускули ги свиткуваат прстите и стапалото. **Предниот голеничен мускул** (*m.tibialis anterior*) започнува од горниот крај на потколеницата а завршува со коренот на стапалото. **Триглав мускул на писката** (*m.triceps surae*) се наоѓа на задната страна и го образува најголемото испакнување на листот. Овој мускул се состои од двоглав мускул на листот (*m.gastrocnemius*) и листен мускул (*m.soleus*). Гастрокнемиусот тргнува со две глави од обата кондила на фемурот, а листниот мускул тргнува од обете коски на потколеницата. Завршна тетива од триглавиот мускул е таканаречената **Ахилова тетива** (*tendo calcaneus*) која по својата функција е најсилен свиткувач на петицата.
- Мускулите на стапалото се поделени на горни и долни мускули. Во **горни мускули** е само 1 мускул кој ги исправа прстите, а во **долните мускули** се три групи: медијална, латерална и средна група со кои се свиткуваат, доближуваати оддалечуваат прстите и на тој начин го зацврстуваат стапалото. Вкупно во стапалото има околу 20 мускули



Со совладување на овие содржини
ученикот ќе биде способен да:
именува коски, мускули и зглобови
на глава, труп и екстремитети
и објаснува нивна градба и функција.

Запомни

- Локомоторниот систем го сочинуваат: коски, мускули и зглобови.
- Коските кај човекот се поделени на:
коски на глава, коски на трупот и коски на екстремитетите.
- Кај долгите коски разликуваме средишен издолжен дел
дијафиза (*diaphysis*) и крајни проширени делови епифизи (*epiphysis*).
- Поврзување на две соседни коски се врши преку зглобови.
- Науката која ги проучува коските се вика *osteologija*, за мускулите се
вика *myologia*, а науката за зглобовите е *sindesmologija*.

- Мускулниот систем зафаќа 45– 50 % од телесната тежина на човекот.
- Мускулите се поделени на: напречно-пругасти, мазни и срцев мускул.
- Исто како и коските и тие се поделени на мускули на глава, мускули на труп и мускули на екстремитети.

Прашања за проверка на знаењата:

- 1.Објасни ја градбата на коските!
- 2.Кој им ја дава цврстината и еластичноста на коските?
- 3.При скршеница на коска кој дел од неа учествува во нејзиното обновување?
- 4.Опиши ја градбата на градниот кош!
- 5.Од кои коски се состојат карличниот и раменскиот појас кај човекот?
- 6.На кој начин се поврзани коските меѓусебе?
- 7.Наведи ги трите типа на мускулно ткиво!
8. Објасни ја градбата на мускулна клетка!
- 9.Преку што се поврзани коските и мускулите?



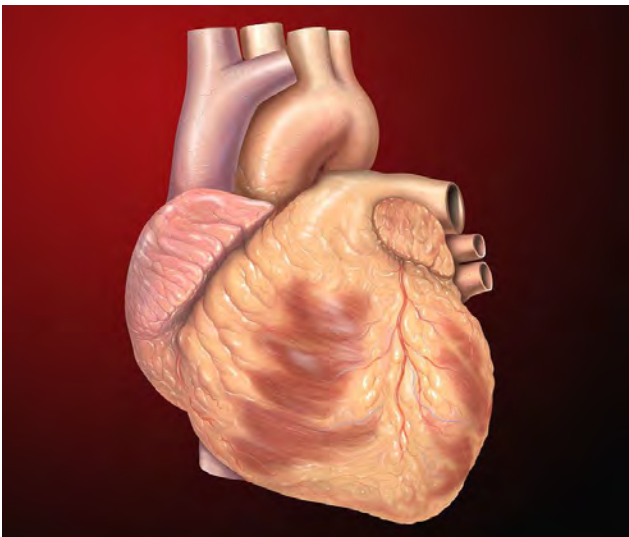
Активност: Анализирај кои се разликите меѓу изотоничната и изометриската контракција на мускулите! Демонстрација на коски и зглобови во процес на движење!

Модуларна единица 3:

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА НА
КАРДИОВАСКУЛАРЕН СИСТЕМ,
КРВ И ЛИМФА**

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- објаснува местоположба, градба и функција на срце;
- именува главни крвни садови од артерискиот и венскиот систем и опишува голем и мал крвоток;
- мери крвен притисок и пулс и познава вредности на нормален, покачен и намален крвен притисок;
- објаснува состав, физичко-хемиски особини и функции на крвта и прави разлика меѓу крвни клетки;
- препознава карактеристики на различни крвни групи во АВО-системот и значење на Rh-фактор;
- опишува лимфен систем и негова функција.



3.1 Градба и функција на срце	37
3.2 Срцев циклус	38
3.3 Морфологија на крвни садови	40
3.3.1 Белодробен-мал крвоток	41
3.3.2 Телесен-голем крвоток	42
3.4 Крвен притисок и пулс	42
3.5 Состав, физичко-хемиски особини и функции на крвта	45
3.6 Крвни групи и Rh-фактор	49
3.7 Лимфен систем	52

3.1 Градба и функција на срце

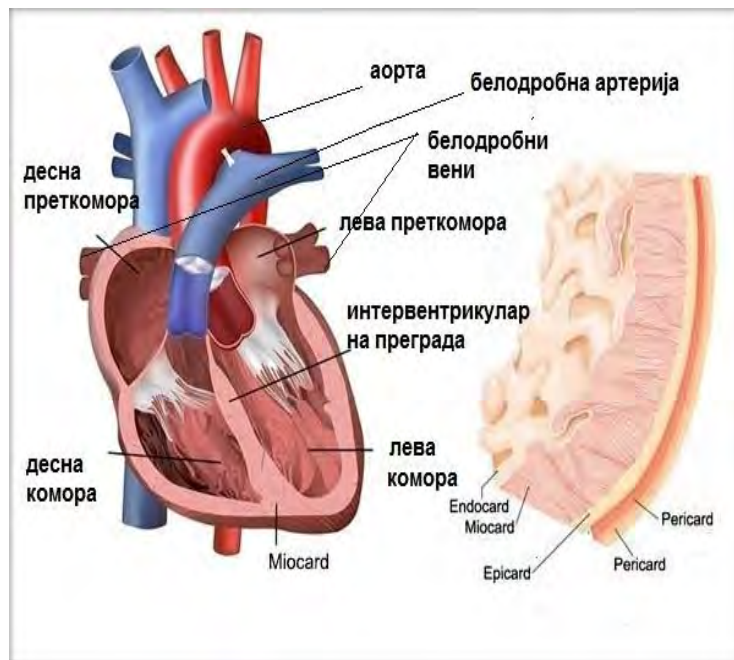
Срце (*cor*) е главен орган во системот за крвоток. Претставува шуплив мускулен орган кој со своите ритмички контракции ја истиснува крвта во артериите. Има форма на тристрана пирамида со врвот завртена надолу и налево. Кај мажите срцето е поголемо и има тежина од 280 до 340 грама, додека кај жените помало од 230 до 280 грама. Сместено е во градната празнина меѓу двете белодробни крила над дијафрагмата. Сидот на срцето е изграден од 3 слоја:

-внатрешен или ендокард (*endocardium*) изграден од ендотел

-среден или миокард (*myocardium*) кој го сочинуваат срцевиот мускул, тој е најдебел и најсилен

-надворешен или епикард (*epicardium*) составен од соединувачко ткиво.

Околу срцето има **околусрцева обвивка** (*pericardium*) која има заштитна улога и е составена од надворешен лист (*pericardium*) и внатрешен (*epicardium*) кој налегнува на срцето.



Слика 27: Градба на срце

Помеѓу овие два листа има тесен простор исполнет со серозна течност која го намалува триењето меѓу нив. Со една надолжна линија срцето е поделено на лева половина низ која тече **оксидирана крв** и десна половина низ која тече **редуцирана крв**. Со напречна преграда срцето е поделено на 2 **преткомори** (*atrium*) и 2 **комори** (*ventriculus*). Од десна страна меѓу преткомора и комора се наоѓа **трикуспидален залисток** изграден од три клапи кој овозможува крвта да помине од десната преткомора во десната комора. Во левата половина се наоѓа залисток изграден од 2 листа и е наречен **бикуспидален или митрален залисток** кој овозможува проток на крв од левата преткомора во левата комора. Нивната функција е да спречат крвта да се врати назад. Мускулниот сид на левата комора е подебел од оној на десната.

Во **десната преткомора** се враќа редуцирана крв богата со јаглероден диоксид од целото тело преку **горната и долна шуплива вена**, која потоа продолжува преку трикуспидалниот залисток во десната комора. Од **десната комора** редуцираната крв преку **белодробната артерија** ја носи крвта до белите дробови од каде ќе се исфрли надвор јаглеродниот диоксид. Белодробна артерија е исклучок бидејќи носи редуцирана крв за разлика од другите артерии кои носат оксидирана крв. Оксидираната крв од белите дробови преку **четири белодробни вени** ја носат крвта до **левата преткомора**. Четирите белодробни вени се разликуваат бидејќи се знае дека вените носат редуцирана крв. Потоа преку митралниот залисток крвта богата со кислород поминува во **левата комора** од каде што излегува најголемиот крвен сад **аорта** кој ќе ја однесе крвта до сите клетки од нашето тело. Ваквото движење на крвта го сочинува **телесниот крвоток** кој е поделен на **мал и голем** крвоток (види слика 30) .

3.2 Срцев циклус

Срцето работи на принципот на пумпа. Тоа се контрахира и релаксира со цел да ја спроведе крвта до клетките и повторно да ја врати назад во срцето. Во таа активност се разликуваат три фази:

- Фаза на контракција на срцето–систола
- Фаза на релаксација на срцето–дијастола
- Срцева пауза, која трае од завршетокот на систолата на коморите до почетокот на систолата на преткоморите. Во оваа фаза срцето се полни со крв.

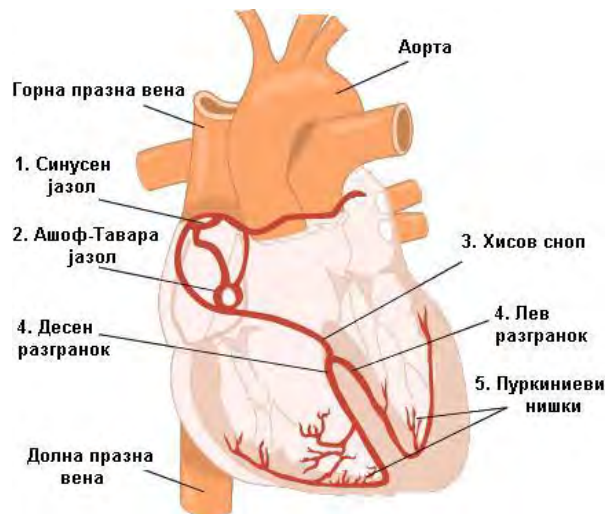
Ако фреквенцијата на срцето изнесува 75 отчукувања во минута, еден срцев циклус се состои од една контракција и една релаксација на миокардот која трае 0,8 секунди. Во вакви услови систола на преткоморите трае 0,1 секунда, дијастола на преткоморите 0,7 секунди, систола на комори 0,3 секунди, дијастола на комори 0,5 секунди и срцева пауза 0,4 секунди.

За време на паузата десната преткомора се полни со редуцирана крв преку горна и долна шупла вена, а во исто време левата преткомора се полни со оксидирана крв од четирите белодробни вени кои носат крв од белите дробови. Бидејќи коморите се наоѓаат под преткоморите крвта пасивно се слива преку залистоците и влијанието на гравитационата сила. После тоа следи контракција на преткоморите и крвта поминува во комори и пак започнува контракција на комори. Ова е контракција која не ја менува должината на мускулот туку само тонусот. Кога притисокот во коморите ќе биде поголем отколку во аортата започнува исфрлање на крвта во крвните садови сè до момент кога ќе се намали притисокот кога ќе се затворат залистоците и започнува срцевата пауза.

Фреквенцијата на срцето е од 60 до 80 удари во минута, а тој број може да се зголеми при зголемена физичка работа, а при спиење и одмарање може да се намали до 50-60 удари во минута. Кај новороденче е 140 удари во минута а кај деца до 1-2 години се намалува на 110. И кај возрасни луѓе над 50 години повторно се зголемува. Во патолошки состојби под 60 удари во минута станува збор за **брадикардија**, а над 80-90 удари станува збор за **тахикардија**.

Срцето работи автоматски под дејство на импулси што се создаваат во синусниот јазол кој уште е наречен и предводник на срцевиот ритам (види слика 28).

Во сидот на десната предкомора под местото каде влегува горна шуплива вена (v.cava superior) се наоѓа **синусниот јазол** или како уште се нарекува **Кејт – Флаков (Keith-Flack-ов или K-A јазол)**. Овој јазол преставува предводник на срцевата работа, односно тука се создаваат срцевите импулси кои се шират низ предкоморите со брзина од 1 m/sec и стигнуваат до преткоморно–коморниот јазол (**Aschoff-Tawara** или **A-B јазол**)—сместен во долниот дел на десната преткомора. Ова ќе овозможи истовремена контракција на двете преткомори. Овој јазол може да ги задржува импулсите со што се одложува нивниот пренос до коморите. Импулсите од A-B јазол се движат со брзина од 0,2 m/sec со што ќе заврши контракцијата на преткоморите а ќе започне контракција на коморите. Преку **Хисовиот сноп (HIS-овиот сноп**, започнува од A-B јазолот, минува низ мускулната преграда на коморите и се разгранува две гранки кои завршуваат со Пуркиниевите нишки во сидовите на коморите) импулсот стигнуваат до Пуркиниевите клетки кои се наоѓаат во сидот на коморите и стигнува до врвот на срцето. Со тоа се остварува контракцијата на коморите, а крвта се испумпува во крвните садови. Овој импулс се движи со најголема брзина од 4 m/sec. Додека импулсот минува низ срцето тоа е ненадразливо и овој период се вика рефрактерен период.



Слика 28: Спроводен систем на срце

3.3 Морфологија на крвни садови

Крвта во циркулаторниот систем се движи низ срцето и крвните садови. Разликуваме 3 вида на крвни садови:

- **Артерии** (*arteriae*)—се еластични крвни садови кои ја носат крвта од левата комора низ целото тело и од десната комора до белите дробови. Тие се разгрануваат до ситни крвни садови—артериски капилари и ги снабдуваат клетките со кислород.

Сместени се длабоко во телото следејќи ги коските, а над нив се сместени мускулите. Сидот на артериите е изграден од надворешен, внатрешен и среден слој кој е подебел и им дава на артериите голема еластичност.

Сите артерии носат оксидирана крв со исклучок на белодробната артерија (*a.pulmonalis*). Најголем артериски крвен сад е аортата (*aorta*) која прво прави лак (*arcus aortae*) и тече како градна аорта (*aorta thoracica*) а делот локализиран во стомачната празнина се именува како стомачната аорта (*aorta abdominalis*) одделувајќи голем број на артериски крвни садови.

- **Вени** (*venae*)—за разлика од артериите нив ги има во поголем број, имаат слична градба чиј внатрешен слој е потенок, но имаат поголем дијаметар, па поради ова тие и не се толку еластични.

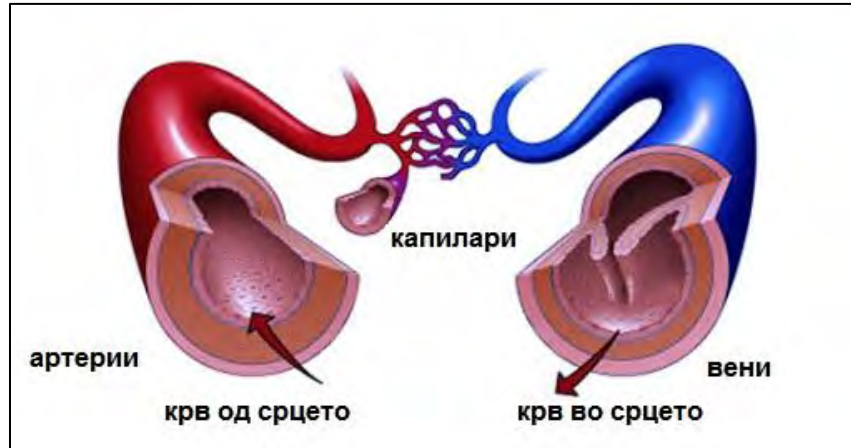
Тие ја враќаат крвта назад во срцето и носат редуцирана крв со исклучок на четирите белодробни вени кои носат оксидирана крв во срцето.

Карактеристично за нив е дека во својата внатрешност содржат клапи (*valvulae*) чија функција е да не дозволат крвта да се врати назад поради нејзиното бавно течење. При долго стоење може да дојде до попуштање на сидовите на вените и да се појават попуштени вени. Најпознати и најголеми венски садови се горна и долна шуплива вена (*v.cava superior, v.cava inferior*).

- **Капилари** се најмали крвни садови кои се многу тенки и изградени од еднослоен епител.

Поради тенкиот сид, но и поради тоа што крвта бавно се движи овде се случува размената на гасовите. Формата, големината и бројот на капиларите во различните органи е различен и главно зависи од функцијата на органот.

Вкупната должина на сите капилари во организмот се цени на околу 100 000 km (види слика 29).

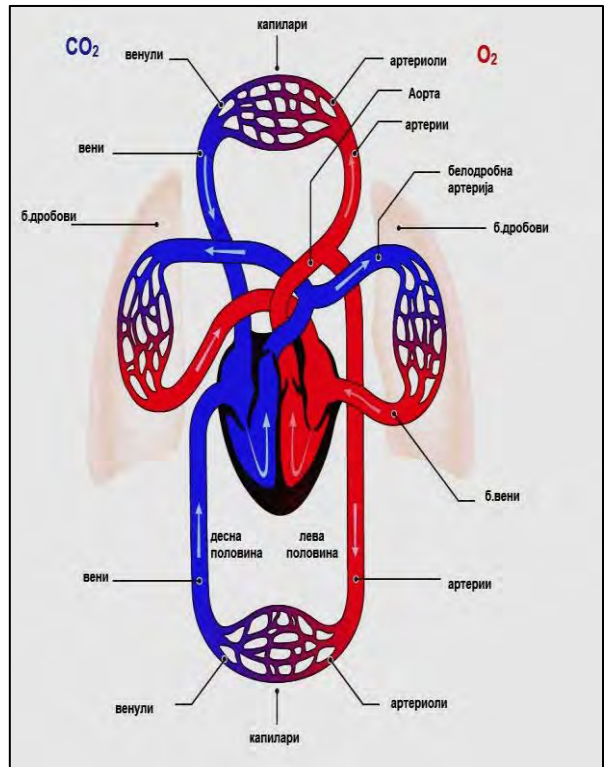


Слика 29: Крвни садови

3.3.1 Белодробен–мал крвоток

Белодробниот крвоток го опфаќа патот на движењето на крвта меѓу срцето и белите дробови.

- Почнувајќи со систолата на комората, редуцираната крв се пумпа во белодробната артерија (*a.pulmonalis*).
- Белодробната артерија над срцето се разгранува на две гранки преку кои крвта се пренесува во двете белодробни крила.
- Белодробните артерии се разгрануваат на артериоли кои преминуваат во мрежата од капилари.
- На ниво на капиларите настанува размена на гасовите меѓу крвта и белите дробови, а од нив во обратна насока дифундира кислородот во крвта.
- На капиларната мрежа се надоврзуваат венулите кои се влеваат во четирите белодробни вени.
- Оксидираната крв во левата преткомора се враќа преку четирите белодробни вени.



Слика 30: Голем и мал крвоток

3.3.2 Телесен – голем крвоток

Телесниот крвоток го опфаќа патот на движењето на крвта од левата комора на срцето до сите делови на телото и враќање на крвта во десната преткомора.

- Од аортата (*aorta*) што лежи во градна празнина се формира лак, а потоа продолжува во **градна аорта**, додека делот во stomachна празнина е **стомачна аорта**. По излегување аортата дава две коронарни артерии кои носат крв во срцевиот (коронарен) крвоток. Аортниот лак има 3 гранки: брахиоцефалично стебло, лева заедничка каротидна артерија и лева потклучна артерија.
- Од градниот дел се одделуваат артерии за сите органи во градната празнина, освен за белите дробови.
- Аортата откако ќе ја помине дијафрагмата поминува во stomachна аорта. Од неа се одделуваат артерии за сите органи во stomachната празнина, снабдувајќи ги со хранливи материи и кислород.
- Аортата во висина на слабинските прешлени се разделува на 2 артерии што носат оксидирана крв во долните екстремитети и карлицата.
- Сите артерии се разгрануваат на артериски садови со помал дијаметар, продолжуваат во артериоли кои завршуваат во капиларната мрежа. Преку капиларите настанува размена на хранливите материи и гасови во клетките додека со нив во крвта се преземаат јаглеродниот диоксид и продуктите на метаболизмот.
- Венулите и поголемите венски садови ја собираат крвта од нозете, органите од карличната празнина, бубрежниот и црнодробниот портен систем и преминува во долната празна вена. Од горниот дел на телото, од главата, вратот и рацете крвта се собира во горната шуплива вена. Горната и долната шуплива вена заедно ја носат редуцираната крв во десната преткомора на срцето со што се затвора кругот на големиот крвоток (види слика 30).

3.4 Крвен притисок и пулс

Низ крвните садови крвта се движи под одреден притисок наречен **крвен притисок**. Тоа е притисок што го врши крвта врз сидовите на крвните садови. Најголем притисок имаме во аортата, а како што се движи понатаму крвта, тој се намалува и при влез во срцето во вените е приближно еднаков на нула. Крвниот притисок зависи од количеството на крвта што се внесува во крвните садови и од количеството на крвта што истекува од нив, како и од контракциите на мазните мускулни влакна што се наоѓаат во средниот дел на нивниот сид. Крвниот притисок зависи и од состојбата на крвните садови на периферијата.

Имено, ако во нив има вазоконстрикција (намалување на пречникот на крвните садови со контракција на мазната мускулатура) што ќе услови доаѓање на поголемо количество на крв во срцето, мускулните клетки во миокардот ќе се растегнат. Врз крвниот притисок во крвните садови дејствуваат и повеќе производи на метаболизмот. Дејство врз крвниот притисок има и екстрацелуларната течност. При внесување поголема количество вода и други течности, како и натриум хлорид, се зголемува водата во крвта, а со што се зголемува количеството на крвта што протечува низ срцето, а со тоа се зголемува и крвниот притисок. Хормоните, исто така, имаат дејство врз крвниот притисок. Тие се испуштаат во различни ткива и органи во различни услови на организмот. Така, ацетил холинот има вазодилататорно дејство (ширење на крвните садови), а хистаминот што се ослободува при каснување од некои инсекти или изгореници, има вазоконстрикторно дејство врз артериодите, а големо вазодилататорно дејство врз капиларите. Адреналинот дејствува стимулативно на работата на срцето, а со тоа и на крвниот притисок.

Важен податок за оценката на здравствената состојба на човекот е вредноста на крвниот притисок. Инструментот што најчесто се користи за мерење на крвниот притисок е наречен сфингломанометар, а мери две вредности:

- **Систолен притисок**, што се наоѓа во текот на мускулната контракција на срцето, кој изнесува околу 120 милиметри живин столб (mm Hg).
- **Дијастолен притисок**, што се наоѓа во текот на олабавувањето на срцевиот мускул кој изнесува околу 80mmHg.

Крвниот притисок се прикажува како сооднос на систолниот притисок и дијастолниот притисок, на пример 120/80mm Hg.

Категорија	<u>систолен,</u> <u>mm Hg</u>	<u>дијастолен,</u> <u>mm Hg</u>
<u>Хипотензија</u>	< 90	< 60
Посакуван	90–119	60–79
<u>Прехипертензија</u>	120–139	80–89
Фаза 1 на <u>хипертензија</u>	140–159	90–99
Фаза 2 на хипертензија	160–179	100–109
<u>Хипертензивна криза</u>	≥ 180	≥ 110

Табела 5: Вредност на крвниот притисок

За негово мерење потребен ни е апарат составен од: манжетна, манометар, пумпа за пумпање воздух во манжетната како и стетоскоп (види слика 31). Манжетната се прицврстува за лакотниот дел на раката, а со пумпата се пумпа воздух во неа при што доаѓа до стегање на раката запирајќи го крвотокот.

Потоа со помош на винтот на пумпата полека се отпушта воздухот, а на стетоскопот внимателно се слушаат ударите на срцето кои се регистрираат на манометарот. Мерењето се врши така што на скалата се чита вредноста на првиот удар кој сме го слушнале (систолен притисок) и вредноста на последниот удар кој сме го слушнале (дијастолен притисок).

Како најпрецизни апарати за мерење на крвен притисок се сметаат живините апарати кои го заменуваат манометарот.

Нормалниот крвен притисок има вредност **120/80mm Hg**. Честопати во разни ситуации крвниот притисок отстапува од својата нормална вредност, па може да биде зголемен или уште се нарекува **хипертензија**, или да се намали состојбата позната како **хипотензија** (види табела 5).



Слика 31: Апарат за мерење на притисок

Пулс означува чувство на чукањето на срцето осетено со прсти преку палпација на артерија.

Пулсот може да се осети на кое било место кое дозволува една артерија да биде притисната наспроти коската, како кај вратот (каротидна артерија), на внатрешноста на лакотната јама (брахијална), на рачниот зглоб (радијална), препоните (феморална), зад колениот (поплитеална), близу скочниот зглоб (задна тибијална) и на стапалото (dorsalis pedis).

Пулсот, како броене на артериското пулсирање во една минута, е истоветен со мерење на срцевата фреквенција. Науката која го изучува пулсот е наречена сфигмологија.

3.5 Состав, физичко-хемиски особини и функции на крвта

Крвта како течно соединувачко ткиво е црвена, густа, непротирна течност која има посебен мирис и солени вкус. Во човечкото тело со тежина околу 70 kg циркулира околу 5-6 литри крв. Во организмот крвта има многу важни функции:

- **Транспортна функција**- која може да се подели на:
 - а) *респираторна*-ги пренесува гасовите како кислород кој преку алвеолите навлегува во крвта или јаглеродниот диоксид кој преку крвта навлегува во алвеолите за да се исфрли во надворешната средина,
 - б) *екскреторна*-отстранува непотребни материи од организмот преку бубрезите и вишокот на електролити и вода од ткивата до екскреторните органи,
 - в) *нутритивна*-таа е медиум преку кој се пренесуваат хранливите материи кои во крвта доаѓаат преку тенкото црево.
- **Хуморална функција**-ги пренесува хормоните од ендокрините жлезди и бројни физиолошки активни материи.
- **Заштитна функција**-учествува во одбрана на организмот од разни напаѓачи преку леукоцитите.
- **Хомеостатска функција**-ја одржува температурната и јонска рамнотежа, постојан осмотски притисок и др.

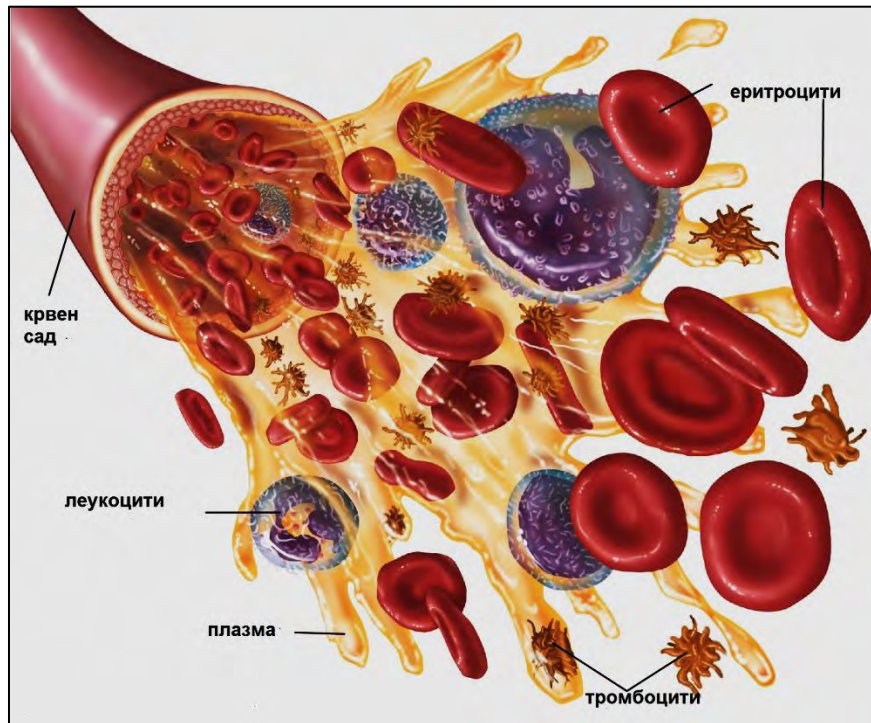
Составена е од два дела: **крвна плазма и крвни клетки**.

- **Крвната плазма** зафаќа околу 55% од крвта. Таа е жолтеникава течност во која има најмногу вода околу 90%, а останатите 10% се органски и неоргански материи.

После водата најзастапени се протеините како што се албумини кои се создаваат во црниот дроб од каде доаѓаат во крвта и учествуваат во транспорт на хормони, глобулини кои се главни носители за одбрана на организмот во вид на антитела и фибриногени кои учествуваат со тромбоцитите во коагулација на крвта.

Во крвната плазма има и јаглехидрат глюкоза која доаѓа при ресорпција на шеќерите од дигестивниот тракт или при разградување на гликогенот од црниот дроб. Присутни се минерални соли како натриум, калиум, магнезиум, железо, калциум итн. Присутни се липиди, аминокиселини, уреа, мочна киселина, хормони, хлориди, ензими, антитела и др.

Со центрифугирање или седиментација на крвта, крвната плазма се издвојува над крвните клетки кои паѓаат на дното од садот. Процентуален однос меѓу крвната плазма и оформените елементи на крвта се нарекува **хематокрит**. Кај здрави луѓе овој однос е прилично стабилен. Мажите имаа повисок хематокрит во однос на жените. Тој се намалува при анемии, силно озрачување, а се зголемува при губење течности, потење, изгореници, дијареа итн.



Слика 32: Крвни клетки

Крвните клетки се поделени на **еритроцити**, **леукоцити**, **тромбоцити**.

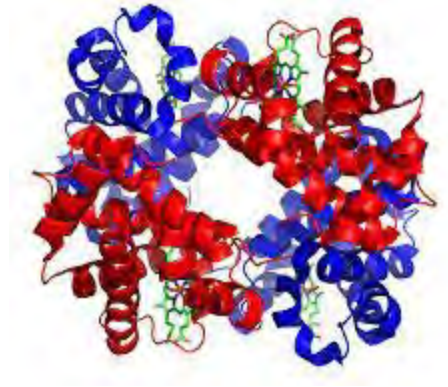
- **Еритроцити** се црвени крвни клетки кои се најбројни од сите останати. Нивниот број изнесува околу $4-5 \times 10^{12}/l$ крв. Овој број честопати може да се зголеми при престој на голема надморска височина над 2500 m—**еритроцитоза** или да падне под долната граница при крвавења или други болести—**еритропенија**.

Нивното создавање е во коскената срцевина, а се распаѓаат во црниот дроб и слезината. Имаат форма на двојно вдлабнат диск со должина од 7-8 микрони и ширина од 2 микрони. Тие не содржат јадро и животниот век е околу 90–120 дена.

Во својот состав содржат најмногу вода околу 67%, а покрај јаглехидратите, масти и фосфатиди ја содржат најважната компонента **хемоглобин** кој претставува крвен пигмент со црвена боја од каде доаѓа и бојата на еритроцитите. Неговата количина се движи од 12,5 до 17 g во 100 cm^3 крв. Покрај бојата тој има важна улога и во транспортот на гасовите како кислород и јаглероден диоксид. Во својот состав содржи јон на железо—**хем** како и белковинеста материја—**глобин**. Кога се врзува со кислородот создава соединение **оксихемоглобин**, а со јаглеродниот диоксид **карбохемоглобин**. Хемоглобинот најлесно се врзува со јаглерод моноксид формирајќи **карбоксихемоглобин**, спречувајќи го да се врзе за кислородот и за кратко време поради неговата токсичност доведува до труење во организмот. Мембраната на еритроцитите е лесно пропустлива кога ќе се најдат во хипертонична (водата излегува од нив) или хипотонична средина (водата навлегува внатре и тие пукаат).



Слика 33: Еритроцити



Слика 34: Хемоглобин

- **Леукоцитите** се бели крвни клетки и нивниот број се движи $4-11 \times 10^9/l$ крв. При обилен појадок, менструален циклус или поголем физички напор може да се зголеми—**леукоцитоза**, а намалениот број е **леукопенија**.

Освен во коскената срцевина некои се создаваат и во тимусот, лимфните жлезди и јазли како и слезината. Од посебно значење се при лабораториска анализа на крвта. Според составот најмногу, околу 80% содржат вода, гликоген, хепарин и хистамин.

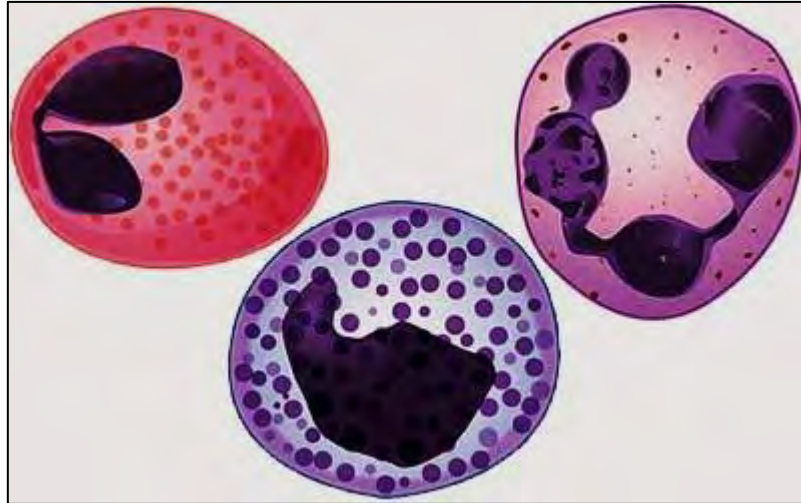
Немаат постојана форма туку најчесто се амебовидни. Оваа форма е важна за нивното амебовидно движење, дијапедеза кога може да излезат од крвниот сад и хемотаксија кога се привлечени од разни токсини од бактерии, производи на коагулација и др.

Но сепак, најважна функција има фагоцитозата со која учествуваат во имунолошкиот систем бранејќи го организмот од заразни болести, бактерии и вируси. За разлика од еритроцитите имаат јадро, па според тоа се поделени на 2 вида:

1. **гранулоцити**
2. **агранулоцити**

Гранулоцитите го сочинуваат поголемиот дел на леукоцити во периферната циркулација и во зависност од сегментацијата на јадро ги има 3 вида:

- **Неутрофили** кои се борат против бактерии и нивното јадро е сегментирано на повеќе делови.
- **Еозинофили** кои се борат против паразити и ја контролираат алергиската реакција која се јавува при вдишување чие јадро е поделено на 2 дела со форма на дисаѓи.
- **Базофили** кои ослободуваат хистамин при реакција на вдишување и јадрото кај нив го зафаќа најголемиот дел од клетката.



Слика 35: Гранулоцити

Агранулоцитите се поделени на 2 вида:

- **Лимфоцити** кои кружат во лимфниот систем и ги има 3 вида:
 - а) В-лимфоцити настануваат во коскена срцевина (ang. *Bone marrow-B-cells*). Тие создаваат антитела кои ги уништуваат патогените материи.
 - б) **Т-лимфоцити** настануваат во коскена срцевина, но созреваат во тимусот (ang. *Thymus –T-cells*).
 - в) **Клетки убијци** настануваат во коскена срцевина (ang. *Natural Killer Cells*). Нивната улога е уништување на клетки инфицирани со вирус како и клетките на ракот.
- **Моноцити** кои исто кружат во лимфниот систем и можат да влезат во други ткива фагоцитирајќи ги изумрените клетки во организмот.



Слика 36: Агранулоцити

- **Тромбоцити** се крвни плочки чиј број се движи $140\text{--}340 \times 10^9/\text{l}$ крв. И тие немаат јадро, имаат бела боја и се со големина од 4 микрони (види слика 32). Нивното создавање е во коскената срцевина и имаат многу мал век на живеење околу 1 недела.

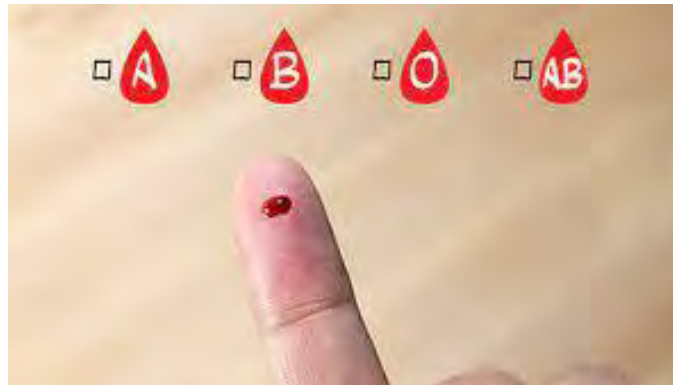
Во нивниот состав влегуваат ЕР и Голџиев комплекс со чија помош синтетизираат ензими важни за нивната најважна функција **коагулација на крвта**.

Содржат и митохондрии, а нивната мембрана содржи глукотеини што го отежнува нивното броење на микроскоп. Бидејќи во својот состав содржат серотонин и ензим тромбопластин кои многу лесно може да излезат со нивна повреда создавајќи израстоци со кои се поврзуваат и на тој начин го спречуваат крвавењето во организмот. Ова се однесува на помали крвни садови, а кај поголемите крвни садови процесот е посложен (види слика 37).



Слика 37: Коагулација

3.6 Крвни групи и Rh-фактор



Крвта кај луѓето е поделена на неколку групи во зависност од присуството на антигените во мембраната на еритроцитите. Ако тие се внесат во некој друг организам стапуваат во реакција со антителата на домаќинот предизвикувајќи реакција антиген-антитело. Кај човекот постојат два антигена (аглутиногени) кои се бележат со буквите А и В. А во плазмата постојат антитела (аглутиници) кои реагираат со соодветниот антиген и нив ги бележиме со α и β (види табела 6). Истоимените аглутиногени и аглутиници (А и α ; В и β) никогаш не се наоѓаат заедно во крвта на еден организам бидејќи реагираат меѓусебно според имунолошка реакција антиген-антитело и настанува **аглутинација** (слепување на еритроцитите). Во зависност од нивното присуство или отсуство разликуваме **4 крвни групи** и тоа: **А, В, АВ и О** кои го сочинуваат **ABO-системот**.

Овие ознаки всушност го означуваат присутниот антиген во мембраната на еритроцитите. Ако еритроцитот го има антигенот А станува збор за крвна група А, ако е присутен В, тогаш е крвна група В, ако се присутни и двата антигени крвната група е АВ, а ако ги нема тогаш е крвна група О.

Ова е посебно важно при процесот на трансфузија на крв и затоа мора многу да се внимава!

Крвни групи	Антигени(еритроцити)	Антитела(плазма)
О	/	α и β
А	А	β
В	В	α
АВ	АВ	/

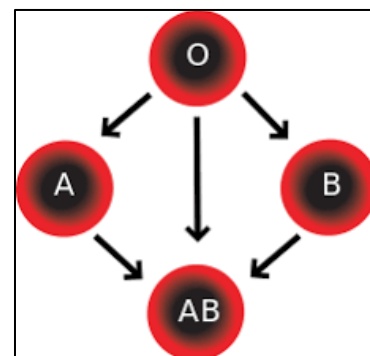
Табела 6: Крвни групи

Од табела 6 може да се утврди дека крвната група **О** може да даде крв на сите бидејќи во мембраната на еритроцитите нема антигени кои би можеле да направат реакција антиген-антитело и затоа уште се нарекува **универзален дарител**, а **АВ** може да прими од сите бидејќи во крвната плазма нема антитела и затоа се нарекува **универзален примател**.

Може да се примени и следнава шема на слика 37 на дарување крв, но денес најчесто се применува постапката секоја крвна група да си даде на својата крвна група со што се намалува и процентот на несакани ефекти.

Крвната група се одредува:

- кога е потребна операција,
- пред трансфузија,
- пред дарување крв,
- пред дарување орган за трансплантација,
- за време на бременоста,
- во случај кога е потребно да се одреди крвно сродство.



Слика 38: Шематски приказ на дарување крв

Наследување крвни групи				
Мајка / Татко ♀ ♂	O	A	B	AB
O	O	O, A	O, B	A, B
A	O, A	O, A	O, A, B, AB	A, B, AB
B	O, B	O, A, B, AB	O, B	A, B, AB
AB	A, B	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB

Табела 7:Можни комбинации на наследување крвни групи

Важно е исто така да знаеме дека крвните групи се наследуваат преку 3 мултипли алели I^A, I^B и i чии комбинации се одговорни за четирите крвни групи. A и B се наследуваат **доминантно**, O се наследува **рецесивно**, додека AB **кодоминантно**.

Фенотипот на една личност ќе зависи од експресивната вредност на пар гени, па за четирите крвни групи постојат шест генотипови кои кај A и B може да се јават во хомозиготна состојба($I^A I^A, I^B I^B$) или хетерозиготна($I^A i, I^B i$) состојба.

За разлика од крвната група A и B, O се наследува само кога алелите ќе се најдат во хомозиготна рецесивна состојба(ii), а крвната група AB само кога доминантните генски алели ќе се најдат во комбинација заедно($I^A I^B$).

Ген од мајка ♀	Ген од татко ♂	Генотип	Фенотип
I^A	I^A	$I^A I^A$	A
I^A	i	$I^A i$	A
I^B	I^B	$I^B I^B$	B
I^B	i	$I^B i$	B
I^A	I^B	$I^A I^B$	AB
i	i	ii	O

Табела 8:Однос на генотипови и фенотипови кај родители и потомци

Освен овој начин на класификација на крвни групи, многу важен е и Rh-факторот и постоењето на уште еден важен протеин на мембраната на еритроцитите (D-антиген) според кој во зависност од негово присуство или отсуство крвната група може да биде **Rh⁺** или **Rh⁻**.

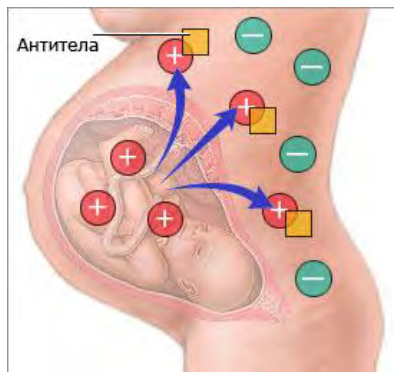
За првпат е пронајден кај резус-мајмунот по кој и го добива името, а според застапеноста во хумата популација **Rh⁺**го има кај 85%, а 15 % се **Rh⁻**. Според ова може да се заклучи дека секоја од крвните групи може да биде **Rh⁺** или **Rh⁻**.

Генотип	DD	Dd	dd
Фенотип	Rh ⁺	Rh ⁺	Rh ⁻

Табела 9: Наследување на Rh-фактор

Од табела 9 може да се заклучи дека **Rh** факторот секогаш се наследува доминантно освен ако и обата родители се **Rh⁻**. Проблем може да настане кај жена која е **Rh⁻** а носи дете кое има **Rh⁺** крв. За време на бременоста или пак за време на породувањето може да дојде до мешање на **Rh⁺** крв од детето со **Rh⁻** крв од мајката која ќе почне да произведува антитела. Овој одговор на организмот на мајката може да доведе до уништување на крвните клетки на бебето.

Ова не влијае на здравјето на бебето, но во следната бременост ќе се појават проблеми со различен интензитет од многу мали до многу тешки како што е хемолитичка болест **erythroblastosis fetalis** или пак предвремена смрт **hidrops fetalis** поради престанок на работа на срце или оштетување на нервниот систем (види слика 39). За да не дојде до оваа состојба мајката мора во првата бременост да прими инјекција која се нарекува Rh-immunoglobulin со која ќе го спречи својот организам да создава антитела против плодот кој организмот го регистрира како страно тело и настојува да се ослободи од него што може да доведе со спонтан абортус.



Слика 39: Развој на еритробластис феталис

3.7 Лимфен систем

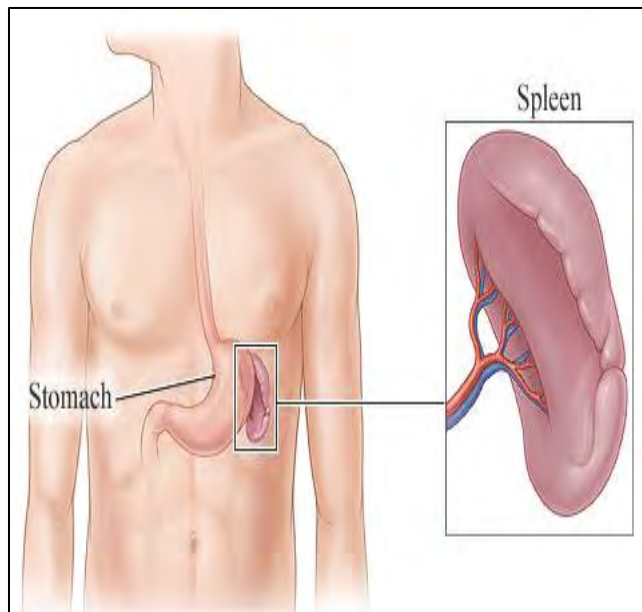
Како и крвта така и лимфата претставува течно ткиво и е дел од лимфниот систем кој го сочинуваат: лимфни капилари, лимфни вени, лимфни јазли, лимфа и лимфоидни органи.

Лимфата претставува безбојна течност која е многу слична со крвната плазма богата со лимфна плазма и клетки кои се наречени лимфоцити со кои се збогатува кога минува низ лимфните јазли, а може да содржи и триглицериди.

Таа се движи низ лимфните садови преку лимфните јазли, се филтрира и се влива во големите венски садови каде се меша со крвта. За разлика од крвта, лимфниот систем не е затворен а движењето е многу побавно и го овозможуваат контракциите и деконтракциите на мазните мускулни влакна во лимфните садови, пулсирањето на артериите, движењето на скелетните мускули итн. При своето движење таа не се враќа назад освен при одредени болести и пореметувања кои го спречуваат нејзиното течење при што доаѓа до појава на отоци–едеми. Сидот на **лимфните капилари** е многу тенок што овозможува враќање на протеините назад во циркулацијата, но и апсорпција на липиди и други супстанции од дигестивниот систем, но исто така ги собира и штетните бактерии кои ги разложува во лимфните јазли со што учествува во имунолошкиот систем.

Во овој систем важна улога имаат и **лимфните органи** како **крајници, слезина, градна жлезда, јазли и коскената срцевина** изградени од специјално ткиво во кое се врши создавање и складирање лимфоцити, отстранување штетни материи и штетни микроорганизми и честици и др. Лимфно ткиво се наоѓа и во црвовиден израсток на **слепото црево** (appendix vermiformis), поради што е наречен и абдоминална тонзила (крајник). **Лимфните јазли** се мали кружни творби кои се распоредени во пет главни делови во телото: **вратни–cervicalni, пазувни– aksilarni, препонски–ingvinalni, градни–traheobronhalni, stomachni–mezenterijalni** чија големина се движи од неколку милиметри до 2 сантиметри, а кај некои болести може да бидат и поголеми. Сите овие јазли примаат лимфа од точно одреден дел од телото и ја филтрираат.

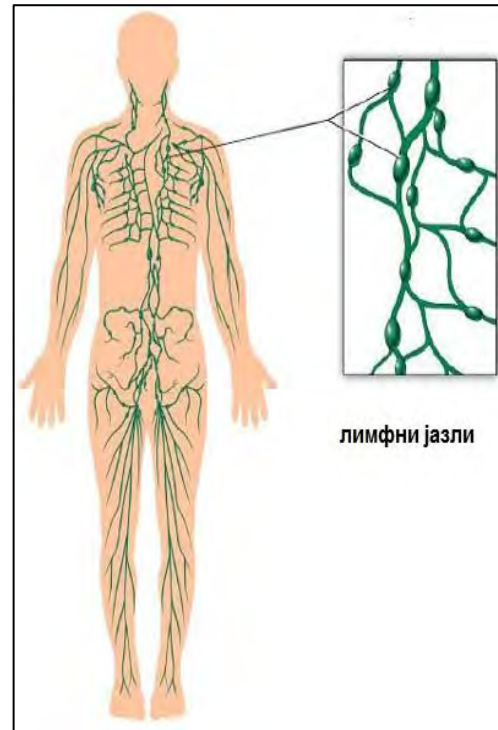
Слезината (*lien*) е голем лимфоиден орган сместен во стомачната празнина т.е во левиот подребрен простор, непосредно под дијафрагмата, а над левиот бубрег. За разлика од лимфните јазли, таа е вклучена во течението на крвта, а не во течението на лимфата. Слезината има јајчеста форма, а нејзината големина варира како кај различни индивидуи така и кај иста индивидуа во различно време.



Слика 40: Слезина

Обвиена е со капсула од соединувачко ткиво од која кон внатрешноста, одат непотполни прегради или трабекули. Просторот меѓу капсулата и трабекулите е исполнет со лимфоретикуларно ткиво, обилно снабдено со крвоносни садови кои влегуваат преку *a. lienalis*, а излегуваат преку *v. lienalis*.

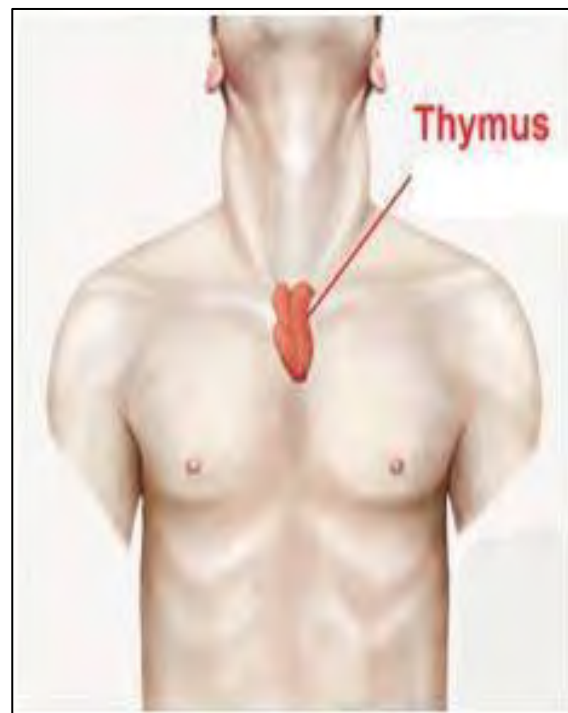
Таа обавува повеќе функции во организмот. Во неа се образуваат бели крвни клетки (лимфоцити и моноцити), а се разоруваат старите црвени крвни клетки. Врши неутрализација на штетните продукти при различни заболувања и фагоцитоза на различните микроорганизми, со што игра голема улога во одбраната на организмот. Служи како резервоар за крвта и ја регулира исполнетоста на крвните садови со неа.



Слика 41: Лимфни садови

Градна жлезда (thymus) е сместена во градната празнина, по која и го добила името. Лежи зад дршката од градната коска и налегнува на трахејата.

Составена е од два несиметрични резни кои, слично на виљушка, се разидуваат на краиштата и затоа личи на пеперутка. Секој резен е обвиен со капсула од соединувачко ткиво, а внатрешноста е исполнета со лимфоретикуларно ткиво. Градната жлезда е примарен и најважен лимфен орган, вклучен во развитокот на лимфоцитите и во имунолошката активност на организмот. Таа е најдобро развиена кај децата, а со настапување на пубертетот започнува да дегенерира и на крајот да се претвора во масно ткиво (види слика 42).



Слика 42: Градна жлезда



Со совладување на овие содржини
ученикот ќе биде способен да:
опишува кардиоваскуларен систем,
крвен и лимфен систем
и мери крвен притисок.

Запомни

- Срце (*cor*) претставува шуплив мускулен орган кој со своите ритмички контракции ја истиснува крвта во артериите. Има форма на тристрана пирамида со врвот завртена надолу и налево.
- Со напречна преграда срцето е поделено на 2 преткомори (*atrium*) и 2 комори (*ventriculus*).
- Срцевиот циклус се состои од систола (контракција) на срцето, дијастола (релаксација) на срцето и срцева пауза и тој изнесува 0,8 секунди,
- Срцето работи под дејство на импулси има способност за автоматска контракција
- Науката за изучување на пулсот се нарекува сфигмологија.
- Контракцијата се остварува со помош на синусниот, преткоморно-коморниот јазол и Хисовиот сноп.
- Раликуваме 3 типа на крвни садови: артерии, вени и капилари ,
- Кај човекот разликуваме голем и мал крвоток,
- Малиот крвоток го опфаќа патот на крвта од срцето до белите дробови, а големиот крвоток го опфаќа патот на крвта меѓу срцето и ткивата,
- Rh факторот се наследува доминантно и кај најголем дел од човечката популација е застапен Rh⁺,
- Крвта е составена од два дела: крвна плазма и крвни клетки и тоа: еритроцити, леукоцити и тромбоцити.
- Разликуваме 4 крвни групи и тоа: A, B, AB и O кои го сочинуваат ABO-системот во зависност од присутните антигени на мембраната на еритроцитите.
- Нормален крвен притисок кај човек изнесува 120/80mm Hg.
- Лимфниот систем го сочинуваат: лимфни капилари, лимфни вени, лимфни јазли, лимфа и лимфоидни органи.

Прашања за проверка на знаењето:

1. Кои органи го сочинуваат транспортниот систем?
2. Објаснете ја градбата на срцето!
3. Опишете го малиот и големиот крвоток!
4. Од што е составена крвта?
5. Каква е функцијата на крвните клетки?
6. Објасни ја автоматската работа на срцето!
7. Направете разлика меѓу артерии и вени!
8. Направете класификација на леукоцитите!
9. Што е важно при трансплантација на органи и на што треба да се внимава?
10. Колку крвни групи има и која е разликата меѓу нив?
11. Наброј ги лимфните органи?
12. Размисли што би можело да се случи кај плодот настанат од Rh⁺ татко и Rh⁻ мајка?



Активност: Истражувај за можностите за трансфузија на крв меѓу одделни крвни групи!

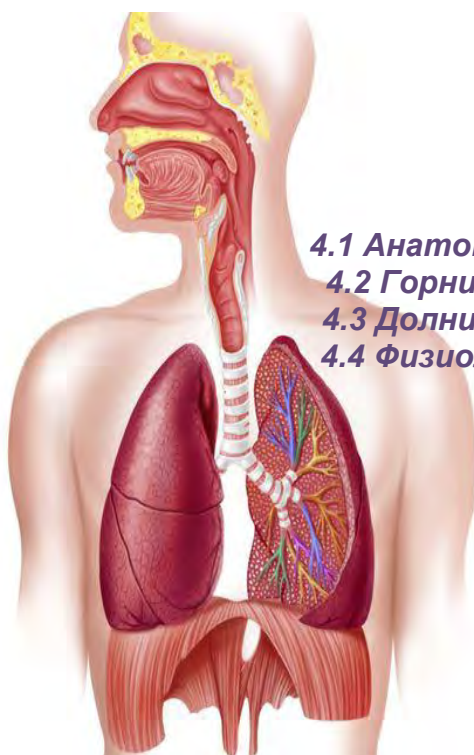
Истражувај го влијанието на физичката активност врз срцевата работа!

Модуларна единица 4:

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА РЕСПИРАТОРЕН СИСТЕМ**

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- именува органи во системот за дишење;
- разликува горни и долни дишни патишта;
- опишува градба и функција на органите за дишење;
- објаснува механизам на вдишување и издишување, размена и транспорт на гасови во белите дробови, фреквенција на дишење и регулација на дишењето.



4.1 Анатомија на органите за дишење	58
4.2 Горни дишни патишта	58
4.3 Долни дишни патишта	59
4.4 Физиологија на дишење	61

4.1 Анатомија на органите за дишење

Респираторниот систем го сочинуваат органи што овозможуваат размена на гасови меѓу крвта и воздухот. Тој е специјализиран за дишење кое претставува важен биолошки процес без кој животот неможе да продолжи понатаму. Притоа, организмот го зема кислородот од воздухот, а испушта јаглерод диоксид. Влегувањето на кислород, неговата употреба и исфрлање на јаглерод диоксид се означува со **дишење**. Респираторниот систем го сочинуваат белите дробови и дишните патишта коишто се делат на горни и долни.

Во **горни дишни патишта** спаѓаат: носната празнина, голтката и усната празнина како помошен пат, додека во **долни дишни патишта** спаѓаат: гркланот, трахеја и бронхи.

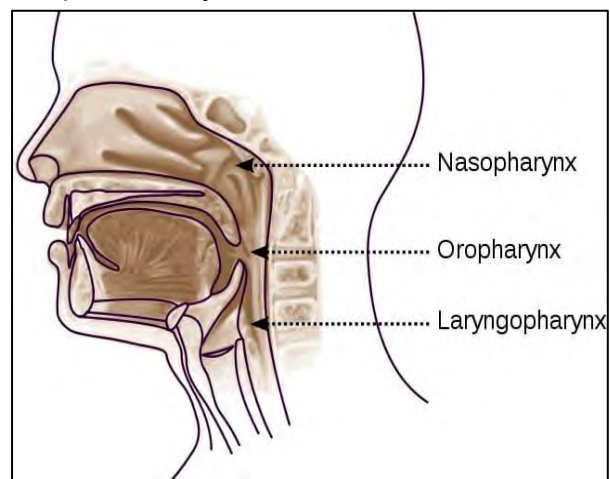
4.2 Горни дишни патишта

- **Носната празнина** (*cavum nasi*) е почетен дел на респираторниот систем преку кој навлегува воздухот во организмот и е поделена на преден дел – трем и заден дел наречен права носна празнина. Со една вертикална преграда е поделена на два дела: лева и десна половина. Со надворешната средина овие делови комуницираат со ноздри. Носната преграда и сидот на носните празнини се изградени од коска што е обложена со мукозна мембрана (слузница).

На страничниот сид на секоја носна празнина има три израстоци наречени носни школки (*choana*). Носните школки значително ја зголемуваат површината преку која воздухот мора да помине на својот пат низ носните празнини. Носните празнини се обложени со слузница, која е постојано влажна и топла и е богата со крвни садови и клетки што излучуваат големо количество течност, околу 250 ml на ден.

Носната празнина е споена преку отвори со синусите на одделните коски од главата. Бидејќи се локализирани околу носната празнина се означени како параназални синуси кои се 4 на број: челен, ситест, клинест и горновиличен синус. Лигавицата од носната празнина навлегува во синусите и ги препокрива. Во долниот носен ходник се отвора носносолзниот канал кој ги носи солзите од солзното кесе во носната празнина.

Минувајќи низ носната празнина воздухот се навлажнува, загрева, затоплува и прочистува и како таков продолжува во голтката.



Слика 43: Градба на голтка

- **Голтник** (*pharynx*) е дел од дигестивниот систем каде што се вкрстуваат дигестивни и дишни патишта и е поделен на три дела: носен (*nasopharynx*), устен (*oropharynx*) и гркланов дел (*laryngopharynx*). Во носниот дел се отвораат двете носни хоани и двата отвора на Евстahiевите цевки (*tubae eustachii*), усниот дел е усно-голтачки отвор, а во грлениот дел се отвораат гркланот и хранопроводот (види слика 43).

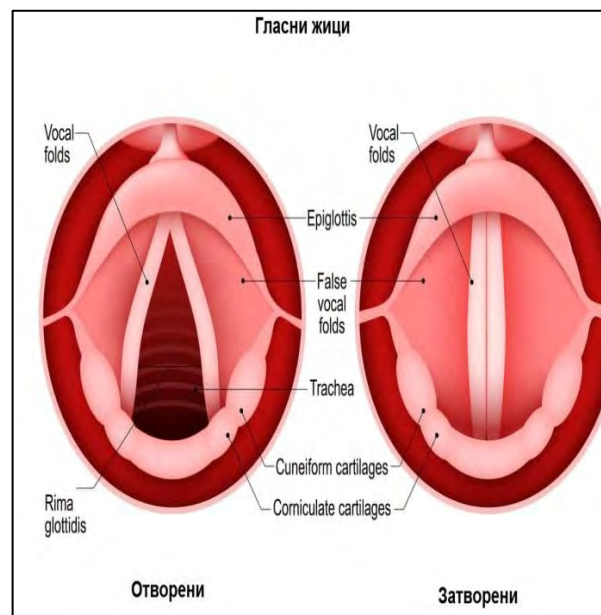
4.3 Долни дишни патишта

- **Гркланот** (*larynx*) претставува почетен дел на трахејата и е сместен помеѓу голтката и трахејата. Изграден е од 9 'рскавици од кои 3 се непарни: штитовидна (*cartilago thyreoideae*), прстеновидна (*c. cricoidea*) и капачето на гркланот (*epiglottis*) и 3 парни: лажичести (*cartilagine sarytaenoideae*), роговидни (*c. corniculatae*) и клиновидни (*c. cuneiformes*).

Најпозната е штитовидната 'рскавица која повеќе е изразена кај мажите создавајќи испупчување познато како Адамово јаболко. Капачето на гркланот има важна улога бидејќи при голтање ја затвора трахејата и е обложено со плочест епител, а останатиот дел со цилиндричен епител со трепки кои ја тераат слузта и ситните честички кон надвор. Сите 'рскавици се споени меѓу себе со зглобови и се зајакнати со соединувачки врски. Во овој дел се сместени **гласните жици** (*lig. vocalia, plicae vocales*) долу, (*pliae ventriculares*) горе. Тоа се еластични плочки затегнати од напред кон назад помеѓу штитовидната и лажичестата 'рскавица. Просторот меѓу нив се нарекува гласна пукнатина. Над нив се наоѓаат вдлабнатини наречени Морганиеви комори (*ventriculus laryngi Morgagni*) каде што се сместени многубројни служни жлезди кои лачат секрет за нивно навлажнување. Кога воздухот минува низ нив гласните жици треперат и на тој начин се создава звук, кој во зависност од затегнатоста е повисок или понизок. Што значи дека гркланот освен како спроводен орган служи и за создавање звук.

- **Трахеја** (*trachea*) претставува 'рскавична цевка, продолжение на гркланот чија должина е околу 10-11 cm и составена од околу 16–20 непотполни 'рскавични прстени во вид на буквата С.

Помеѓу нив има еластично соединувачко ткиво со можност за растегнување и благодарение на нив таа никогаш не спласнува. Нема никаква функција освен спроводна. Нејзиниот долен дел се разгранува на две **бронхии** кои навлегуваат во десното и левото белодробно крило (*bronchus sinister, bronchus dexter*) чија градба е слична како на трахејата.



Слика 44: Гласни жици

Со нивно навлегување во белите дробови се разгранува на уште поситни гранки **бронхиоли** чии епителни клетки имаат трепки кои го филтрираат воздухот и ги туркаат нечистотиите кон грлото отстранувајќи ги со кивање и кашлање.

Белите дробови (*pulmones*) го сочинуваат респираторниот дел. Тоа се органи во кои се врши размената на гасовите. Белодробните крила се сместени во градната празнина (види слика 45). Човекот има два бели дробови: лев кој е разделен на два резна: горен и долен кој исто е помал поради поставеноста на срцето пред него и десен кој е разделен на горен, долен и среден резен. На секој бел дроб разликуваме заоблен дел и вовлечена основа завртена кон дијафрагмата. Двата бели дробови се разделени еден од друг со простор наречен средноградије (*mediastinum*) во кој се сместени срцето со главните крвни садови и хранопроводот, а од надвор се покриени со двојна серозна обвивка означена како плевра (*pleura*) чии сидови се постојано влажни. Внатрешната ги обвиткува белите дробови, а надворешната ја обложува градната празнина и дијафрагмата. Просторот меѓу нив е исполнет со серозна течност која го намалува триењето. Белите дробови се изградени од спроводен дел составен од систем на цевчиња кои го спроведуваат воздухот и дишен дел каде што се врши размената на гасовите.

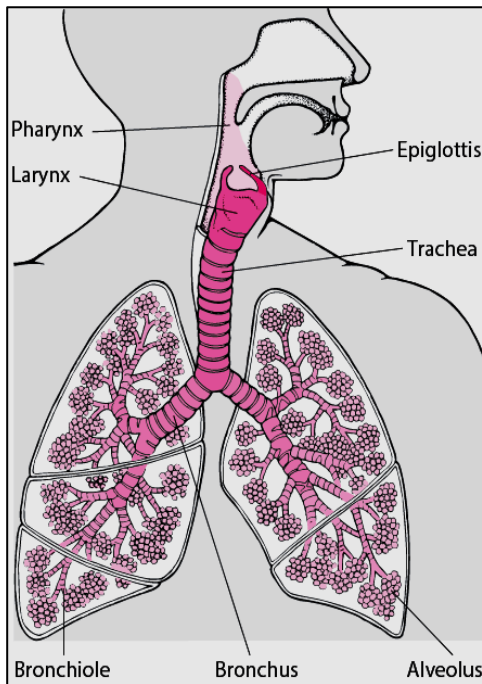
➤ **Бронхијата** која што влегува во белодробното крило преку хилусот понатаму се дели. Десната се дели на три секундарни бронхи и секоја влегува во еден од трите резени (лобуси) на десното белодробно крило. Левата бронхија се дели само на две секундарни бронхи што влегуваат во двата резена на левото белодробно крило.

➤ Најмалите вакви спроводни цевки се наречени **бронхиоли**. Меѓутоа, како што бронхиите почнуваат да се стеснуваат, се намалува количеството на 'рскавицата така што во бронхиолите нема 'рскавица, туку тие се составени само од мазни мускули, кои се под контрола на автономниот нервен систем, односно работат без контрола на нашата волја.

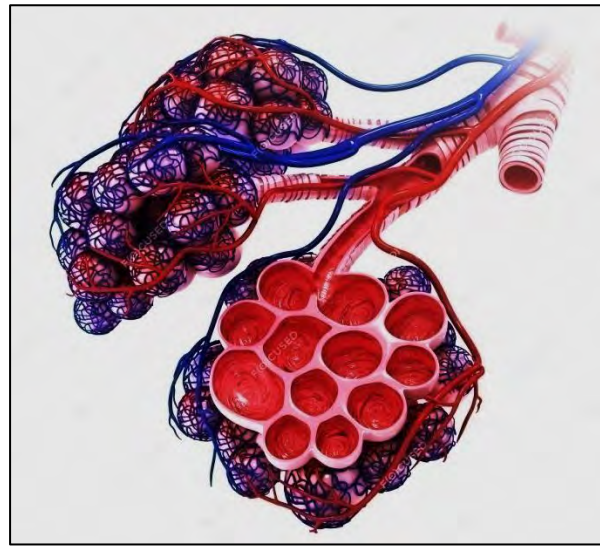
➤ На крајот на најмалите разграноци на бронхијалното разгранување, има ситни воздушни ќесиња што е место во кое се врши најголемата размена на гасовите. Тие се наречени **алвеоларни торбички–алвеоли** (*sacculi alveolares*). Сидот на таквите алвеоли е изграден од едноклеточен слој на лушпест (рамен) епител. Токму таму се врши размената на гасовите, бидејќи тие се снабдени со крвни капилари. Тие го носат кислородот до сите клетки во организмот и исфрлаат јаглероден диоксид преку белите дробови во надворешната средина. Бројот и површината на алвеолите е огромен. Според некои проценки, таа изнесува колку површината на едно тениско игралиште. И покрај тоа, тие се ограничени со многу текни сидови што овозможуваат лесно поминување на гасовите во крвта која циркулира низ милионите мали капилари што ги обвиткуваат алвеолите. Посебни клетки од алвеоларниот сид создаваат сурфактант–материја што ги штити алвеолите од слепување (колапс) при намалување на површинскиот притисок, или пукање, ако притисокот е голем. Во белите дробови на човекот има милиони алвеоли.

Големиот број алвеоли овозможуваат површината што е во допир со гасовите да изнесува околу 60 метри квадратни, т.е. трипати повеќе отколку што е потребно за живеење. Бидејќи имаат многу воздушен простор, белите дробови се многу лесни, па е нормално што дел од белодробното ткиво потопен во чаша вода ќе плива. Со белодробниот или малиот крвоток се носи крв до и од белите дробови (види слика 30).

Во белите дробови крвта поминува низ капиларите околу алвеолите кои се места за размена на гасови.



Слика 45: Бели дробови



Слика 46: Алвеоли

4.4 Физиологија на дишење

Дишењето е сложен физиолошки процес со кој се остварува размена на кислород и јаглерод диоксид меѓу организмот и надворешната средина. Овој процес е поделен на:

- **белодробна вентилација**—размена на воздух меѓу белодробните алвеоли и надворешна средина,
- **размена на гасови меѓу белодробните алвеоли и белодробните капилари**—кислородот навлегува од алвеолите во крвта, а јаглеродниот диоксид обратно,
- **транспорт на гасови**—кислородот се транспортира преку крвта до сите клетки преку хемоглобинот создавајќи соединение оксихемоглобин кое го разнесува кислородот до сите клетки, а од нив го зема јаглеродниот диоксид и како карбохемоглобин го враќа назад во алвеолите за да се исфрли во надворешна средина преку процесот издишување,

- **клеточно дишење**—оксидација на хранливите материи при што се ослободува енергија,
- **регулација на дишење.**

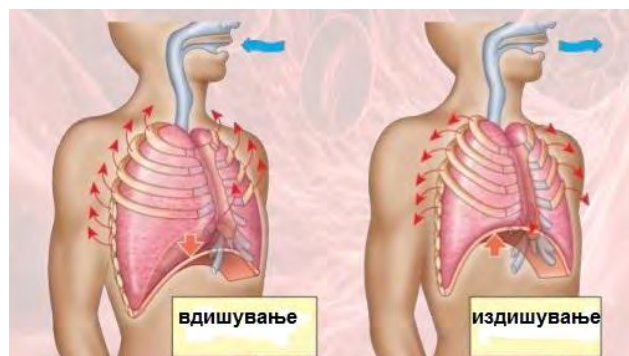
Вентилацијата на дишење е резултат на наизменично менување на две фази:

- **Вдишување (инспириум)**, кога воздухот влегува во белите дробови.
- **Издишување (експириум)**, кога воздухот се исфрла од белите дробови.

Кај **вдишувањето**, респираторните мускули се контрахираат, при што се зголемува волуменот на градната празнина.

Дијафрагмата е моќен мускул со конусовиден облик, кој е поврзан со сидот на телото околу основата на градниот кош. Контракцијата и израмнувањето на дијафрагмата предизвикува движење надолу, слично како на цилиндар, со што се зголемува просторот на градниот кош и тоа вертикално. Исто така, во овој процес учествуваат меѓуребрните мускули. Во текот на ширењето на градниот кош тие го помагаат неговото движење напред, при што имаат помош од контрахираните мускули од вратот и сидот на градниот кош. При мирно дишење дијафрагмата се спушта за 1– 1,5 cm, а при максимално 7– 10 cm. Со ова се зголемува волуменот на градната празнина а со тоа и на белите дробови за 250– 300 cm³.

Кај **издишувањето**, што е пасивна функција на дишењето, мускулите се олабавуваат, што е придружено со враќање на ребрата и дијафрагмата во нивната почетна состојба. Ткивото на белите дробови се раширува и отвора во текот на издишувањето. Во текот на забрзаното издишување и вдишување, внатрешните меѓуребрени мускули и мускулите на stomачниот сид се контрахираат, влечејќи го надолу градниот кош и одоздола, туркајќи ја stomачната (висцеларната) обвивка нагоре, спротивно на олабавеноста на дијафрагмата. Во текот на овој процес доаѓа до намалување на волуменот вршејќи притисок врз белите дробови со што воздухот се истиснува



Слика 47: Вдишување и издишување

Максималното количество на воздух кое може да се издише од белите дробови се вика **витален капацитет** и изнесува 4,6 l кај здрав маж, додека кај жени е помал за 25%. При дишење многу е важен и негативниот притисок кој се наоѓа меѓу двете плеврални обвивки кој придонесува белите дробови секогаш да се оптегнати.

Размената на гасовите се врши на ниво на алвеоли и крвта и крвта и ткивата. Минувањето на гасовите настанува како резултат на различниот **парцијален притисок** на гасови кои минуваат низ различни средини, но и неговата застапеност во воздухот.

Движењето е секогаш од место со поголема кон место со помала концентрација, односно парцијален притисок. На пример парцијалниот притисок на кислородот е поголем во вдишениот воздух (21,1 kPa), а помал во крвта (13,3 kPa) и затоа кислородот се движи од алвеолите во крвта. Обратна е состојбата со јаглеродниот диоксид. Во алвеоларниот воздух тој изнесува 5,0 kPa, а во крвта 5,3 kPa, па затоа се движи од крвта во алвеолите и надворешната средина каде што изнесува 0,03 kPa.

Во состојба на мирување, **фреквенцијата на дишење** се движи од 10 до 24 респирации или средна вредност околу 16 во една минута. Иако овој процес е вегетативен ние можеме да го забавиме, забрзаме, запреме, но и да ја менува длабочината на дишењето. Врз фреквенцијата на дишење можат да влијаат многу фактори како: физичката работа, возраста, положбата на телото, спиењето, емоционалната состојба и др (види табела 10).

Возраст	Фреквенција на дишење
Возрасен маж	12-16 / респирации
Возрасна жена	14-16 / респирации
Новороденче	44 / респирации
Дете до 5 години	26 / респирации
Дете во пубертет	20 / респирации

Табела 10: Фреквенција на дишење

Белодробната вентилација е сложен механизам кој се остварува со заемно дејство на нервни и хуморални механизми.

1. **Респираторниот центар** е збир на неврони сместени во ретикуларната формација на продолжениот мозок и понсот, а е составен од три подрачја:
 - **Булбарно подрачје за ритмичност**—се наоѓа на дното од четвртата мозочна комора на продолжениот мозок каде што се наоѓа центар за инспирација и центар за експирација. Кога едниот работи другиот центар е инхибиран и обратно. На активноста на овој центар влијаат и сигнали што доаѓаат и од кората на големиот мозок, 'рбетен и среден мозок и со нивна интеграција се остварува потполно оформување на основниот ритам на дишење,
 - **Апнеустичко подрачје** (сместено во долниот дел на понсот),
 - **Пневмотаксичко подрачје** (сместено во горниот дел на понсот).

- 2. Нервна (рефлексна) регулација**—во белите дробови постојат рецептори кои се чувствителни на истегање и стегање на белодробното ткиво. За време на вдишување (inspiratio) дробовите се шират и ткивото се истега дразнејќи ги рецепторите за истегање при што се создаваат импулси кои преку **n.vagus** се носат во булбарниот центар за вдишување. Овие импулси делуваат инхибиторно врз центарот за вдишување со што се спречува ширење на ткивото—ефект познат како **Херинг-Броеров рефлекс на дуење**.

При издишување (expiratio) дробовите се стегаат и рецепторите одговорни за стегање носат импулси до центарот за издишување. Со ова се прекинува стегањето на белите дробови—ефект познат како **Херинг-Броеров рефлекс на спласнување**.

Важноста на овие рефлекси е да го одржат правилниот ритам на дишење. И периферните влијанија како болни, механички, топлински дразби и др. можат да го изменат видот на дишење. Активни или пасивни движења го стимулираат дишниот центар, но и импулси кои доаѓаат од вишите делови на ЦНС.

- 3. Хуморална регулација**—Концентрацијата на јаглерод диоксид, кислород, водородните јони ја менуваат активноста на центарот за дишење по хуморален пат преку **хеморецептори** кои се сместени во лакот на аортата.

Зголемениот парцијален притисок на CO_2 и намалување на парцијалниот притисок на O_2 ги стимулира хеморецепторите кои носат импулси во продолжениот мозок засилувајќи ја активноста на центарот за дишење со што се засилува и белодробната вентилација.

Исто така и при мускулна работа со зголемување на метаболизмот се зголемува и концентрацијата на CO_2 во крвта со што се зголемува и неговиот парцијален притисок.

Како резултат на ова рН вредноста на крвта се намалува, односно се зголемува киселоста. Ниската вредност на рН на крвта го стимулира респираторниот центар во мозокот кој ќе ја стимулира дијафрагмата и градниот кош забрзувајќи ја белодробната вентилација и јаглеродниот диоксид побрзо се отстранува, а рН на крвта се нормализира (се воспоставува хомеостаза).



**Со совладување на овие содржини
ученикот ќе биде способен да:
набројува органи во системот за дишење
и објаснува нивна местоположба,
градба и функција.**

Запомни

- **ДИШЕЊЕТО Е СЛОЖЕН ФИЗИОЛОШКИ ПРОЦЕС СО КОЈ СЕ ОСТВАРУВА РАЗМЕНА НА КИСЛОРОД И ЈАГЛЕРОД ДИОКСИД МЕЃУ ОРГАНИЗМОТ И НАДВОРЕШНАТА СРЕДИНА.**
- **СОСТАВЕНО Е ОД 2 ФАЗИ: ВДИШУВАЊЕ И ИЗДИШУВАЊЕ ПОМОГНАТО СО ДОПОЛНИТЕЛНИ ОРГАНИ.**
- **РЕСПИРАТОРНИОТ СИСТЕМ ГО СОЧИНУВААТ СЛЕДНИВЕ ОРГАНИ: НОСНА ПРАЗНИНА (CAVUM NASI), ГОЛТНИК (PHARYNX), ГРКЛАН (LARINX), ТРАХЕЈА (TRACHEA) И ДВЕ БРОНХИИ КОИ НАВЛЕГУВААТ ВО БЕЛИТЕ ДРОБОВИ, А ПОНАТАМУ СЕ РАЗГРАНУВААТ ДО БРОНХИОЛИ И ЗАВРШУВААТ СО АЛВЕОЛИ.**
- **МИНУВАЊЕТО НА ГАСОВИТЕ НАСТАНУВА КАКО РЕЗУЛТАТ НА РАЗЛИЧНИОТ ПАРЦИЈАЛЕН ПРИТИСОК НА ГАСОВИ КОИ МИНУВААТ НИЗ РАЗЛИЧНИ СРЕДИНИ, НО И НЕГОВАТА ЗАСТАПЕНОСТ ВО ВОЗДУХОТ.**
- **БЕЛОДРОБНАТА ВЕНТИЛАЦИЈА Е СЛОЖЕН МЕХАНИЗАМ КОЈ СЕ ОСТВАРУВА СО ЗАЕМНО ДЕЈСТВО НА НЕРВНИ И ХУМОРАЛНИ МЕХАНИЗМИ.**

Прашања за проверка на знаењата:

1. Која е дефиницијата за респирација и кои се нејзините фази?
2. Кои мускули се користат при вдишување?
3. Опиши го патот на движење на кислород и јаглерод диоксид во организмот!
4. Анализирај го парцијалниот притисок на кислород и јаглерод диоксид во клетките и крвта и зошто постои разлика?



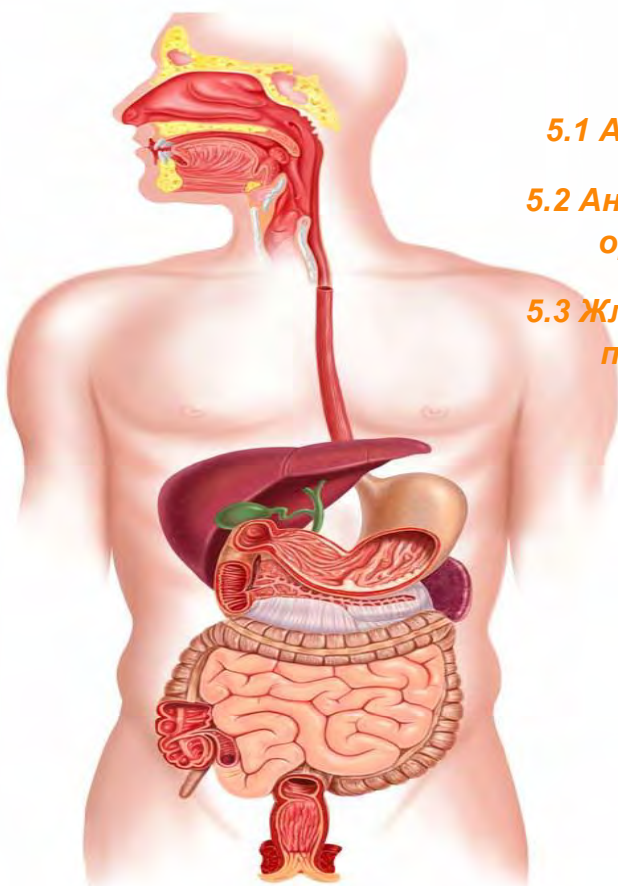
Активност: Со помош на наставникот измерете ја фреквенцијата на дишење за време од 1 минута!

Модуларна единица 5:

АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА НА ДИГЕСТИВЕН СИСТЕМ

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- именува органи во системот за варење и опишува нивна местоположба, градба и функција;
- прави разлика меѓу механичка и хемиска обработка на храната;
- опишува варење и ресорпција на храната во секој дел од системот за варење;
- ја анализира и објаснува улогата на црниот дроб и панкреасот во варењето на храната.



5.1 Анатомија на органите за варење 67

5.2 Анатомска градба и функција на органите за варење 67

5.3 Жлезди кои учествуваат во процесот на варење на храната 75

5.1 Анатомија на органите за варење

За да можат да живеат организмите и да ги задоволат основните физиолошки потреби неопходно е да внесуваат храна која е основен енергетски извор. Храната која секојдневно се зема треба да е богата со **шеќери (јаглехидрати), белковини (протеини), масти (липиди)** и секако **водата** која има многубројни функции во организмот и без која нема живот. Овие хранливи материи имаат три важни функции во организмот: **извор на енергија, служат како градбен материјал и имаат регулаторна функција**. Во процесот на варење (дигестија) хранливите материи подлежат на **механичка обработка** составена од ситнење, дробење, навлажнување, мешање на храната и **хемиска обработка** со која големите сложени материи се разложуваат на поситни за да може да се ресорбираат. Дигестијата на храната се врши во дигестивниот систем. Во неа учествуваат и дигестивни сокови кои се излучуваат од жлездите од овој систем.

Дигестивниот систем е всушност една долга мускулна цевка која на одредени места е проширена. Органите на системот за варење можат да се поделат на две групи:

- Дигестивен тракт кој го сочинуваат:

усна празнина, голтка, хранопровод, желудник, тенко црево и дебело црево. По должината на дигестивниот тракт се извршуваат двата основни процеси дигестија и ресорпција на храната, а недигестираните материи се исфрлаат од организмот.

- Дополнителни органи, кои учествуваат во процесите на дигестија преку своите производи што ги излучуваат во дигестивниот тракт преку канали. Овде спаѓаат **плункови жлезди, црн дроб и панкреас**.

5.2 Анатомска градба и функција на органите за варење

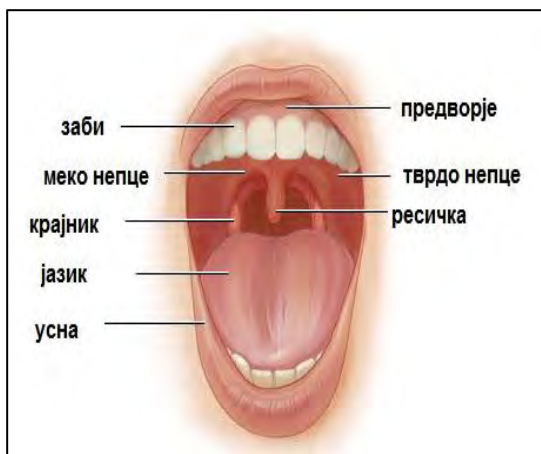
Усната празнина (*cavum oris*) е почетен дел на дигестивниот систем. Со надворешната средина комуницира преку устен отвор кој се затвара со горна (*labium superius*) и долна усна (*labium inferius*). Од страна се сместени образите кои однатре се обложени со слузокожа која преминува и на вилиците каде што ги образува венците на забите (*gingiva*). Меѓу усните и забите се наоѓа предворје на усната празнина (*vestibulum oris*), а зад забите се наоѓа права усна празнина (*cavum oris proprium*) ограничена со образите странично, одоздола е јазикот, а од горе е тврдото (*palatum durum*) и меко непце (*palatum molle*) од чија средина надолу се спушта ресичка (*uvula palatina*), а од страната се спуштаат два лака во кои се сместени крајниците (*tonsilla*) кои се важни лимфни органи.

Во усната празнина се наоѓа **јазикот** (*lingua*), кој е мускулест орган и служи за мешање и голтање на храната, а помага и при образувањето на гласовите. Јазикот на својата површина има голем број телца, наречени вкусови пупки, во кои се сместени рецептори за вкус. Кај него разликуваме корен, тело и врв кој завршува слободно. Во усната празнина се сместени и **забите**. Децата меѓу 2 и 6 години имаат 20 заби, наречени млечни заби кои можат да се менуваат. Возрасните имаат вкупно 32 заби, кои се наречени трајни заби. Забите се сместени во забни јамички (алвеоли) и служат за добење, ситнење и џвакање на храната (види слика48).

На секој заб разликуваме: **коронка**—слободен дел, **врат** кој ја поврзува коронката со коренот и **корен** кој е сместен во вдлабнатината на вилицата. Основната маса на коренот ја дава забната коска (*dentin*) која од надвор е покриена со цврста материја наречена забен емајл, а на коренот со цемент. Во внатрешноста се наоѓа празнина наречена забна пулпа исполнета со крвни садови и нервни влакна. Забите се поделени според својата форма и функција на: **секачи** (*dentes incisivi*), **песјаци** (*dentes canini*), **преткатници** (*dentes premolares*) и **катници** (*dentes molares*). Вообичаено бројот на забите се изразува преку забна формула која го има следниов изглед:

3м.2п.1к.2и.2и.1к.2п.3м	Горна вилица
3м.2п.1к.2и 2и.1к.2п.3м.	Долна вилица

и-инцизиви, к-канини, п-премолари, м-молари



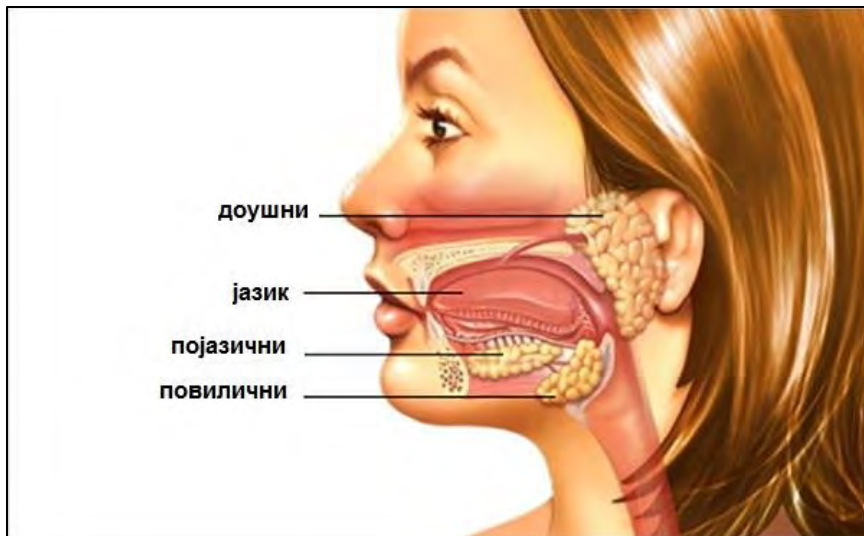
Слика 48: Усна празнина



Слика 49: Градба на заб

Важни компоненти на усна празнина се и **плунковите жлезди** и при тоа разликуваме:

- **доушни** (*gl. parotis*) кои се најголеми и се сместени под и пред ушната школка чиј канал означен како Стенонов канал кој се излива од внатрешната страна на образите,
- **подвилични** (*gl. submandibulares*) кои се втори по големина, сместени во задниот дел на дното на усната празнина веднаш под долниот раб на долната вилица и преку Вартонов канал секретот се излива под врвот од јазикот,
- **подјазични** (*gl. sublinguales*) се најмали сместени под јазикот во предниот дел на усната празнина. Нивниот изведен канал наречен Бартолиниев се излива близу Вартоновиот кои понекогаш може да бидат и споени.



Слика 50: Плункови жлезди

Секретот на плунковите жлезди е наречен плунка и е составена од 99% вода, ензими, натриум, калиум, хлор, бикарбонати итн. Во усната празнина се врши механичка обработка на храната со мешање, дробење, цвакање, но и хемиска со помош на ензимот **птијалин** кој учествува во разложување на полисахаридот скроб до дисахарид малтоза. Присутен е и **муцин** кој служи да го обвитка залакот за да се олесни голтањето, **лизозим** кој има бактерицидно дејство и **бикарбонати** кои ја одржуваат рН во усната празнина од 6,5 до 7,5.

Вака оформениот залак продолжува понатаму во **голтникот** (*pharynx*). Тој е заеднички орган за дигестија и респирација. Со помош на јазикот храната рефлексно се бутка и се голта поминувајќи во хранопроводот.

Хранопроводот (*oesophagus*) е најтесниот дел од дигестивниот систем. Долг е околу 25 cm и е сместен меѓу голтникот и желудникот. Храната во овој дел се движи со контракција на мускулатура и единствена функција е само да ја спроведе храната од устата до желудникот со брзи перисталтични движење за време од 8-9 секунди. Движејќи се кон желудникот тој минува низ отворот на дијафрагмата која ја дели градната од stomачната празнина.

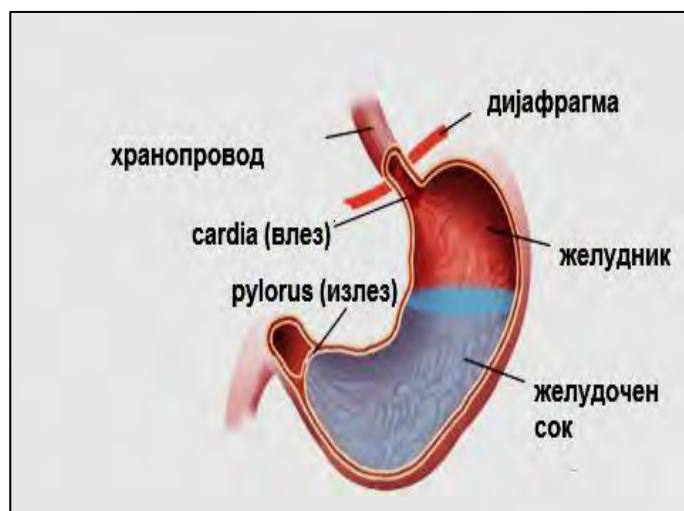
Желудник (*gaster*) е најширок орган од дигестивниот систем. Сместен е меѓу хранопроводот и тенкото црево и го зафаќа горниот дел од stomачната празнина под дијафрагмата. Има изглед на издолжена торба чија големина варира од исполнетоста со храна. На него се разликуваат два краја: влез (*cardia*) со кој се поврзува со хранопроводот и излез (*pylorus*) со кој се врзува со тенкото црево. Горниот раб на желудникот е вдлабнат и се означува како мала кривина (*curvatura minor*), а долниот раб е испакнат и се означува како голема кривина (*curvatura major*), а на него разликуваме три дела: дно, тело и пилоричен дел. Служокот е набрана со отвори низ кои се изливаат многубројни жлезди.

Како важен орган има повеќе функции. Тој служи како резервоар за складирање храна. Тука храната се доработува механички, се меша со желудочниот сок сè додека не се добие полутечна каша (*chymus*), а потоа ритмички се упатува во мали порции кон тенкото црево. Жлездите во желудникот лачат 1,5l желудочен сок кој освен вода содржи **хлороводородна киселина** која се лачи од обложните жлезди и која ја зголемува киселоста до pH 1,0– 1,5.

Исто така хлороводородната киселина го активира пепсиногенот во пепсин, овозможува бабрење на протеините и ги подготвува за дејство на ензимите.

Делува бактерицидно, раствора нерастворливи соли на железо, фосфор, калциум.

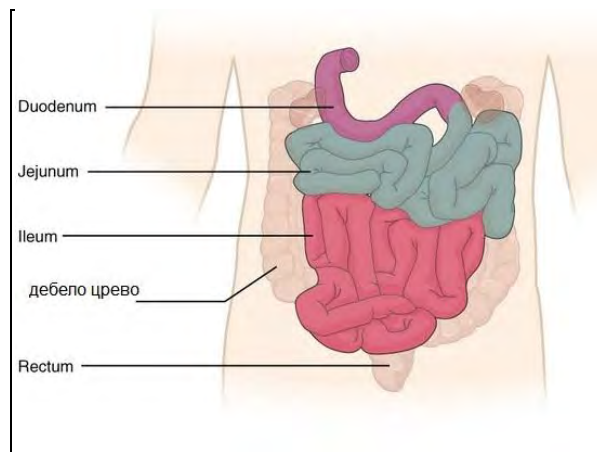
Споредните жлезди излучуваат **муцин** кој има улога во чувањето на желудочната лигавица од дејството на хлороводородната киселина.



Слика 51: Желудник

Додека од главните жлезди на желудникот се лачат ензими и тоа:

- **Пепсин**—кој е протеолитичен фермент. Тој ја започнува разградбата на белковините до **албумози и пептони**, а целосно разградување се остварува под влијание на протеолитичките ферменти присутни во панкреасниот сок.
- **Лабфермент**—лабферментот е задолжен за згрутчување и засирување на млекото, па така казеинот се задржува подолго време за дејство на пепсинот.
- **Желудочна липаза**—липазата (*липолитичен фермент*) од желудечниот сок зема учество во варењето на емулгираните масти од млекото разградувајќи ги до **глицерол и масни киселини**. Останатите масти се разградуваат во тенкото црево под влијание на цревната и панкреасната липаза (види табела 11). Вака хемиски обработена храната продолжува во тенкото црево.



Слика 52: Тенко црево

Тенкото црево (*intestinum tenue*) започнува од пилорусот на желудникот до слепото црево во чија внатрешност се сместени цревни ресички (*villi intestinales*) кои му даваат кадифен изглед и ја зголемуваат површината за 4-5 m². Во себе содржат лимфни и крвни садови со што активно се вклучени во ресорпцијата на хранливите материи. Долго е 5–7 m и е поделено на 3 дела:

- **дванаесетпалечно црево** (*duodenum*) е почетен дел на тенкото црево кое е долго 25 cm и има форма на буквата С. Сместено е меѓу пилорусот и следниот дел на тенкото црево. Важно е бидејќи тука се изливаат каналите на двете најголеми жлезди црн дроб (*hepar*) и поджелудечна жлезда (*pancreas*). Исто така се карактеризира и со дуоденални жлезди сместени подслузокожата,
- **празно црево** (*jejunum*) зафаќа најголем дел од тенкото црево околу 2/5 од него. Содржи многубројни набори исполнети со цревни ресички.

Овие набори го забавуваат проаѓањето на храната, а од друга страна ја зголемуваат неговата ресорпциона површина,

- **усукано црево** (*ileum*) зафаќа околу 3/5 од тенкото црево. Наборите во овој дел се намалуваат, стануваат поретки и на крај исчезнуваат. По целата должина на последните два дела се простираат цревни жлезди или крипти на Либеркин.

Во тенкото црево дневно поминува околу 9 l течност, а од неа само 5 % не се ресорбираат. Тука се одвива најбитниот дел од дигестијата на храна под дејство на цревниот, панкреасниот сок и жолчката. Разложувањето се врши при pH 8,5. Содржината од желудникот минувајќи низ дуоденумот се неутрализира, а потоа се алкализира со мешање на панкреасниот и цревниот сок постигнувајќи при тоа алкална средина за дејство на ензимите.

Разложувањето и апсорпцијата на трите важни хранливи компоненти се врши на следниов начин:

- **Протеините** се разложуваат до пептиди и аминокиселини. Разложувањето започнува во желудникот и продолжува во тенкото црево. Во желудникот тоа го започнува пепсинот, а во тенкото црево го продолжуваат ензимите трипсин и химотрипсин излачени од панкреас кои ги разложуваат протеините до аминокиселини.
- **Липидите** се разложуваат до масни киселини и глицерол. За разлика од останатите материи, масните пред да се разложат треба да се емулгираат (разбијат) на мали масни капки. Тоа се врши под дејство на жолчката која не учествува директно во дигестија затоа што не содржи ензими. Потоа тие се обвиваат со слој од водени молекули за да може на нив да делува липазата од панкреасот. Глицеролот лесно се раствора во вода и како таков се ресорбира, а масните киселини се поврзуваат во жолчните бои и ја поминуваат цревната бариера. Потоа се ослободуваат од нив и влегуваат во состав на триглицеридите и влегуваат во лимфата, а само мал дел влегуваат во крвта.
- **Јаглехидратите** се разложуваат под дејство на ензимите малтаза, сахараза, лактаза и изомалтаза кои ги има во цревниот сок. Разградувањето почнува во усната празнина под дејство на ензимот птијалин кој делува на скробот и го разложува до малтоза. Ензимите малтаза и изомалтаза делуваат на малтозата и изомалтоза добивајќи го моносахаридот глукоза. Ензимот сахараза делува на сахарозата разложувајќи ја до молекул глукоза и фруктоза, а ензимот лактаза делува на лактозата и ја разложува до глукоза и галактоза. Крајни продукти на јаглехидратното варење се моносахаридите кои заедно со аминокиселините се пренесуваат преку цревниот епител по пат на активен транспорт.

Анатомија и физиологија за III година

Откако храната ќе се разложи преку цревните ресички се апсорбира и преку крвните садови се транспортира до различни органи каде што се искористува за изградба на комплексни супстанции неопходни за човечкото тело. Несварените и неапсорбирани материји продолжуваат во дебелото црево.

Апсорпцијата на поголем дел од материите се одвива во празното црево со исклучок на:

- железото се апсорбира во дуоденум,
- витамин B₁₂ во усуканото црево,
- водата по пат на осмоза и липидите по пат на дифузија минуваат низ тенкото црево,
- натриум бикарбонат се апсорбира по пат на активен транспорт,
- нитроглицерин (срцев вазодилататор) се ресорбира во усната празнина.

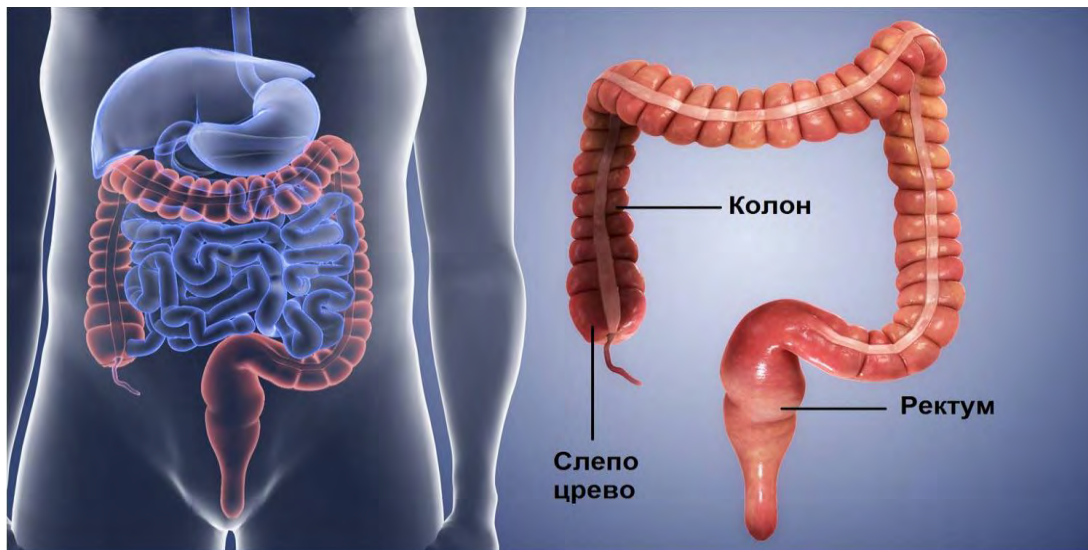
Ензим	pH	Место на лачење	Функција
Амилаза	6,5-7,5	Плунка	Разложува скроб до малтоза
Амилаза	8	Панкреасен сок	Разложува скроб до малтоза
Малтаза	8	Панкреасен сок	Разложува малтоза до гликоза
Липаза	8	Панкреасен сок	Разложува масти и триглицериди да масни киселини
Птијалин	6,5-7,5	Плунка	Разложува скроб до малтоза,а при подолго дејство и до гликоза
Пепсин	1,0-1,5	Желудник	Разложува протеини до помали полипептиди
Лаб-фермент	1,0-1,5	Желудник	Дејствува на засирување на белковините од млекото(казеин)
Желудочна липаза	1,0-1,5	Желудник	Разложува масти од млеко до глицерол,алкохол и масни киселини
Трипсин	9	Панкреасен сок	Разложува полипептиди до помали фрагменти
Химотрипсин	9	Панкреасен сок	Разложува полипептиди до помали фрагменти
Сахараза	8	Цревен сок	Разложува сахароза до гликоза и фруктоза
Лактаза	8	Цревен сок	Разложува лактоза до гликоза и галактоза

Табела 11: Дејство на ензими во дигестивен тракт

Дебелото црево (*intestinum crassum*) претставува завршен дел од дигестивниот систем. Вкупната должина изнесува околу 1,5 m со дијаметар 4–7 cm. На дебелото црево се разликуваат три дела:

слепо црево (*cecum*), **колон (*colon*)** и **право црево (*rectum*)** кое завршува со анален отвор.

- **Слепото црево (*cecum*)**, претставува почетен дел на дебелото црево, кое е сместено во десната бедрена јама со должина од 8 cm. На слепото црево се надоврзува црвовиден израсток (*appendix vermiformis*) со должина од 7-8 cm. Изграден е од лимфно ткиво.
- **Колон (*colon*)** изграден е од четири дела: *нагорен колон* (се качува од под десниот ребрен лак и преминува во напречен колон), *напречен колон* (се протега напречно низ stomachната празнина), *надолен колон* (се протега надолу до левата бедрена јама) и *сигмоиден колон* (се протега од левата бедрена јама до малата карлица каде што продолжува во ректум) (види слика 53).
- **Правото црево (*rectum*)** се наоѓа во карличната празнина. Крајниот дел на ректумот завршува со анус.



Слика 53: Дебело црево

Ресорпцијата и варењето на храната речиси во целост завршува во тенкото црево. Цревниот сок од дебелото црево не содржи ензими што значи нема хемиска обработка на храната. Дебелото црево се одликува со богата цревна микрофлора која ги разградува несварените состојки од храната, при што се ослободуваат гасови: јаглерод диоксид, водород, сулфурводород, метан, азот и токсични материи како амонијак и др.

Цревните бактерии учествуваат во разградба на целулозата, додека некои видови бактерии учествуваат во биосинтеза на витамините B₁, B₂, B₁₂ и K. При лекување со антибиотици доаѓа до уништување на нормалната микрофлора во дебелото црево.

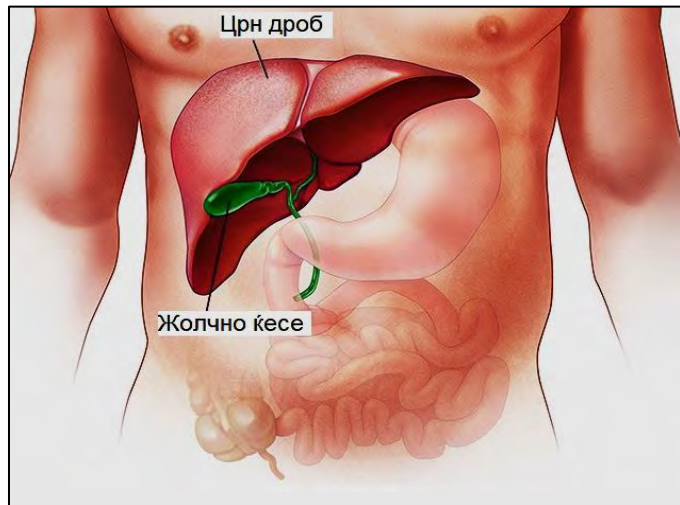
Движењата во дебелото црево се бавни, поради што таму најдолго се задржуваат остатоците од храната. Отстранување на фецесот (дефекација) од организмот настанува со активноста на мазните и напречно-пругастите мускули. Во дебелото црево се врши ресорпција на вода (по осмотски пат), витамини и соли на натриум, калиум и хлор.

5.3 Жлезди кои учествуваат во процесот на варење на храната

Црниот дроб и панкреасот се двете најголеми жлезди кои анатомски и функционално припаѓаат на системот за дигестија.

Црниот дроб (*hepar*) е најголемата жлезда во човековото тело и тежи околу 2 kg. Придодаден е на органите за варење и создава жолчка. Сместен е во горниот десен дел на stomачната празнина под дијафрагмата. Црниот дроб во однос на својата местоположба обезбедува функционална поврзаност меѓу дигестивниот систем и системскиот крвоток.

Составен е од голем десен резен и помал лев резен од кои излегува по едно каналче. Двете каналчиња се соединуваат во црнодробен канал. Во десниот резен на црниот дроб е сместено жолчното кесе (*vesica fellea*). Основната улога на црниот дроб е создавање и лачење на жолчка која се депонира во жолчното кесе. Жолчката е продукт на хепатоцитите. Нејзините основни функции се: емулгирање на мастите и нивен транспорт од луменот на цревата до цревната мукоза, како и екскреција на билирубинот и вишокот холестерол.



Слика 54: Црн Дроб

Жолчката не содржи ензими, таа врши само емулгирање на мастите и ги подготвува за хидролиза. Содржи жолчни киселини, жолчни бои (билирубин–златно жолт и биливердин–кафеаво зелен пигмент), холестерин, лецитин и муцин

од органскиот дел, додека неорганскиот дел го сочинува најголем дел вода, бикарбонати, јони на натриум и хлориди.

Црниот дроб се снабдува со крв низ два крвни сада: портна вена и црнодробна артерија. Овие крвни садови носат околу 1,5 литри крв за една минута. Црнодробната артерија претставува нутритивен крвен сад на црниот дроб. Портната вена всушност ја градат вените од абдоминалниот дел на системот за варење.

Целата венска крв од абдоминалниот дел на дигестивниот тракт доаѓа во црниот дроб, а потоа се носи во срцето.

Црниот дроб е орган со најмногу функции, а некои од физиолошките функции се:

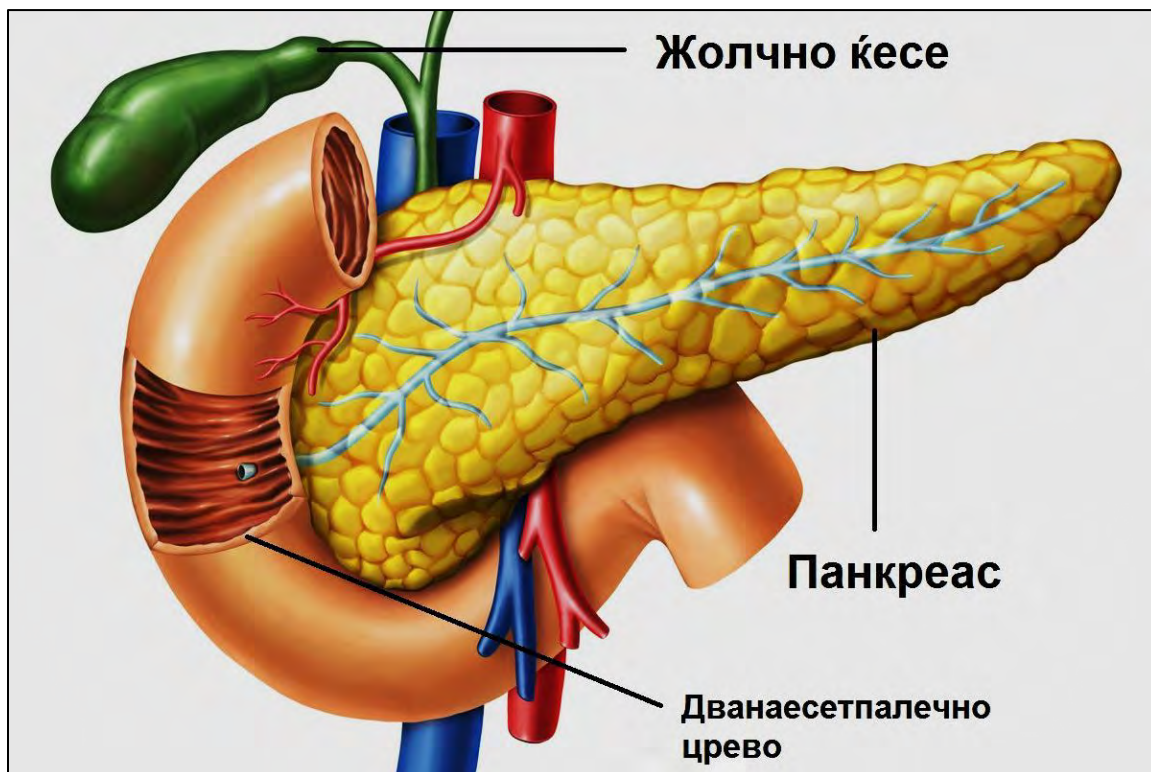
Метаболична	• Регулација на нивото на шеќерот во крвта • Трансформација на амонијакот во уреа
Одбранбена	• Формирање одбранбени протеини на крвта • Синтеза на фактори на коагулација
Секрециона	• Создавање и секреција на жолчка
Еритропоетична	• Создавање еритроцити за време на ембрионалниот живот
Детоксикација	• неутрализирање отровни материи (алкохол, лекови и сл.)

Црниот дроб е орган со над 500 функции, но основната дигестивна функција е изразена преку создавањето на **жолчката**.

Панкреасот (*pancreas*) е жлезда која се наоѓа под желудникот, срасната со задниот stomачен ѕид и тоа пред првиот и вториот слабински прешлен (види

слика 55). Има листовидна форма и тежи 50–80 g. Панкреасот се состои од два вида клетки:

- Едните се групирани во гроздови (ацинуси) кои го лачат панкреасниот сок, кој преку панкреасен канал се излачува во почетокот на дуоденумот каде се вклучува во дигестијата.
- Клетки групирани во Лангерхансови островца кои лачат хормони (инсулин и глюкагон) кои што го регулираат нивото на шеќер во крвта.



Слика 55: Панкреас

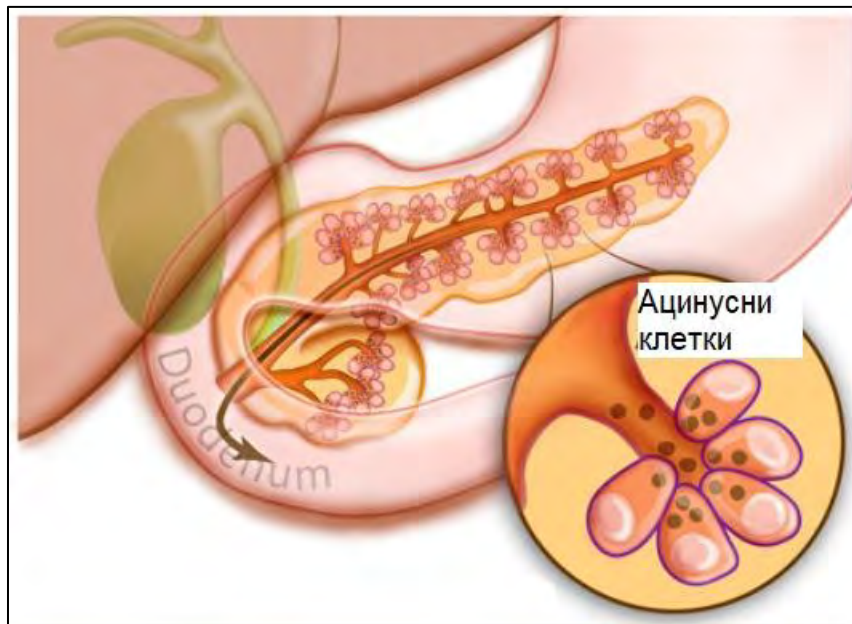
Според тоа панкреасот е жлезда со внатрешно и надворешно лачење. Егзокрината (надворешна) функција е претставена со лачење на панкреасниот сок, додека ендокрината (внатрешна) функција се состои во лачење два многу значајни хормони инсулин и глюкагон кои учествуваат во регулацијата на гликемијата во организмот.

Ацинусните клетки излачуваат дневно околу 1,5–2,0 l панкреасен сок со pH 8.0 (види слика 56). Панкреасниот сок содржи вода, ензими и големо количество бикарбонати. Лачењето на панкреасниот сок започнува само 2–3 минути по земањето на храната и трае до наредните 6–12 часа. Во текот на варењето на

храната во дуоденалната лигавица се создава **секретин** кој има хормонско дејство. Секретинот преку крвта го стимулира лачењето на панкреасниот сок. Панкреасниот сок е безбојна и прозрачна течност без мирис и со голем број ензими. Според супстратот на кој дејствуваат ензимите се поделени во три групи:

- **Протеолитички (за дигестија на протеини):** трипсин, химотрипсин кои се лачат во неактивна форма како трипсиноген и химотрипсиноген, а се активираат под дејство на ентерокиназа што ја лачат жлездите на цревната лигавица.
- **За дигестија на јаглехидрати:** панкреасна амилаза (го разградува скробот до дисахаридот малтоза, која под дејство на малтазата се разградува до моносахаридот глукоза).
- **Липолитички (за дигестија на масти):** панкреасна липаза која ги разградува масите до глицерол и масни киселини.

Регулацијата на лачењето на панкреасниот сок се остварува преку два основни хормони: холицистокинин (кој стимулира лачење на панкреасен сок богат со ензими за варење) и секретин (стимулира секреција на сок богат со бикарбонати што го неутрализира вишокот на киселини во цревниот сок).



Слика 56: Ацинусни клетки



Со совладување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе биде способен да:

набројува органи во системот за варење и објаснува нивна местоположба, градба и функција

Запомни

- Дигестивниот систем е всушност една долга мускулна цевка која на одредени места е проширена. Органите на системот за варење можат да се поделат на две групи:
 - Дигестивен тракт кој го сочинуваат: усна празнина, голтник, хранопровод, желудник, тенко црево и дебело црево. По должината на дигестивниот тракт се извршуваат двата основни процеси дигестија и ресорпција на храната, а недигестираните материи се исфрлаат од организмот.
 - Дополнителни органи, кои учествуваат во процесите на дигестија преку своите производи што ги излучуваат во дигестивниот тракт преку канали. Овде спаѓаат плункови жлезди, црн дроб и панкреас.
- Јазикот, забите и плунковите жлезди се органи во усната празнина. Јазикот е сетило за вкус кој содржи вкусни папили. Забите учествуваат во механичка обработка на храната.
- Разликуваме подвилични, подјазични и доушни плункови жлезди
- Дигестијата на јаглехидратите започнува со разложување на скробот со учество на амилазата.
- Со помош на јазикот храната рефлексно се бутка и се голта поминувајќи преку голтникот во хранопроводот. Хранопроводот (oesophagus) е најтесниот дел од дигестивниот систем.
- Желудникот е орган во кој започнува дигестијата на протеините и сосема мал дел на масти со учество на желудочната липаза до глицерол и масни киселини.
- Тенкото црево е диференцирано на дванаестпалечно, празно и усукано црево.
- Во тенкото црево целосно завршува ресорпцијата и дигестијата на храната.

- Дебелото црево е диференцирано на слепо, колон и право црево кое завршува со анален отвор. Поради отсуство на ензими во дебелото црево нема хемиска обработка на храната.
- Во дебелото црево се врши реапсорпција на вода, витамини и соли на натриум, калиум и хлор и истовремено се формира и фецесот. Се одликува со богата цревна микрофлора која ги разградува несврнените состојки од храната и ослободува гасови, водород, метан, азот и др. токсични материи.
- Црниот дроб и панкреасот се двете најголеми жлезди кои анатомски и функционално припаѓаат на системот за дигестија.
- Црниот дроб е најголема жлезда во организмот, основната улога ѝ е создавање и лачење на жолчката.
- Панкреасот е жлезда со двојно лачење (надворешно и внатрешно). Панкреасниот сок содржи ензими кои го помагаат разложувањето на протеините, јаглехидратите и масите.
- Регулацијата на лачењето на панкреасниот сок се остварува преку два основни хормони: холицистокинин и секретин.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Кои органи го градат системот за дигестија?
2. Во кои делови од дигестивниот тракт се врши механичка обработка на храната?
3. Опиши ја градбата на усната празнина!
4. Каде започнува дигестијата на јаглехидратите, масите и протеините?
5. Како е диференцирано тенкото црево?
6. Која е функцијата на цревната микрофлора?
7. Анализирај ја ресорпцијата на гликозата, минералните соли и водата!
8. Кои се функциите на црниот дроб?
9. Од што се состои жолчниот сок и која е неговата функција во дигестијата на храната?
10. Како се поделени ензимите во панкреасниот сок според супстратот врз кој дејствуваат?



**Активност: Ставете парче леб во устата!
Каков вкус ќе почувствувате и зошто!**

Модуларна единица 6:

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА УРИНАРЕН СИСТЕМ**

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- именува органи во уринарен систем;
- опишува местоположба, градба и функција на органите во уринарниот систем;
- објаснува механизам на создавање урина и прави разлика во количината и составот на примарната и секундарната урина.



6.1 Анатомија на органите во уринарниот систем	82
6.1.1 Бубрег	83
6.1.2 Уринарни патишта	85
6.1.3 Нефрон	86
6.2 Создавање на примарна и секундарна урина	88
6.3 Функција на бубрег	90

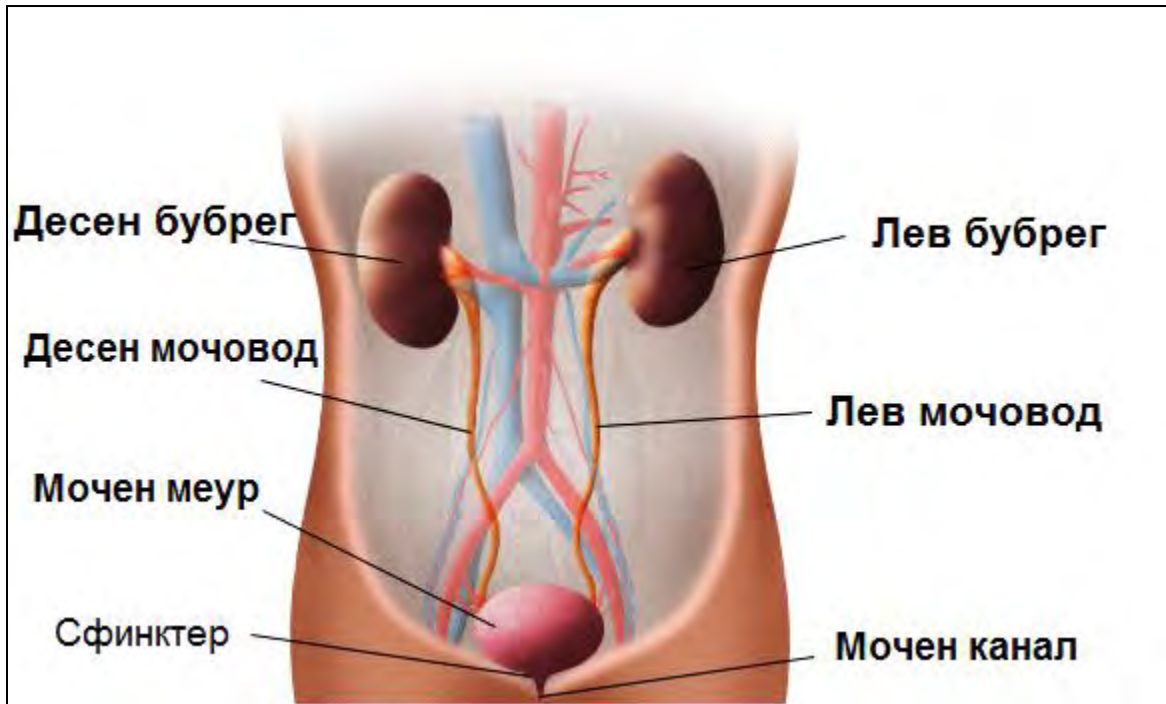
6.1 Анатомија на органите во уринарниот систем

Уринарниот систем се нарекува и екскреторен систем. Бубрезите се составен дел од уринарниот систем и имаат значајна улога во екскрецијата на штетните материи од организмот. Под поимот екскреција се подразбира отстранување на крајните непотребни продукти на метаболитичката активност на клетката како што се: уреа, мочна киселина, креатинин, сулфати, фосфати и др. За нормално одвивање на клеточните и биохемиските функции во организмот потребно е одржување на водената, осмотската како и ацидобазната хомеостаза (рамнотежа) во организмот. Промените настануваат како резултат на метаболитичките процеси. Регулацијата за одржување на постојаноста на волуменот и составот на телесните течности во организмот има големо значење за *хомеостазта*. За да се одржи постојаноста на телесните течности неопходно е да се отстранат следниве штетни материи:

- јаглеродниот диоксид и вишокот на вода ги отстранува респираторниот систем. Водата се отстранува преку испарување во процесот на издишувањето;
- азотните продукти (амонијак и уреа) кои се создаваат при метаболизмот на протеините исто така се токсични доколку не се отстранат од организмот;
- некои есенцијални (суштински, важни) супстанции кои се вишок како на пример електролитите;
- токсични супстанции внесени преку дигестивниот систем (некои соли, остатоци од дигестијата и др). Црниот дроб исто така има значајна улога во елиминирањето на штетните материи добиени од разградувањето на некои лекови и отрови, како и некои производи добиени од распаѓањето на еритроцитите.
- преку кожата се елиминира вода, соли и многу мало количество азотни крајни производи кои влегуваат во состав на потта.

Најголем дел од овие продукти се елиминираат од крвната плазма преку *бубрезите*, но како што веќе спомнавме некои од нив се елиминираат и преку други органи како што се: белите дробови, кожата, органи во дигестивниот систем а потоа се екскретираат надвор од организмот.

Уринарниот систем се состои од следниве делови: **два бубрега (*renes*), два мочоводи (*urether*), мочен меур (*vesica urinaria*) и еден мочен канал (*urethra*).**



Слика 57: Градба на уринарен систем

6.1.1 Бубрег

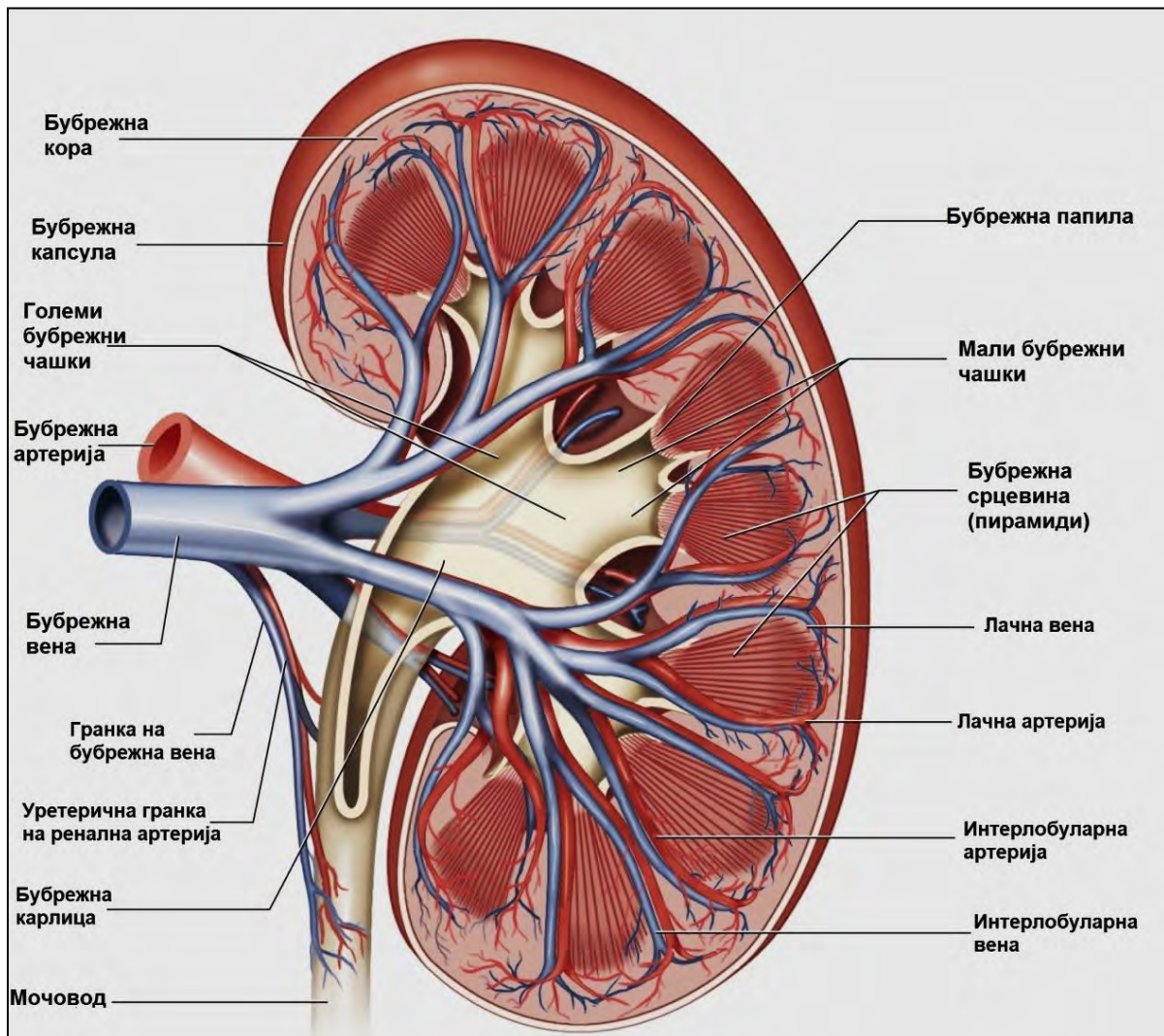
Бубрезите се одговорни за создавање на урината. Главната функција на уринарниот систем е да ја одржува хомеостазата на телесните течности во организмот преку регулирање на нивниот волумен и состав.

Бубрезите (renes) се парни органи, сместени од двете страни на 'рбетниот столб, помеѓу 12-тиот торакален (граден) и 3-от лумбален (слабински) прешлен. Бубрезите исто како и мочоводите се наоѓаат зад перитонеумот што значи дека тие остануваат надвор од перитонеалната (стомачна) празнина во еден простор кој е наречен **ретроперитонеален простор** (види слика 57). Имаат форма на зрно грав со маса од околу 150 gr. На горниот дел на секој бубрег е сместена **надбубрежната жлезда**. Секој бубрег е покриен со бубрежна **капсула** составена од масно ткиво која служи за прицврстување на бубрегот за телесниот сид и го штити од потреси. Бубрежното ткиво е заштитено со тенка мембрана која воедно го одвојува од соседните органи .

Од внатрешната страна на бубрегот има вдлабнување познато како **хилус** од каде излегуваат уретерите, крвните садови, лимфните садови и нервите. Крвта во бубрегот навлегува преку бубрежната артерија. Филтрираната крв од бубрегот излегува преку бубрежната вена (vena renalis) која ја пренесува крвта до долната празна вена (vena cava inferior).

Бубрезите се составени од два дела:

- **бубрежна кора (*cortex renalis*)**, надворешен дел на бубрегот кој е сместен под бубрежната капсула;
- **бубрежна срцевина (*medulla renalis*)**, се наоѓа под кората на бубрегот, содржи многубројни цевчиња кои ја собираат урината. Овие цевчиња создаваат структури наречени **бубрежни пирамиди**. Секоја пирамида со својата база е насочен кон кората на бубрегот, а врвот на пирамидата е насочен кон срцевината, која продолжува во просторот на **малите бубрежни чашки**. Малите бубрежни чашки се здружуваат и формираат **големи бубрежни чашки**. Големите бубрежни чашки се здружуваат во **бубрежна карлица (*pelvis renalis*)** (види слика 58).



Слика 58: Градба на бубрег (напречен пресек)

Урината од бубрежните пирамиди поминува во малите бубрежни чашки, па потоа во големите бубрежни чашки сè до бубрежната карлица, а од таму преминува во мочоводите. Двата мочовода ја пренесуваат урината од бубрезите до мочниот меур, а се отстранува преку мочниот канал (urethra). Процесот на излачување на урина е познат како *микција*.

6.1.2 Уринарни патишта

Бубрежните чашки, бубрежната карлица, мочоводите, мочниот меур и мочниот канал ги сочинуваат уринарните патишта.

Бубрежни чашки (calices renales) се делат на мали и големи и се почетниот дел на уринарните патишта. Тие се цевчиња со конусна форма кои со пошироката база ги опфаќаат папилите од пирамидите, а со потесните внатрешни краеве се спојуваат меѓусебно формирајќи големи чашки. Големите чашки понатаму се отвораат во бубрежната карлица.

Бубрежна карлица (pelvis renalis) има изглед на инка кој со широкиот дел е свртена кон бубрежната празнина (синус), а тесниот дел завршува во мочоводот.

Мочовод (ureter) е парен цевчест орган со должина од 25-30 cm. Започнува од надворешниот дел на бубрежната карлица, а се влева во мочниот меур. Сидот на мочоводот е изграден од слоеви на епителни клетки, релативно тенок слој на мазни мускули и на крајот се наоѓа обвивка од фиброзно соединувачко ткиво. Урината се движи по должината на мочоводите до мочниот меур под дејство на перисталтичките движења на мускулите на мочоводите.

Мочен меур (vesica urinaria) е краен резервоар за урината. Има триаголна форма. На задните темиња се отвораат двата уретера, а напред е сместен мочниот канал. Околу отворот на мочниот канал се наоѓа кружен мазен мускул—*внатрешен сфинктер*.

Мочен канал (urethra) е изведен канал на мочниот меур, кој служи за празнење на мочниот меур. Мочниот канал кај мажите служи и за исфрлање на спермата. Мочниот канал кај жените е со должина од околу 4 cm, сместен пред сраснувањето на двете карлични коски и е препокриен со мускули на предниот сид на вагината. Завршува со надворешен отвор (мочен отвор) кој е сместен во горниот дел на вагиналниот отвор. Протокот на урината низ уретрата ја контролира надворешниот сфинктер кој е изграден од напречно пругасти мускулни влакна.

6.1.3 Нефрон

Основна функционална единица на бубрегот која учествува во формирањето на урината е **нефрономт**. Секој бубрег содржи околу 1.000.000 нефрони и секој од нив создава урина. Нефронот е изграден од бубрежно телце и бубрежни тубули (многу тенки извиткани цевчиња):

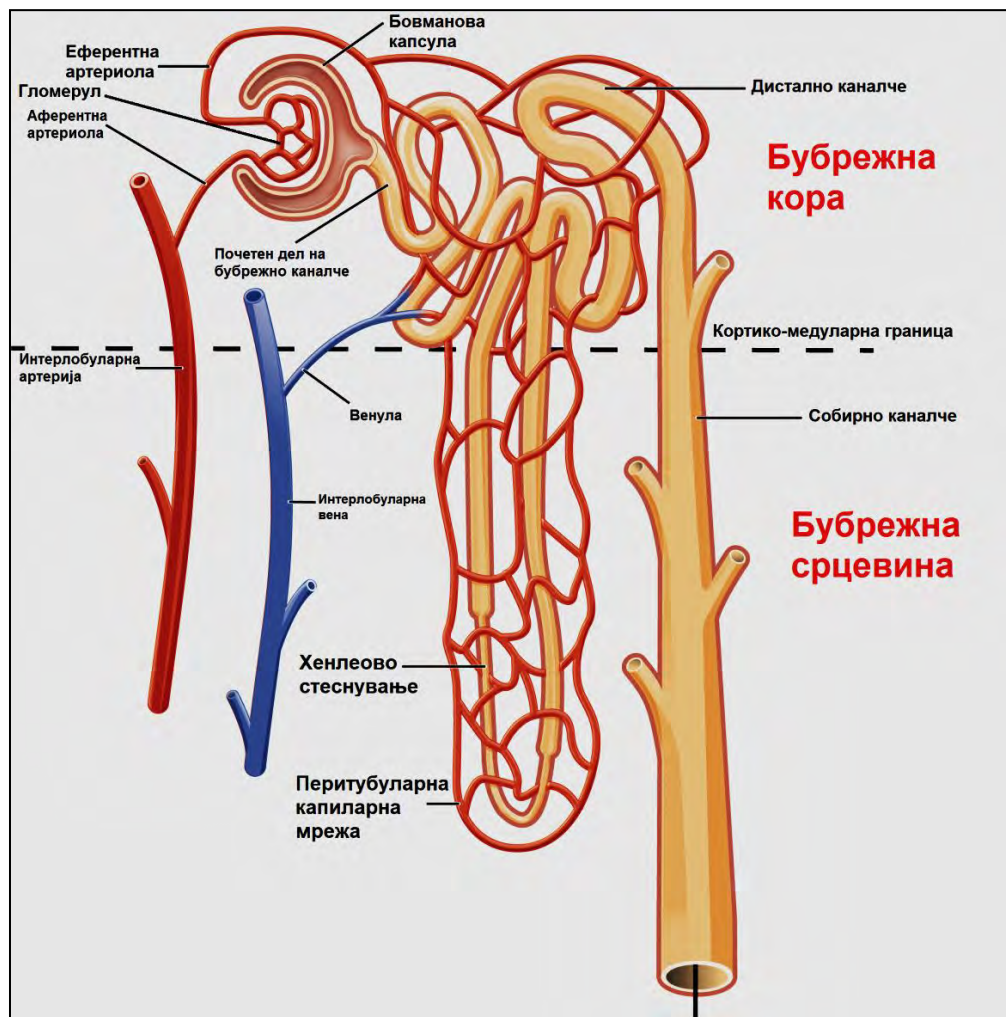
- Бубрежно телце (Малпигиево телце) е составено од **гломерул** што претставува мрежа од артериски капилари, обвиено со двослојна капсула наречена **Бовманова капсула** и е сместено во кората на бубрегот.
- Бубрежни тубули се продолжеток на Бовмановата капсула. Тоа е опфатено со систем на венски капилари кои ја формираат бубрежната вена. Бубрежните тубули се составени од повеќе делови: **почетен (проксимален) тубул**, **Хенлеово (Henle) стеснување** на кое се разликува слегувачки дел кој се спушта од кората во срцевината на бубрегот и качувачки дел кој од срцевината преминува во кората на бубрегот. На качувачкиот дел се надоврзува **дисталниот тубул**. Дисталниот тубул се влева во собирен тубул и собирно каналче, во кои филтрираната течност е урина.

Гломерулот е составен од капиларна мрежа во која хидростатскиот притисок е повисок од тој во останатите капилари. Тоа овозможува филтрирање на крвната плазма и формирање на **примарна урина**. Овие капилари се покриени со епителни клетки и се сместени во Бовмановата капсула. Во просторот меѓу Бовмановата капсула и гломерулот (мрежа од капилари) се собира филтратот кој потоа навлегува во проксималниот тубул. Од тука филтратот се спушта во Хенлеовото стеснување каде што најдлабоко навлегува во срцевината на бубрегот. На качувачкиот дел на Хенлеовото стеснување каде што тој преминува во дистален тубул се наоѓа дамка позната како *macula densa* која има улога во регулацијата на работата на нефронот. Дисталниот тубул се влева во собирни тубули (цевчиња) кои потоа преминуваат во медулата. Од тука новоформираната урина поминува во мали бубрежни чашки, кои се соединуваат во големи бубрежни чашки кои се влеваат во бубрежната карлица (*pelvis renalis*). Гломерулот, Бовмановата капсула, проксималните и дисталните тубули со најголемиот свој дел се сместени во кората на бубрегот, додека Хенлеовото стеснување со еден свој дел навлегува во медулата на бубрегот (види слика 59).

Од погоре кажаното крвта во бубрегот навлегува преку бубрежната артерија која минува низ бубрежниот хилус. Оттука крвта преку малиот крвен сад наречен **доводна (аферентна) артериола**, навлегува во капиларите на **гломерулот**. Аферентните артериоли ја формираат капиларната мрежа на гломерулот.

Овие артериоли имаат поголем дијаметар од останатите системски артериоли. Крајните делови на капиларите на секој гломерул се спојуваат и ја формираат **одводната (еферентна) артериола** која има помал дијаметар од доводната артериола и носи крв од гломерулот до капиларите што ги опкружуваат цевчестите делови на нефронот. Овие мали крвни садови, бидејќи се сместени околу нефронот се наречени, **перитубуларни капилари**. Овие крвни садови имаат улога во концентрирањето на урината.

Тоа значи дека бубрежниот крвоток има два капиларни система, а тоа се: **гломеруларна капиларна мрежа** и **перитубуларна капиларна мрежа**. Крвта од перитубуларната капиларна мрежа навлегува во венските садови и преку бубрежната вена (vena renalis) која излегува од бубрегот, ја пренесува крвта до долната празна вена.



Слика 59: Градба на нефрон

6.2 Создавање на примарна и секундарна урина

Создавањето на урината се одвива во нефроните преку три фази:

1. Гломеруларна филтрација; 2. Тубуларна реапсорпција 3. Тубуларна секреција.

1. Гломеруларна филтрација и создавање примарна урина

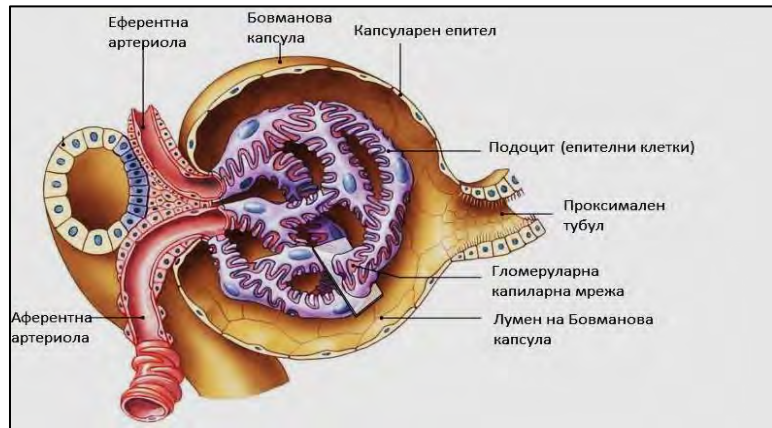
Процесот на создавање на урината започнува со *гломеруларната филтрација* во гломерулот и Бовмановата капсула. Овој процес се состои од филтрирање на супстанциите од крвта во гломерулот низ филтрационата мембрана во луменот (празнина, шуплина) на Бовмановата капсула. Бовмановата капсула е изградена од надворешен париетален слој и внатрешен висцеларен слој кој содржи специјални епителни клетки – подоцити. Овие клетки се прилепуваат до гломеруларните капилари, што значи дека филтрационата мембрана на гломерулот е составена од три слоја: **гломеруларен капиларен ендотел** кој содржи многу пори, **гломеруларна базална мембрана** без пори која не дозволува филтрирање на протеини на плазмата и **епителни клетки–подоцити** низ кои поминуваат филтрираните супстанции. Преку гломеруларната филтрација се филтрира околу 20% од крвната плазма и се создава **гломеруларен филтрат или примарна урина**. Овој филтрат не содржи протеини и е сличен со составот на крвната плазма. Филтрационата мембрана не пропушта поголеми молекули како што се протеините и крвните клетки (еритроцити, леукоцити и тромбоцити). Тоа значи дека филтратот се состои од вода, отпадни материи (уреа, креатинин, мочна киселина), аминокиселини, гликоза и електролити (јони на Na, Cl). Тие навлегуваат во просторот меѓу двата слоја на капсулата, а потоа навлегуваат во бубрежните тубули. Филтрирањето на супстанциите во гломерулот зависи од големината и електричниот полнеж на супстанциите, негативно наелектризираните молекули потешко се филтрираат отколку позитивно наелектризираните молекули. Причина за тоа е што доаѓа до одбивање на двете негативно наелектризирани страни, пример слојот на филтрационата мембрана и негативната молекула на протеинот.

Примарната урина од Бовмановата капсула навлегува во проксималниот дел од бубрежното каналче. По должината на бубрежното каналче се одвиваат сложени процеси на тубуларна реапсорпција и секреција со што се добива *секундарна или конечна урина*.

2. Тубуларна реапсорпција

Низ бубрезите дневно се филтрираат околу 180 l. течност, меѓутоа создаваат само 1 - 1,5 l. урина.

Тоа значи дека најголем дел од водата не се исфрла, туку повторно се враќа од нефронот во циркулацијата.



Слика 60: Малпигиево телце

Заедно со водата и многу други супстанции што се неопходни за организмот како јони и хранливи материи, исто така се реапсорбираат од филтратот, односно се враќаат во циркулацијата. Тубуларната реапсорпција всушност претставува процес на преминување на супстанциите од бубрежните тубули во перитубуларните капилари. Тоа значи дека корисните супстанции се враќаат во организмот, а штетните и понатаму остануваат во нефронот за да се исфрлат надвор преку урината. Многу електролити се реапсорбираат (повторно впираат) во онаа количина која му е потребна на организмот. Затоа процесот на *реапсорпција* може да се дефинира како процес кој овозможува прецизна обработка на филтратот согласно потребите на организмот. Некои супстанции како што се крајни продукти на метаболизмот, уреа и креатинин, слабо се реапсорбираат, што значи тие се среќаваат во урината. Процесот на филтрација ги филтрира и супстанциите кои му се потребни на организмот (електролити, аминокиселини, гликоза и др.), додека процесот на реапсорпција овозможува нивно повторно враќање назад во крвта односно во организмот.

Најголем дел од водата се реапсорбира во проксималниот тубул, кој е сместен во кората на бубрегот, процесот на реапсорпција на вода се намалува по должината на нефронот. Процесите што се одвиваат во проксималниот тубул се засноваат на карактеристиките на клетките на тубулот, кои содржат бројни митохондрии, четкест епител, голема ресорптивна површина што укажува дека во овој дел освен пасивен се одвива и активен транспорт. Од степенот на реапсорпцијата зависи степенот на концентрирањето на секоја супстанција што влегува како составен дел на урината. 99% од водата пасивно се реапсорбира односно водата дифундира од местото на ниска концентрација на растворена супстанца кон местото на висока концентрација на растворена супстанција, т.е. по пат на осмоза. На тој начин се создава поконцентрирана урина. Реапсорпцијата на

некои супстанции како што се јони на Na, Cl, гликозата, аминокиселините и др., се одвива преку активен транспорт што е овозможено со постоење специјален транспортен систем во епителот на бубрежните тубули. За активната реапсорпција на супстанциите потребна е енергија која најчесто се добива со хидролиза на АТФ.

За разлика од проксималниот дел, клетките на Хенлеовото стеснување имаат тенка епителна мембрана без четкест епител, малку митохондрии и минимално ниво на метаболна активност. Од филтрираната вода околу 20% се реапсорбира во овој сегмент. Во дисталниот тубул настанува реапсорпција на јоните на натриум, калиум и хлориди, но нема реапсорпција на вода.

3. Тубуларна секреција

Тубуларната секреција претставува преминување на одредени супстанции од крвта во бубрежните тубули. Супстанции кои се секретираат се: водород, уреа, калиум, креатинин и амонијак. Освен тоа се секретираат и лекови, токсични материи и други непотребни супстанции во организмот. Преку тубуларната секреција од крвта се елиминираат и такви материи кои не можат да минат низ гломеруларната мембрана. Секрецијата може да биде активен и пасивен процес и најчесто е регулиран од хормони. Активната секреција на водородните јони во бубрежните тубули е важна за одржување на ацидобазната рамнотежа. Калиумовите јони пасивно се секретираат што е под контрола на хормонот алдостерон. Алдостеронот ја стимулира реапсорпцијата на натриумот, но истовремено ја стимулира и секрецијата на калиумот. Секрецијата не е карактеристична за глукозата, постои мала секреција на електролити, делумна секреција на уреа и целосна секреција на креатинин. Затоа уреата и креатининот се основните параметри за работата на бубрезите.

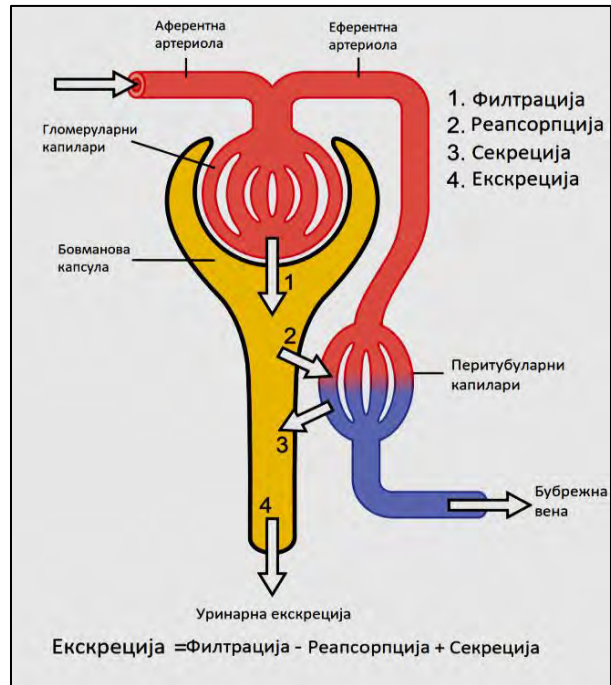
Процесите на реапсорпција и секреција во различни делови од нефронот се разликуваат. Тие овозможуваат поголема селективност за супстанциите, за разлика од процесот на филтрацијата што обезбедува контрола на волуменот и составот на телесните течности во организмот.

6.3 Функција на бубрезите

Бубрезите ги извршуваат следниве процеси:

- *Одржување на водената хомеостаза.* Промената на количината на вода во организмот се регистрира преку осморецепторите кои се сместени во јадрата на хипоталамусот и сидовите на поголемите крвни садови.

Во хипоталамусот е сместен и центарот за жед кој го регулира внесувањето на вода. Антидиуретичниот хормон (ADH) го контролира губењето на водата преку урината. Доколку во организмот се намали нивото на вода, (дехидратација) при физичка активност, високи температури и слично тогаш осморецепторите во хипоталамусот овозможуваат ослободување на ADH, кој придонесува за зголемување на пропустливоста на тубулите за вода, се зголемува реапсорпцијата на вода, а со тоа се намалува количината на урината. Центарот за жед се дразни со што се поттикнува внесување на вода во организмот. Во моментот кога ќе се надомести загубата на вода, тогаш престанува и лачењето на ADH.



Слика 61: Формирање на урина

- *Излучување на супстанции* кои се крајни продукти на клеточниот метаболизам, а кои се штетни за организмот како и вишокот на соли и токсини.
- *Регулирање на ацидобазната рамнотежа.* Одржувањето на постојаната pH на средината е значајно за одвивање на биохемиските процеси во организмот. Овој вид рамнотежа се одржува преку нормалното функционирање на бубрезите.
- *Создавање ренин.* Ренинот е ензим кој учествува во регулирањето на крвниот притисок. Овој ензим го активира протеинот *ангиотензин* кој е моќен вазоконстриктор и истовремено поттикнува секреција на *алдостерон* од кората на надбубрежна жлезда. Ако крвниот притисок е низок, тоа оневозможува ефикасна гломеруларна филтрација, па затоа клетките во ѕидот на аферентната и еферентната артериола го испуштаат ренинот во крвта. Зголеменото лачење на алдостерон предизвикува зголемена реапсорпција на натриум во дисталните тубули и собирните цевчиња. Водата особено под влијание на ADH пасивно ќе го следи реапсорбирањето на натриумот, при што ќе се зголеми крвниот притисок до нормални вредности.
- *Создавање на хормонот еритропоетин.* Овој хормон се создава во бубрезите кога нема доволно количество на кислород. Еритропоетинот предизвикува стимулација на коскената срцевина за создавање повеќе

еритроцити. Затоа при отстранување на еден бубрег или оштетување на нивната функција доаѓа до анемија.



Со совладување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе биде способен да:

набројува органи во уринарниот систем и објаснува нивна местоположба, градба и функција.

Запомни

- Под поимот екскреција се подразбира отстранување на крајните непотребни продукти на метаболичката активност на клетката како што се: уреа, мокрачна киселина, креатинин, сулфати, фосфати и др.
- Уринарниот систем се состои од следниве делови: *два бубрега (renes), два мочоводи (urether), мочен меур (vesica urinaria) и еден мочен канал (urethra).*
- Бубрезите (renes) се парни органи, сместени од двете страни на 'рбетниот столб, помеѓу 12-тиот торакален (граден) и 3 лумбален (слабински) прешлен. Изградени се од бубрежна капсула, кора, срцевина и бубрежна карлица.
- Основна функционална единица на бубрегот која учествува во формирањето на урината е *нефронот*.
- Нефронот е изграден од бубрежно телце (Бовманова капсула и гломерул) и бубрежни тубули (многу тенки извиткани цевчиња).
- Создавањето на урината се одвива во нефроните преку три фази: 1. Гломеруларна филтрација; 2. Тубуларна реапсорпција и 3. Тубуларна секреција. Преку гломеруларната филтрација од крвната плазма се создава примарна урина, која од Бовмановата капсула навлегува во проксималниот дел од бубрежното каналче. По должината на бубрежното каналче се одвиваат сложени процеси на тубуларна реапсорпција и секреција со што се добива секундарна урина.
- Функцијата на бубрезите е: одржување на водената хомеостаза, регулирање на ацидобазната рамнотежа, екскреција на супстанции кои се крајни производи на клеточниот метаболизам, создавање ренин, создавање на хормонот еритропоетин.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Што е екскреција?
2. Како е изграден екскреторниот систем кај човекот?
3. Набројте ги структурните делови на бубрегот!
4. Опиши од кои делови е изграден нефронот?
5. Објасни го механизмот на создавање на урината?
6. Која е разликата во составот на примарната и секундарната урина?

Пополни ја табелата!

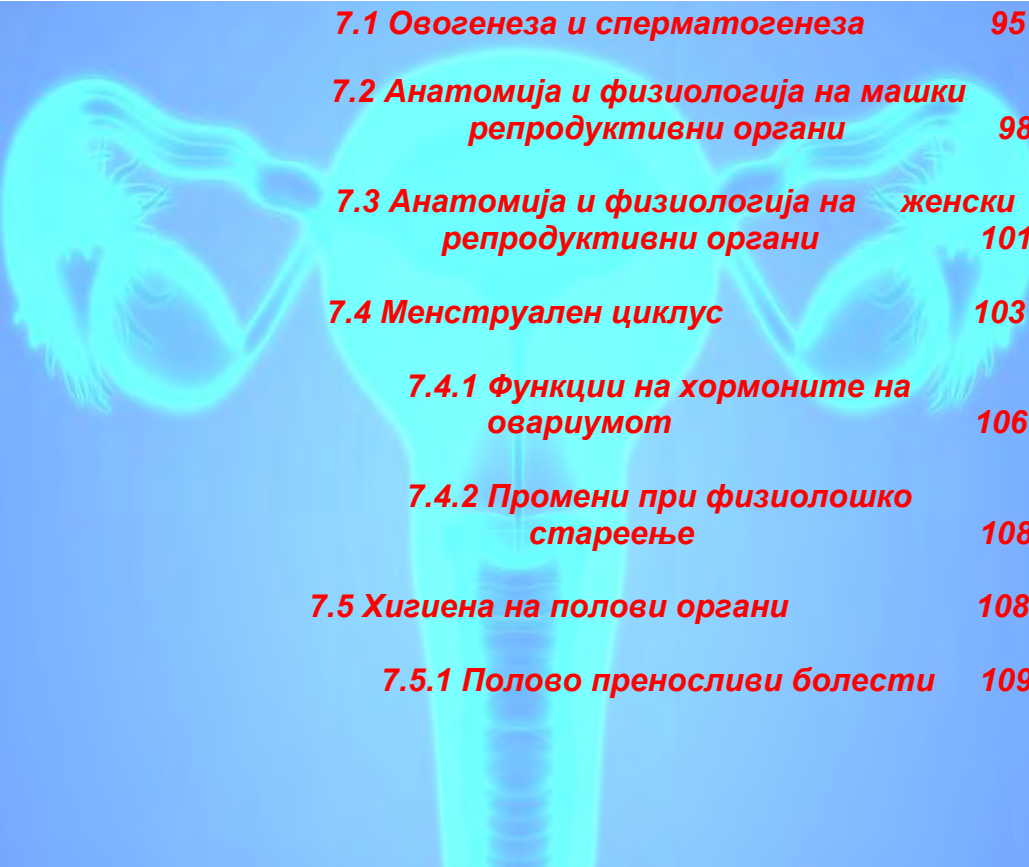


Модуларна единица 7:

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА РЕПРОДУКТИВЕН СИСТЕМ**

По изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- именува органи во репродуктивниот систем;
- опишува градба и функција на репродуктивните органи;
- објаснува менструален циклус;
- развива чувство за лична одговорност за хигиена и грижа за репродуктивното здравје.



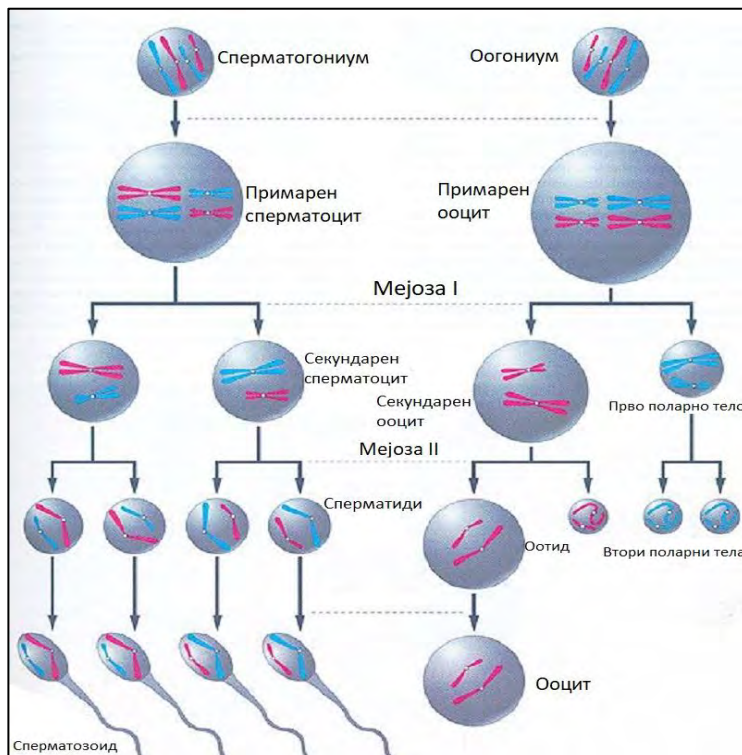
7.1 Овогенеза и сперматогенеза	95
7.2 Анатомија и физиологија на машки репродуктивни органи	98
7.3 Анатомија и физиологија на женски репродуктивни органи	101
7.4 Менструален циклус	103
7.4.1 Функции на хормоните на овариумот	106
7.4.2 Промени при физиолошко стареење	108
7.5 Хигиена на полови органи	108
7.5.1 Полово преносливи болести	109

7.1 Сперматогенеза и овогенеза

Кај човекот репродукцијата се манифестира преку процесите на оплодување и формирање полови клетки. Половите клетки во јадрата содржат половичен број хромозоми (хаплоиден број), за разлика од бројот на хромозоми во која било друга клетка во телото. При нивното создавање тие минуваат низ посебни процеси на клеточна делба наречена мејоза или редукциона делба при која бројот на хромозомите се редуцира на половина.

Мејозата се врши во текот на гаметогенезата (сперматогенеза и овогенеза) при што се создаваат машките и женските полови клетки (гамети). При мејотичката делба од едно диплоидно јадро ($2n=46$ хромозоми) се добиваат 4 хаплоидни ($n=23$) генетски различни јадра како резултат на размена на генетскиот материјал меѓу хромозомите од двата родитела (види слика 62).

Од тука произлегува дека биолошкото значење на мејозата не е само во намалување на бројот на хромозомите на половина туку и создавање нови единки со различни наследни својства. Од добиените хаплоидни клетки (со редуциран број на хромозоми) со оплодување се формира диплоиден **зигот** (оплодена јајце-клетка) при што се запазува постојаниот број на хромозоми карактеристичен кај еден вид.



Слика 62: Гаметогенеза

Сперматогенеза

Сперматогенезата е процес на создавање и созревање на машките полови клетки – сперматозоиди. Се одвива во семените каналчиња на тестисите. Сперматозоидите се создаваат од клетките на герминативните епителни каналчиња. Сперматогенезата кај човекот поминува низ неколку стадиуми.

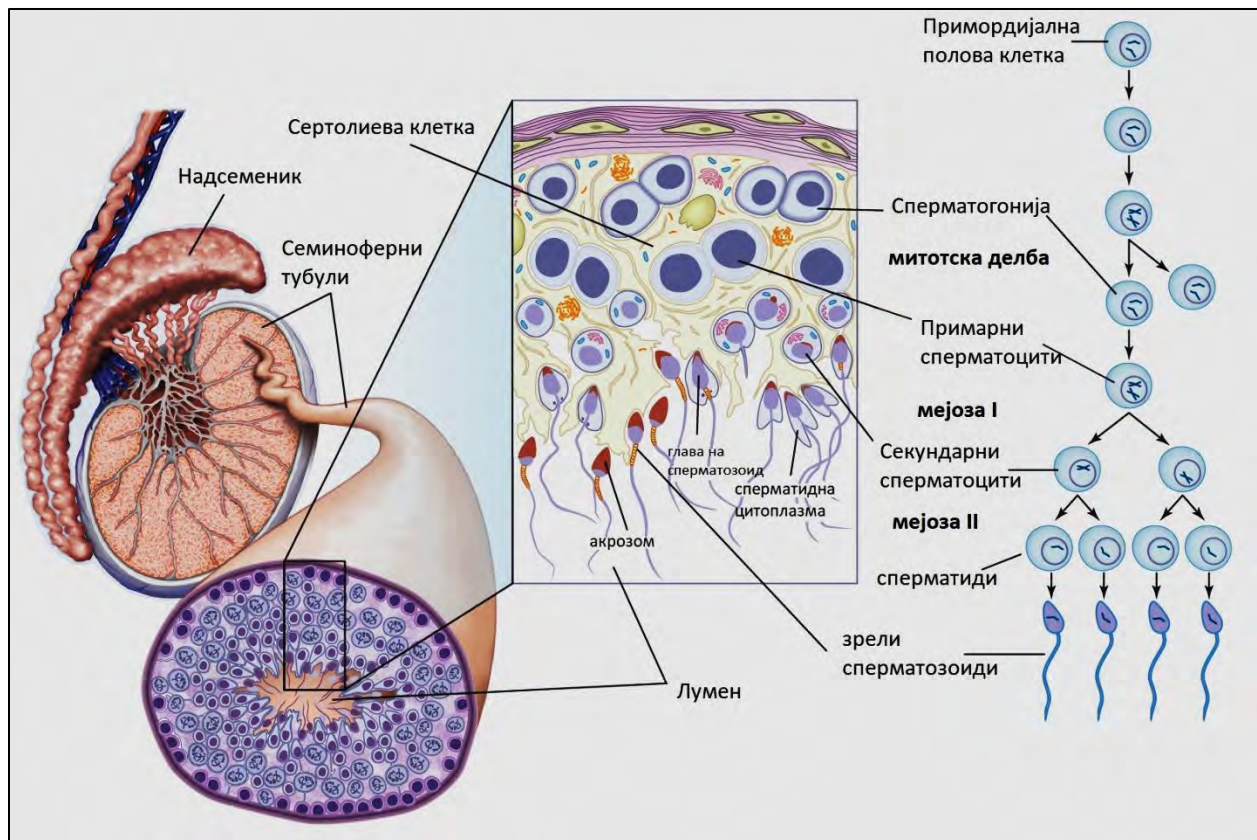
Преку митотички делби бројот на клетките се зголемува и се формираат **сперматогонии** од герминитивниот епител.

Во следната последователна фаза сперматогониите растат и преминуваат во **примарни сперматоцити**.

Со мејоза еден (редукција на бројот на хромозомите) примарните сперматоцити се делат и на тој начин создаваат **два секундарни сперматоцити**. Секој од нив содржи по 23 хромозоми.

Понатаму секоја од секундарните сперматоцити преку втора мејотичка делба се дели на два **сперматиди** при што се формираат 4 незрели сперматиди. Сперматидите сè уште немаат карактеристики на сперматозоиди, затоа продолжува процесот на созревање односно менување на формата на сперматидите и формирање на сперматозоид. Во овој стадиум сперматозоидот се диференцира на глава, врат, тело и опашка. Процесот на дозревање на сперматозоидите трае од 18 часа до 10 дена при што добиваат способност за движење и оплодување на јајце-клетката.

Процесот на сперматогенезата од герминативни клетки до сперматозоиди се одвива под влијание на неколку хормони и трае 74 дена. Во сперматогенезата (процес на создавање на машки полови клетки) **сите четири сперматозоиди се фертилни** односно може да ја оплодат јајце-клетката (види сл.63)



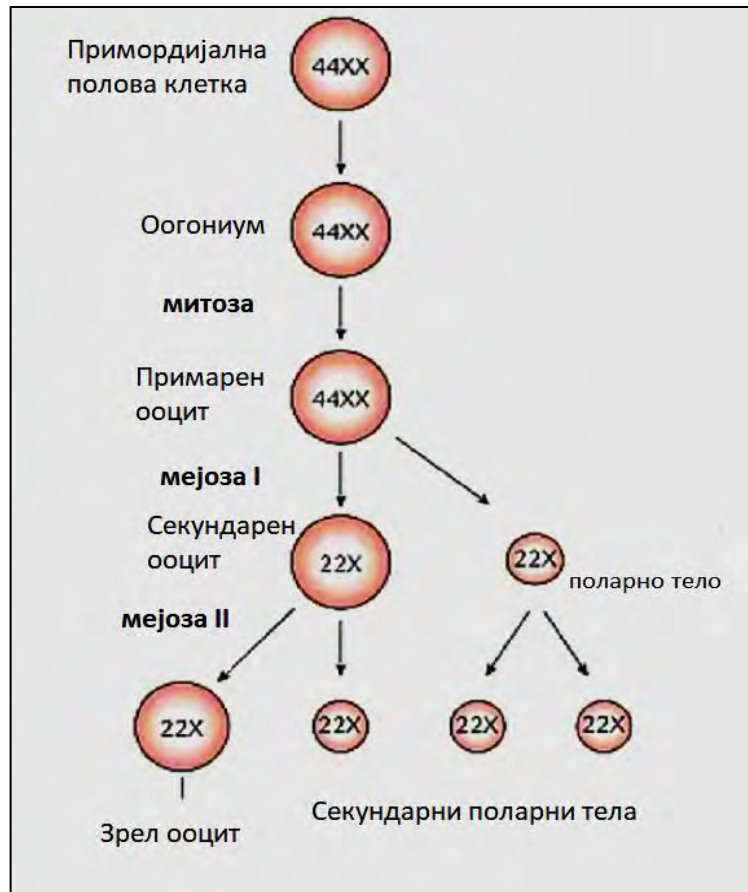
Слика 63: Сперматогенеза

Овогенезата претставува процес на создавање и созревање на овоцитите кој настанува во овариумите. Клетките од герминативниот епител на овариумот имаат способност да се делат и созреваат во процесот на овогенезата. Овој процес се одвива во неколку стадиума. Во првиот стадиум се зголемува бројот на клетките од герминативниот епител преку митотички делби при што се формираат **овогониуми**.

Во вториот стадиум овогонијата преминува во примарен овоцит ($2n-46$ хромозоми).

Во третиот стадиум преку првата мејотичка делба настанува редукција на хромозомите и создавање на еден **секундарен овоцит** ($n-23$ хаплоидни хромозоми) и поларно тело (клетка која има мала количина на цитоплазма). Во оваа фаза можно е оплодување.

Секундарниот овоцит се дели со втора мејотичка делба и се добива еден овоцит и второ поларно тело. Ако настане оплодување овоцитот преминува во зигот (види слика 64).



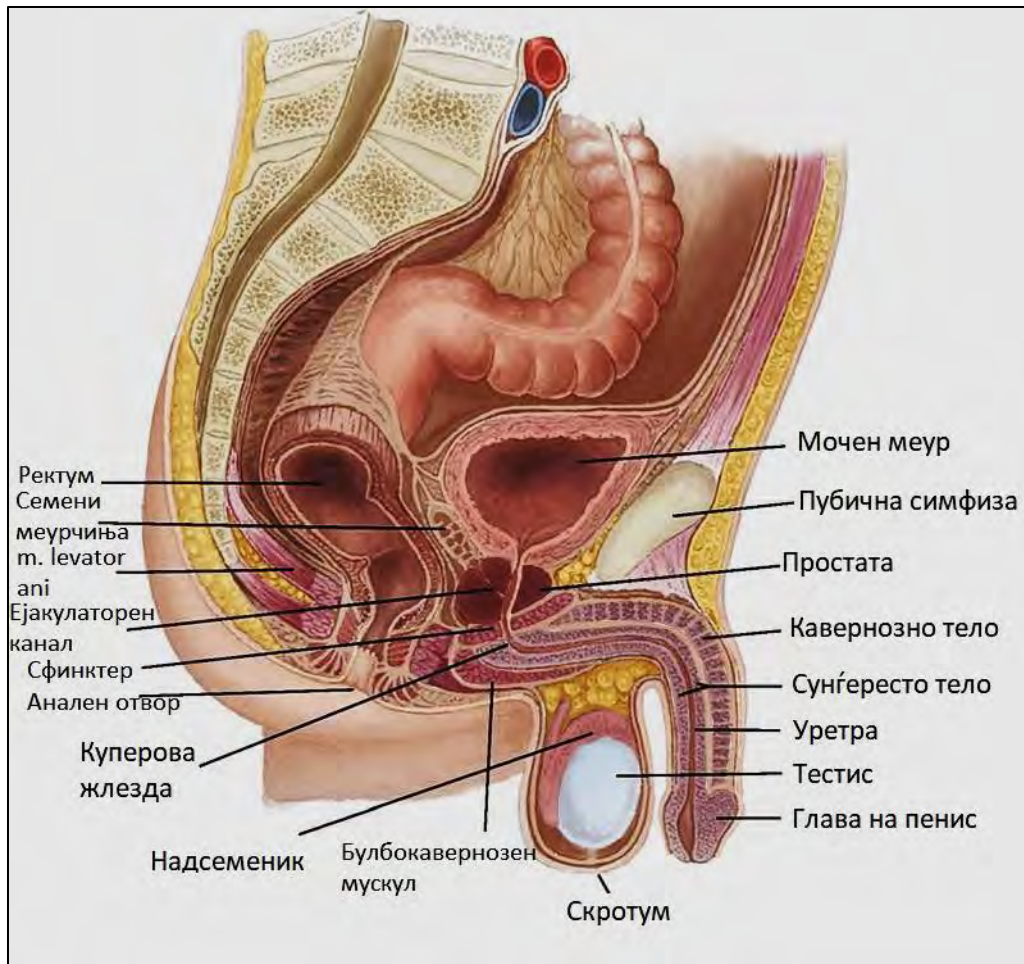
Слика 64: Овогенеза

На крајот од овогенезата се добиваат:

- ✓ **Една хаплоидна јајце-клетка** која созрева во **Графов фоликул** и
- ✓ **Три хаплоидни полоцити** кои немаат никаков удел во оплодувањето и брзо пропаѓаат.

7.2 Анатомија и физиологија на машки репродуктивни органи

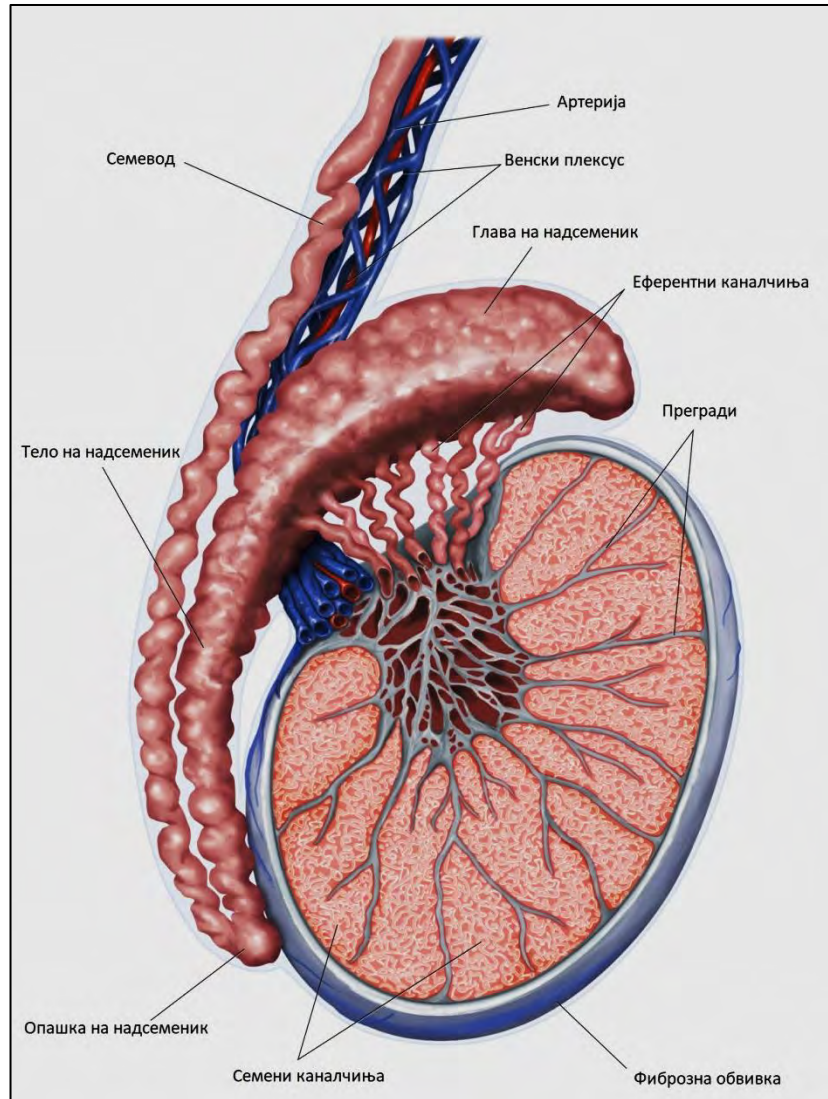
Системот за репродукција кај машките единки се состои од внатрешни органи сместени во карличната празнина како што се: семеник, надсеменик, семеводи, семена ќесичка и дополнителни жлезди и надворешни органи сместени надвор од карличната празнина. Во надворешни органи спаѓаат полов член (penis) со мочен канал (urethra) и мадно ќесе (scrotum).



Слика 65: Машки полов систем

Семеник (testis) е парна полова жлезда сместена во скротумот. Тоа е жлезда со двојно лачење. Ендокрината функција е со лачење на машките полови хормони, додека егзокрината функција е поврзана со создавањето на половите клетки. Семениците се создаваат во текот на ембрионалниот развој, при што еден или два месеца пред раѓањето се спуштаат низ ингвинален (препонски) канал во мадното ќесе.

Внатрешноста на семеникот се состои од паренхим и соединувачко ткиво (види слика 66). Паренхимот е изграден од извиткани семени каналчиња и Лајдигови клетки. Во семените каналчиња се одвива процесот на сперматогенезата. Од физиолошки аспект сперматогенезата се одвива во семените каналчиња на тестисите во текот на активниот полов живот кај мажите. Почнува некаде од 13-та година од животот по зголемување на активноста на гонадотропните хормони од аденохипофизата FSH и LH. Во епидидимисот (надсеменикот) сперматозоидите по поминати 24 часа созреваат и стануваат подвижни. Лајдиговите (интерстициски) клетки се сместени меѓу семените каналчиња и ја имаат ендокрината улога. Овие клетки продуцираат и секретираат машки полови хормони (тестостерон) кои влијаат врз појава на примарни и секундарни полови карактеристики. Машките полови хормони се означени како **андрогени хормони** и истите учествуваат во хормонската регулација на машките полови функции. Се создаваат и на други места, во надбубрежната жлезда но ефектот на **маскулинизацијата** (развој на машки полови карактеристики кај единки од женски пол) е слаб.



Слика 66: Градба на тестис

Кај мажите има и естрогени хормони кои изнесуваат 1/5 од количеството естрогени што ги има негравидна жена. Кај мажите тие се создаваат во црниот дроб и имаат важна улога во сперматогенезата бидејќи предизвикуваат дозревавање (матурација) на сперматозоидите.

Преку активноста на семените каналчиња и Лајдиговите клетки се остварува егзокрината и ендокрината функција на семениците.

Функцијата на семениците е под контрола на GnRH (*гонадотропен ослободувачки хормон*) од хипоталамусот под чие дејство се *излучуваат FSH (фоликулостимулирачки хормон)* и *LN (лутеинизирачки хормон)* од аденохипофиза, при што FSH го стимулира создавањето на сперматозоидите, а LN создавањето и секрецијата на тестостеронот од Лајдиговите клетки во тестисите. Преку овие два хормона аденохипофизата го регулира лачењето на андрогените хормони. Контролата на секрецијата на машките полови хормони се остварува преку механизмот на негативна повратна врска. Во услови на зголемено количество на тестостерон во крвта, се предизвикува инхибиција на лачењето на гонадотропниот ослободувачки хормон од хипоталамусот, а со тоа се прекинува секрецијата на LH од хипофизата. При намалување на концентрацијата на тестостеронот во крвта се одвиваат обратни процеси (види слика 67).



Слика 67: Механизам на негативна повратна врска

Надсеменик (epididymis) е парен издолжен орган (со должина 3–5mm) сместен на горниот дел од тестисот. Каналите (цевчињата) што ги пренесуваат сперматозоидите почнуваат со каналите на самиот тестис. Од нив половите клетки се собираат во **надсеменикот**. За време на нивното задржување во надсеменикот половите клетки дозреваат и стануваат подвижни.

Семевод (ductus deferens) е канал кој почнува од надсеменикот и завршува со спојување на каналите од **семената кесичка** во заеднички сврзувачки канал ductus ejaculatorius). Двата исфрлувачки канали минуваат низ **простатата** од каде се излеваат во **мочниот канал (urethra)**.

Семените меурчиња (vesiculae seminales) се парни органи сместени пред дебелото црево, а под мочниот меур. Претставуваат извиткани цевчиња долги 7,5 cm. Изводниот канал од семените меурчиња се спојува со семеводот со што се создава **ејакулаторниот канал**. Жлездите од семените меурчиња лачат секрет кој влегува во состав на семената течност.

Простата (*glandula prostata*) е непарен жлездено-мускулен орган сместен веднаш под мочниот меур. Преку неа поминуваат уретрата и исфрлувачките канали. Секретот од простатата го зголемува волуменот на спермата. Овој секрет е ретка млечна и алкална течност кој ја намалува киселоста во родницата.

Булбоуретралните жлезди – Куперови жлезди се сместени од двете страни на уретрата. Нивната функција се состои во лачење мукозен секрет. Каналите на овие жлезди се долги 2,5 cm и од двете страни се празнат во мочниот канал (види слика 65).

Полов член (*penis*) со мочен канал (*urethra*)

Во состав на машкиот полов орган (*penis*) влегуваат две шупливи кавернозни тела кои содржат проширени артериски капилари кои се полнат со крв под влијание на нервно-вегетативниот систем. Изграден е од сунѓересто ткиво, што овозможува примање поголемо количество крв кое ја овозможува ерекцијата. Функцијата на машкиот мочен канал се состои во пренесување на урината од мочниот меур и на половите клетки надвор од организмот.

Половиот член и скротумот (*scrotum*) претставуваат надворешни полови органи кај машките единки.

Мадни ќесиња (*scrotum*) се кожни ќеси во кои се сместени тестисите. Основната функција на скроталните ќеси е да одржуваат адекватна температура која изнесува околу 32°C. Повисоката температура може да доведе до дегенеративни промени во епителот на каналчињата и стерилитет. Друга значајна функција е заштитната.

7.3 Анатомија и физиологија на женски репродуктивни органи

Системот за репродукција кај женските единки е изграден од надворешни и внатрешни органи и жлезди (види слика 68).

Внатрешни органи и жлезди се: јајчници (*ovarium*), јајцеводи (*tuba uterina*), матка (*uterus*), родница (*vagina*), додека надворешни органи се големи и мали усни (*labia majora* и *labia minora*) и клиторис (еректилно тело).

Јајчник (*ovarium*)

Женската полова жлезда **јајчник** или **овариум** е парен орган, сместен во карличната празнина, во форма на бадем. Имаат двојна улога, учествуваат во

создавањето и созревањето на женските полови клетки и секретираат женски полови хормони кои го регулираат женскиот полов циклус, ја одржуваат бременоста, ги поттикнуваат млечните жлезди за лактација и се одговорни за развојот на примарни и секундарни полови карактеристики кај женските единки.

Во овариумите под капсулата постојат т.н. *примордијални фоликули* кои содржат незрели јајце-клетки. Уште пред раѓањето во овариумите се формираат повеќе илјади незрели јајце-клетки од кои се развиваат и созреваат само мал број, околу 400 во двата јајника, во период на половата активност. Активноста на овариумите започнува меѓу дванаесеттата и четиринаесеттата година, под дејство на гонадотропните хормони од хипофизата и трае до возраст 45–55 години, кога нагло престанува. Во тој период жената влегува во менопауза. За време на половата активност секој месец созрева по една јајце-клетка. Цикличните промени при кои се формира овоцитот, расте, созрева и пропаѓа се нарекува менструален или оваријален циклус.

Јацеводи (*tuba uterina*) претставуваат цевчести органи низ кои се пренесуваат јајце-клетките до утерусот, а исто така во нив се врши оплодувањето. Јајце-клетката не може сама да се движи како сперматозоидот. Нејзиното движење низ јајцеводот зависи од движечката активност на трепките во внатрешниот слој како и од брановидните контракции на сидовите на јајцеводите. Со контракција на мускулниот слој, јајцеводот ја прифаќа исфрлената јајце-клетка. Патувањето на јајце-клетката од јајникот, преку јајцеводот до утерусот трае 5 дена.

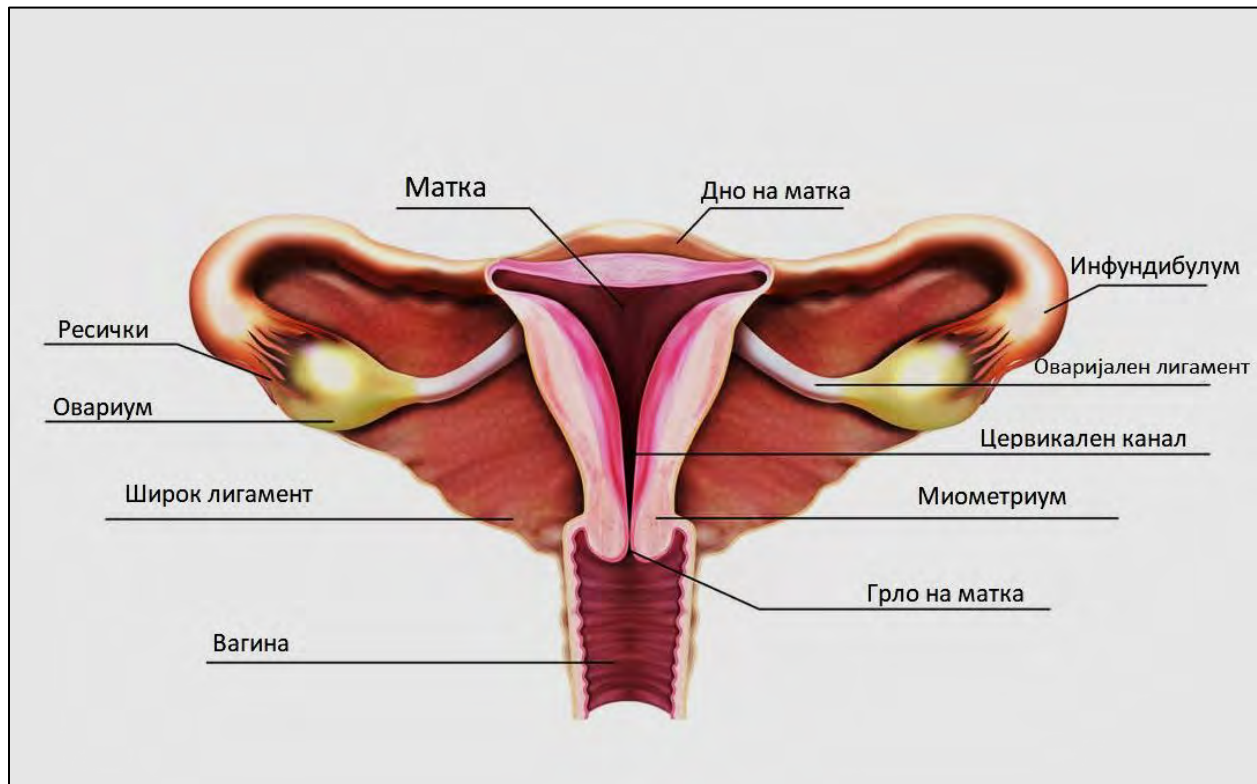
Плодница, матка (*uterus*) е репродуктивен орган со кој се поврзани јајцеводите и нејзината улога е да го прифати и одржува развојот на фетусот за време на бременоста. Претставува крушковиден мускулест орган кај кој горниот најширок дел е наречен **тело на утерусот (*corpus uteri*)**, а потесниот дел кој е насочен надолу е наречен **цервикс** или врат на утерусот (*cervix uteri*). Вратот на утерусот продолжува до родницата (*vagina*), додека внатрешноста на матката е шуплина (*cavum uteri*) која има способност да се проширува паралелно со развојот на фетусот.

Внатрешниот слој на утерусот наречен **ендометриум** има значење во менструалниот циклус.

Родница (*vagina*) претставува цевчест мускулен орган кој се протега од вратот на матката, а завршува со отвор кој се наоѓа меѓу малите срамни усни (*labia minora*). Близу или на вагиналниот отвор се наоѓа мембрана (химен).

Бартолиевите жлезди се наоѓаат од секоја страна на вагиналниот отвор и лачат мукозен секрет кој се излачува во близина на вагиналниот отвор (vestibulum).

Надворешните органи на женскиот репродуктивен систем се означени со единствен термин (вулва). Тука спаѓаат два пара вагинални усни (labia minora и labia majora). Малите вагинални усни однапред завршуваат со едно ерекtilно тело – clitoris.



Слика 68: Градба на женски полов систем

7.4 Менструален циклус

Репродуктивниот систем кај жената, покажува циклични промени во функцијата на подготовка за фертилизација и бременост. Циклусот се означува како менструален циклус или месечен оваријален циклус. Карактеристика на менструалниот циклус е периодично вагинално крвање кое се повторува на секои 28 дена. Во текот на овој циклус настануваат промени во овариумите и во утерусот.

➤ *Циклични промени во овариумите*

На почетокот на циклусот почнува да се зголемуваат неколку примордијални фоликули (6–12), од кои само еден созрева. Развојот и растењето на фоликулите е под контрола на фоликулостимулирачкиот хормон (FSH). По 6 дена од почетокот на циклусот продолжува да расте и да се развива само еден фоликул, додека другите дегенерираат.

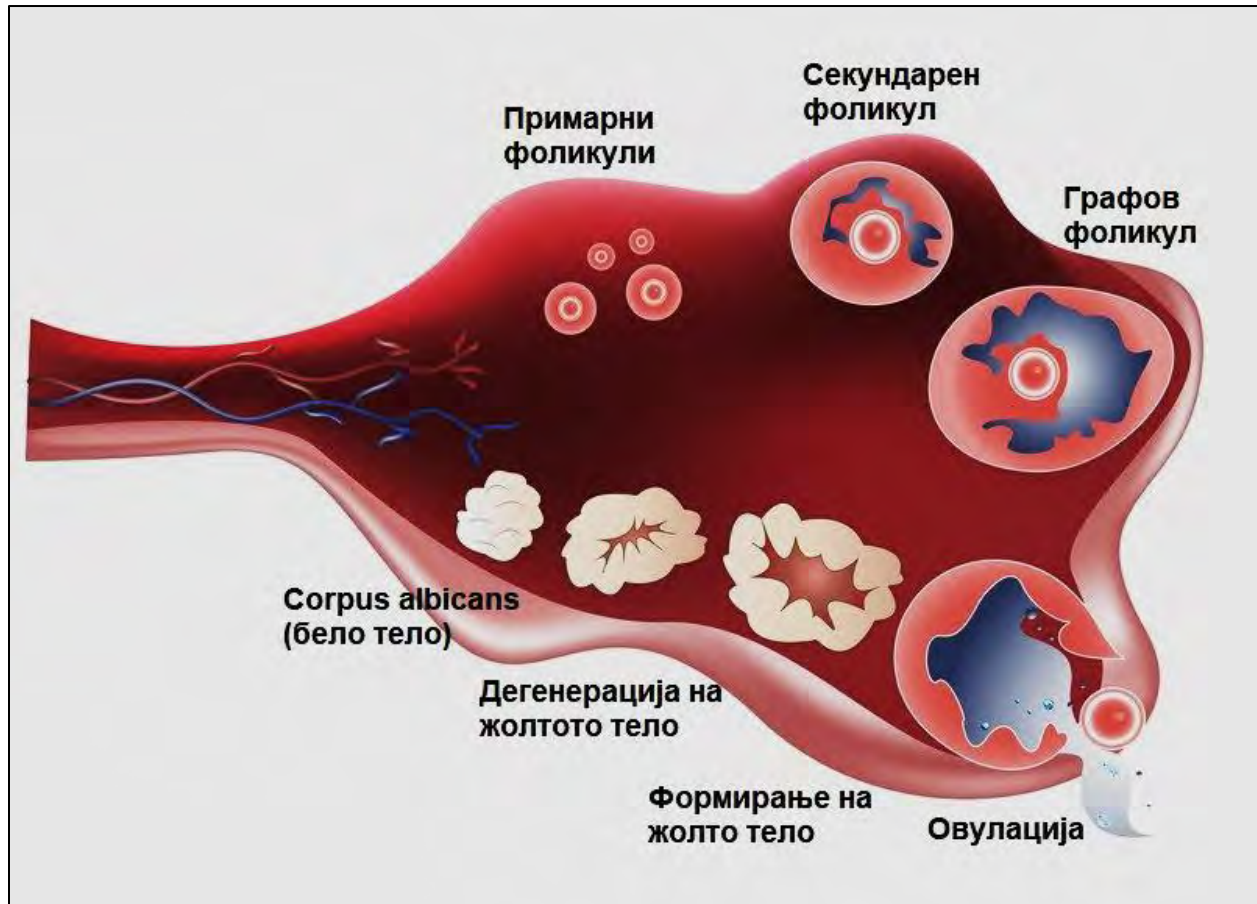
Од тој фоликул се развива **Графовиот фоликул** (види слика 69). Околу јајце-клетката во Графовиот фоликул се создава празнина (atrium) исполнета со течност. Зрелиот Графов фоликул прска под притисок на течноста околу 14-от ден од циклусот, при што јајце-клетката се исфрла заедно со течноста во stomачната празнина во близина на отворот на јајцеводите. Процесот на исфрлање на зрелата јајце-клетка се нарекува **овулација**. Сите овие процеси се дел од **фоликуларната фаза од оваријалниот циклус** која во просек трае 14 дена.

По овулацијата почнува втората фаза од оваријалниот циклус која е наречена **лутеинска фаза**. Во оваа фаза прснатиот Графов фоликул, без овоцит во неа брзо се исполнува со крв и станува **хеморагично тело (corpus hemorrhagicum)** или црвено тело. Подоцна ова хеморагично тело се заменува со жолтеникава маса од липиди богати со лутеински клетки. На тој начин се формира **жолтото тело (corpus luteum)**. Клетките на жолтото тело секреттираат хормони и тоа **естрогени и прогестерон**.

Доколку се внесени машки полови клетки во женскиот репродуктивен систем може да дојде **до оплодување** во јајцеводот при што ќе се формира зигот. Зиготот (оплодена јајце-клетка) преминува во матката каде што се развива. Одржувањето на бременоста до четвртиот месец е под влијание на хормоните што ги лачи жолтото тело (естрогени и прогестерон). Во понатамошниот период на бременоста улогата на жолтото тело ја презема **плацентата**.

Доколку не дојде до оплодување и гравидитет, јајце-клетката се отстранува од организмот преку матката и вагината. Жолтото тело околу 24-от ден од оваријалниот циклус почнува да дегенерира, на негово место се создава соединувачкоткиво **corpus albicans**, односно бело тело кое е без ендокрина функција.

Од погоре кажаното може да се заклучи дека цикличните промени во овариумите се одвиваат во две фази: **фоликуларна** – од формирањето на овоцитот до овулацијата и **лутеинска** фаза која се карактеризира со ендокрината активност на жолтото тело.



Слика 69: Созревање на јајце-клетка

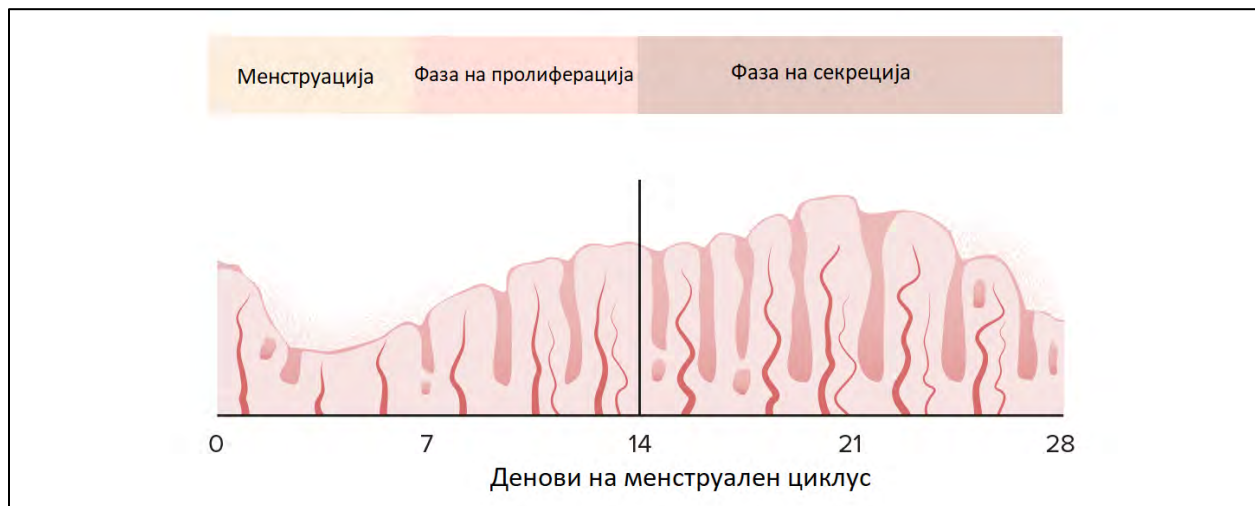
➤ **Циклични промени во утерусот**

Паралелно со цикличните промени на овариумите настануваат промени и во ендометриумот (внатрешниот слој) на матката кои се означуваат како месечен утерусен циклус. Промените се состојат од следниве фази:

Фаза на пролиферација почнува од 5-от и трае до 14-от ден од месечниот циклус. Во оваа фаза под дејство на естрогените од фоликулот кој созрева, ендометриумот се задебелува, утерусните жлезди растат, добро се развиени и на тој начин ендометриумот се подготвува за евентуална бременост, во случај на оплодување. Од ендометријалната функција, оваа фаза всушност значи обновување на епителот од претходната менструација. Оваа фаза завршува веднаш по овулацијата, кога започнува секреторната фаза.

Фаза на секреција започнува од овулацијата и трае до 28-от ден на менструалниот циклус (види слика 70). Во оваа фаза настануваат промени под дејство на естрогените и прогестеронот од жолтото тело, кои го поттикнуваат лачењето на ендометријалните жлезди. Секреторната фаза всушност претставува

подготовка на утерусот за имплантација на евентуално оплодената јајце-клетка. Доколку не дојде до оплодување тогаш на 24-от ден од менструалниот циклус започнува пропаѓањето на жолтото тело (кое целосно атрофира на 28-от ден), хормонското надразнување на ендометриумот престанува, при што ендометриумот се истанчува. На крај настанува десквамација на ендометриумот односно **менструално крвање**. Тоа настанува во т.н. **десквамационо-регенеративна фаза** која ги опфаќа првите четири до пет дена од циклусот. При менструалното крвање се губи околу 30–80 ml крв, 75% од артериско и 25% од венско потекло. Содржи ткивни остатоци и материи за спречување коагулација на крвта. По менструалното крвање новиот ендометриум се обновува од клетките кои остануваат во базалниот слој (stratum basale).



Слика 70: Циклични промени во матка

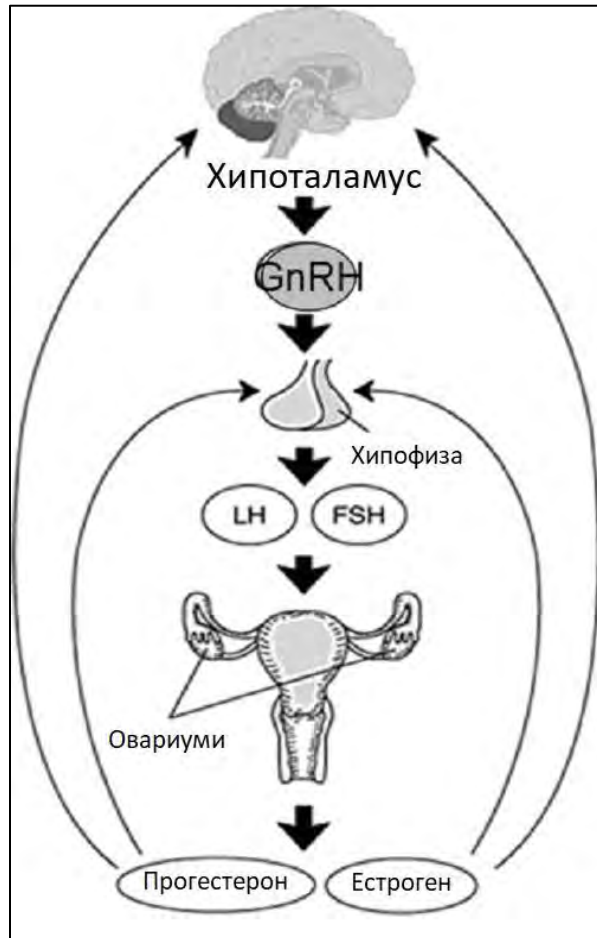
7.4.1 Функции на хормоните на овариумот

Ендокрината улога на овариумите се должи на активноста на Графовиот фоликул и жолтото тело. **Графовиот фоликул** лачи **естрогени хормони** (естрадиол, естрон и естриол) од кои најголемо физиолошко значење има естрадиолот. Главната функција на естрогените хормони е да предизвикуваат зголемување на бројот на клетките и ткивата кои се во врска со репродукцијата. Освен тоа одговорни се за појава на примарните и секундарните карактеристики кај жената. Во пубертетот влијанието на естрогените хормони е изразено кога почнува првиот месечен циклус, а со намалување на секрецијата на естрогените хормони настанува период на менопауза, најчесто меѓу 45–50 година.

Жолтото тело лачи хормон **прогестерон**, најважна функција на прогестеронот е да предизвика секреторни промени во ендометриумот на утерусот и подготовка за прифаќање на евентуално оплодената јајце-клетка.

Прогестеронот ги намалува контракциите на утерусот (матката) и спречува можност за исфрлање на оплодената јајце-клетка, односно ја одржува бременоста.

Регулација на месечниот циклус – содејство на хормоните од овариумите, хипоталамусот и хипофизата



Промените во текот на половиот месечен циклус кај жената се регулираат преку хипоталамус– хипофизарна врска според принципот на негативна повратна врска.

Во хипоталамусот се секреттираат **рилизинг (ослободувачки) хормони GnRH**, поради намалено ниво на естрогени во крвта во првата половина од циклусот. Тие предизвикуваат секреција на гонадотропните хормони **FSH фоликулостимулирачки и LH лутеинизирачки хормон од аденохипофизата**. FSH го стимулира растот на фоликулите, создавањето и растењето на јајце-клетката во Графовиотфоликул, а потоа во самите фоликули се создаваат естрогените хормони.

Зголеменото ниво на естрогени хормони, FSH и LH кон средината на циклусот доведуваат до појава на овулација.

Слика 71: Врска меѓу хипоталамус, хипофиза и овариум

Околу два дена пред овулацијата (од непознати причини) секрецијата на LH се зголемува 6–10 пати, лачењето на FSH се удвојува и со нивното заедничко дејство предизвикуваат брзо растење на фоликулата. Во текот на растот на фоликулата главно се лачат естрогени.

LH подоцна влијае врз создавањето на жолтото тело. Последните две недели од циклусот жолтото тело дегенерира, при што нивото на естрогените хормони и прогестеронот во крвта значајно се намалува. Потоа следи нов овариумски циклус, според принципот на повратна негативна врска (види слика 71).

7.4.2 Промени при физиолошко стареење

Промените во јајчникот во текот на половиот циклус се во потполна зависност од гонадотропните хормони на аденохипофизата: фоликулостимулирачкиот хормон (FSH) и лутеинизирачки хормон (LH). Во детството овие хормони не се излучуваат, но меѓу 9-та и 10-та година хипофизата лачи сè повеќе и повеќе FSH и LH со кулминација меѓу 11-та и 16-та година кога започнува месечниот полов циклус. Периодот на овие промени при кои настанува полово созревање се означува како *пубертет*. Првиот менструален циклус се означува како *менарха*. Активноста на половите жлезди трае до возраст од 45-55 години кога нагло престанува и жената влегува во менопауза (климактериум). Во овој период престанува овулацијата и создавањето на жолтото тело при што доаѓа до престанување на редовниот месечен циклус. Со менопауза се означува времето на последниот месечен циклус. Причини за појава на менопаузата е намалување или целосно престанување на функциите на овариумите, поради што не се создаваат јајце-клетки, а лачењето на половите хормони престанува или минимално се излучува. Во тој период настануваат атрофични промени на утерусот, јајцеводите, вагината и вулвата.

Менопаузата се третира како нормална физиолошка состојба кај жената во одреден период од нејзиниот живот, но сепак намалувањето или отсуството на половите хормони предизвикуваат значајни психички и физиолошки промени. Најчести промени во овој период кај жената се нервна раздразливост, бранови на жештина, краткотрајни вртоглавици, замор и др. Третманот со естрогени хормони во периодот на менопаузата се покажал доста ефикасен особено во спречувањето на појава на остеопороза, намалување на ризик од срцеви болести и др. Но доколку подолго време трае хормонскиот третман констатирано е дека еден од можните ризици е појава на рак на сидот на матката. Овој ризик се намалува доколку дозата и времетраењето на терапијата се намали.

7.5 Хигиена на половите органи

Хигиената на машките и женските полови органи е значајна за одржување на репродуктивното здравје како и здравјето на целиот организам кај човекот. Половите органи се подложни на разни инфекции кои може да се шират и врз другите органи во организмот. Затоа одржувањето на интимната хигиена треба да е составен дел од секојдневната хигиена.

- **Хигиена на женски полови органи**

Во слузокожата на репродуктивните органи кај жената се наоѓаат многубројни жлезди кои лачат секрет. Пределот на вагината се карактеризира со кисела средина поради природното присуство на симбиотски микроорганизми (природна микрофлора) кои создаваат кисела средина. Ваквата средина обезбедува неповолни услови за населување други патогени микроорганизми. Но поради дејство на различни надворешни или внатрешни фактори може да настане нарушување на природната микрофлора, појава и развој на болест.

Основните хигиенски мерки преку кои може да се спречи појавата на заболувања се редовно миење со употреба на соодветни средства за хигиена на интимните делови (неутрални или слабо алкални сапуни наменети за неа на интимни делови на телото), одржување на хигиената на долната облека, но најважно во поглед на половите инфекции е да се има безбеден полов однос (употреба на контрацептивни средства, кондом).

Хигиенските постапки се посебно значајни за време на менструалното крвавење. Утерусот кој крвави претставува поволна подлога за развој на некои микроорганизми што може да доведе до појава на воспалителни процеси кои може да се прошират и кон внатрешните полови органи. За време на менструалниот циклус потребно е почесто миење, најчесто само со чиста вода.

- **Хигиена на машки полови органи**

Поради анатомските карактеристики хигиенските мерки кај машките полови органи се поедноставни. За зачувување на репродуктивното здравје, она што задолжително треба да се применува е редовно миење, одржување на хигиената на долната облека како и безбедни полови односи. Во спротивно може да дојде до појава на полово преносливи болести.

7.5.1 Полово преносливи болести

Полово преносливите болести се пренесуваат преку полов однос. Се јавуваат кај машкиот и кај женскиот репродуктивен систем. Предизвикувачите на овие болести може да бидат разни видови микроорганизми (бактерии, вируси, габички и сл.)

Најчести се инфекциите со хламидија, *Neisseria gonorrhoeae* (гонореја), ХПВ, *Treponema pallidum* (сифилис) и др.

Една од покарактеристичните инфекции ја предизвикува хламидијата, која треба да се лекува и кај обата партнера. Новороденчињата од зарамена мајка имаат инфекции на очите и белите дробови.

Гонорејата е полово преносливо заболување што го предизвикува бактеријата гонокок (*Neisseria gonorrhoeae*), која се пренесува од заболено лице преку полов контакт и предизвикува *акутно гнојно воспаление*. Симптомите се **гноен секрет, јадеж, болка**, ако не се лекува може да премине во *хронично* воспаление. Кај жените ова заболување може да предизвика инфекција на матката, јајцеводите, јајниците поради што може да предизвика стерилитет. За да се спречи ова заболување потребна е поголема здравствена едукација, избегнување незаштитени односи, а доколку се појават знаци на болеста, да се преземат мерки на навремено лекување со цел спречување хронична инфекција.

Сифилисот се вбројува меѓу најтешките полови заболувања. Инфекцијата ја предизвикува спиралната бактерија *Treponema pallidum*, се пренесува од заболени на здрави лица преку полов контакт. Инфекцијата може да се пренесе и директно преку постелката од мајката на плодот. Сифилисот најпрво се манифестира во форма на раничка на половите органи три седмици по инфекцијата. Ако не се дијагностицира заболувањето и не се лекува болеста поминува во втор и трет стадиум при што го зафаќа целиот организам.

Најчесто оваа болест може да се спречи ако навреме се открие и се лекува со антибиотска терапија.

Друга инфекција која е карактеристична за женскиот репродуктивен систем е инфекција на јајцеводите наречена **салпингитис** (воспаление на јајцеводите). Оваа инфекција во најголем број случаи ја предизвикуваат гонококи или бактеријата хламидија (*Chlamydia trachomatis*) или некоја друга бактерија. **Салпингитисот** поради затнување на јајцеводите може да предизвика стерилитет (се спречува поминувањето на јајце-клетките низ јајцеводите).

Инфекции предизвикани со ХПВ (хуман папилома вирус)

Постојат различни типови од овој вирус кои може да предизвикаат лесни инфекции како *брадавички*, до типови на овој вирус кои предизвикуваат клеточни промени и развој на *карцином на грлото на матката*. Овие вирусни инфекции се пренесуваат преку полов контакт, поподложни на овие инфекции се жените во однос на мажите. Превенцијата од ова вирусно заболување е вакцина со која младите девојки може да се заштитат од високоризичните типови на овој вирус. Секако дека превенцијата се состои и во подигање на здравствената култура и едукација на младите во однос на репродуктивното здравје.

Херпес симплекс– вирусна инфекција претставува полово пренослива вирусна инфекција што ја пренесува херпес симплекс вирусот. Карактеристично е што болеста може да се повтори при намален имунитет на организмот и покрај прележувањето на првичната појава на болеста.

Сида (синдром на изгубен клеточен имунитет), инфекцијата ја предизвикува **ХИВ** вирусот (види слика 71). Се пренесува при полов контакт, но овој вирус може да се пренесе преку крв (нестерилни игли кај наркоманите, трансфузија, ист прибор за бричење и др.) и од мајка на дете при породување или доење. По инфекцијата со ХИВ не се забележуваат видливи симптоми, но болниот (ХИВ+) може да ја пренесе заразата. Овој период може да потрае подолго време (повеќе од 10 години). Болеста се карактеризира со губење на нормалниот одговор на клеточен имунитет поради што организмот е без одбрана од болести. Последиците од болеста се предизвикани од неспособноста на организмот да се одбрани од другите инфекции на кои е изложен.

Засега лек против сидата сè уште не постои, моменталната терапија само привремено му помага на болниот, но крајниот исход е неповолен.



Слика 72: HIV вирус

Најдобра заштита од сите полово преносливи болести е избегнување на какви било ризични полови односи, употреба на презервативи, спречување на наркоманијата, стекнување навики за одржување на личната хигиена, подигање на нивото на здравствената култура и навремена едукација за репродуктивното здравје на младите.



Со совладување на содржините од оваа
модуларна единица ученикот
ќе биде способен да:
Разликува машки и женски полови органи и
објаснува нивни морфолошки и
функционални карактеристики.

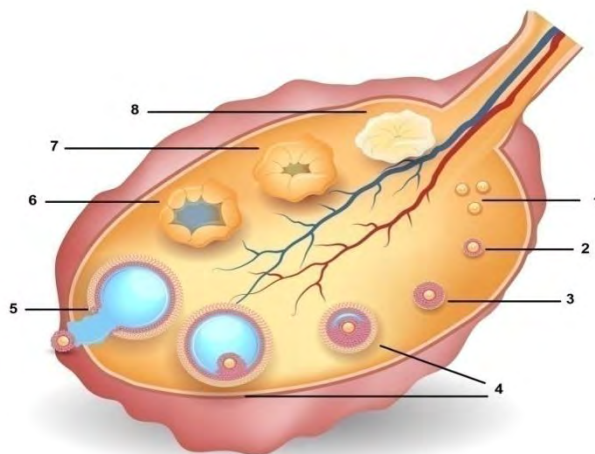
Запомни



- Кај човекот репродукцијата се манифестира преку процесите на оплодување и формирање полови клетки. Половите клетки во јадрата содржат половичен број хромозоми (хаплоиден број), за разлика од бројот на хромозоми во која било друга клетка во телото.
- Системот за репродукција кај машките единки се состои од внатрешни органи сместени во карличната празнина како што се: семеник, надсеменик, семеводи, семена ќесичка и дополнителни жлезди и надворешни органи сместени надвор од карличната празнина.
- Функцијата на семениците е под контрола на GnRH (*гонадотропен ослободувачки хормон*) од хипоталамусот под чие дејство се излучуваат FSH (*фоликулостимулирачки хормон*) и LH (*лутеинизирачки хормон*) од аденохипофиза, при што FSH го стимулира создавањето на сперматозоидите, а LH создавањето и секрецијата на тестостеронот од Лајдиговите клетки во тестисите.
- Системот за репродукција кај женските единки е изграден од надворешни и внатрешни органи и жлезди. Јајниците се парни полови жлезди кои учествуваат во создавањето на половите клетки и лачењето на половите хормони.
- Цикличните промени во овариумите се состојат од две фази: фоликуларна и лутеинска.
- Од овариумите се лачат естрогени хормони, од жолтото тело се лачи прогестерон додека од фоликулите естрадиол.
- Најчести полово преносливи болести се: сифилис, гонореја, СИДА и др.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Што е репродукција?
2. Како се нарекуваат машките и женските полови клетки?
3. Објасни ги поимите сперматогенеза и оогенеза!
5. Опиши ја градбата и функцијата на репродуктивните органи!
6. Објасни ја секрецијата на андрогените хормони!
7. Објасни ја разликата меѓу фоликуларната и лутеинската фаза од менструалниот циклус!
8. Кои промени настануваат во репродуктивниот систем кај жената при физиолошко стареење?
9. Објасни го менструалниот циклус!
10. Што е овулација и кога настанува?
11. Што е менопауза?
12. Кои се најчестите полово преносливи болести?
13. Означи ги фазите на созревање на јајце-клетка на слика 73, подолу!



Слика73: Фази на созревање на јајце-клетка

Модуларна единица 8:

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА ЕНДОКРИН СИСТЕМ**

По изучување на оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- познава, местоположба, градба и функција на ендокрини жлезди;
- опишува врска меѓу хипоталамус и хипофиза и улога на хипофизата врз функцијата на останатите жлезди;
- набројува хормони и поврзува одделни хормони со соодветна жлезда која ги лачи;
- објаснува механизам на дејство на хормоните;
- разликува хиперфункција и хипофункција на ендокрините жлезди и објаснува последици и заболувања при нивна појава.



**8.1 Анатомија и местоположба
на ендокрините жлезди 115**

**8.2 Хормони и хормонална
регулација 116**

8.3 Ендокрини жлезди 117

8.3.1 Хипофиза 117

8.3.2 Тироидна жлезда 121

8.3.3 Паратироидна жлезда 124

8.3.4 Надбубрежни жлезди 125

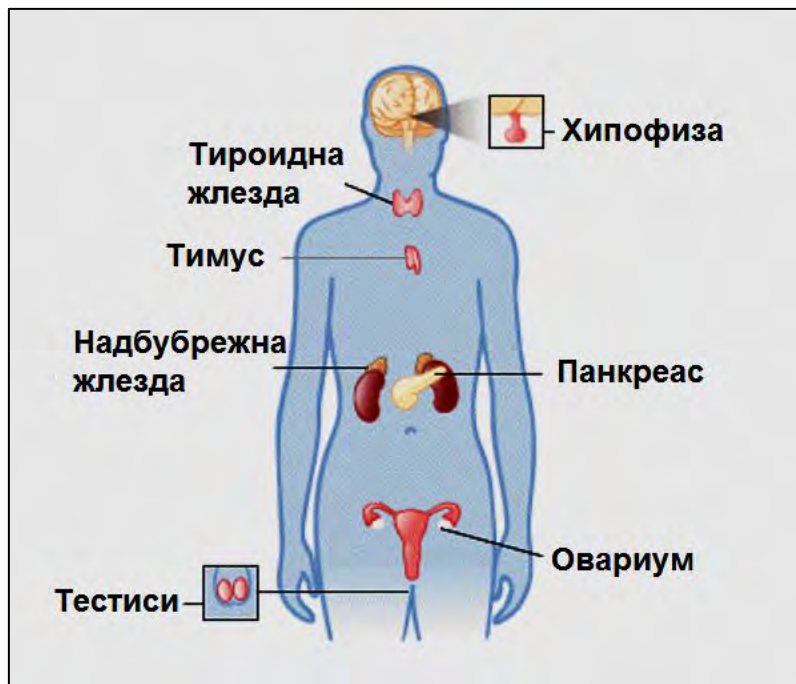
8.3.5 Панкреас 128

8.3.6 Полови жлезди 130

8.3.7 Епифиза 130

8.1 Анатомија и местоположба на ендокрините жлезди

Нервниот и ендокриниот систем се главните контролни системи во организмот кои ги координираат функциите на сите телесни системи. Ендокриниот систем се состои од одделни жлездести клетки кои може да се поединечни или групирани во ткива и органи-жлезди. Науката која ја изучува градбата и функцијата на ендокрините жлезди се нарекува *ендокринологија*. Жлездите произведуваат регулаторни хемиски материи наречени хормони. Хормоните преку циркулирачката крв се разнесуваат насекаде во телото. Нервниот систем ги контролира активностите на телото преку нервни импулси, кои се спроведуваат преку аксоните на невроните. Нервниот и ендокриниот систем се координирани од еден поврзувачки систем, познат како *невро-ендокрин систем*. На тој начин одредени делови на нервниот систем го зголемуваат или намалуваат ослободувањето на хормоните, а тие пак може да промовираат или инхибираат создавање нервни импулси. Ваквата поврзаност меѓу овие два система овозможува соодветна активност на ендокриниот систем во зависност од потребите на организмот. За разлика од солзите, плунката и другите дигестивни сокови кои се излачуваат преку посебни одводни каналчиња (егзокрини жлезди), ендокрините жлезди спротивно на егзокрините, се карактеризираат со богата мрежа на крвни садови, преку кои што хормоните се лачат директно во крвта. Локацијата на жлездите од ендокриниот систем е претставена на слика 74.



При нарушување на функцијата на некоја од ендокрините жлезди, може да дојде до хиперфункција (зголемена активност) на жлездата што доведува до зголемено лачење или хипофункција (намалена активност) што се манифестира со намалено лачење на хормоните.

Слика 74: Жлезди на ендокриниот систем

8.2 Хормони и хормонална регулација

Хормоните се специјализирани хемиски гласници (пораки) кои се секретираат од ендокрините клетки и ткива. Тие преку циркулаторниот систем се пренесуваат до сите делови на телото, но се ефективни само на одредени специфични целни– таргет-клетки. Тоа значи дека само таргет-клетките за дадениот хормон имаат рецептори кои можат да го препознаат и да го врзат хормонот. Дејството на хормонот како прв гласник врз целните клетки и ткива, се остварува преку врзување за рецептори кои се наоѓаат на површината или во внатрешноста на клетката. Хормонските рецептори се локализирани на површината или во самата клеточна мембрана, во цитоплазмата или во јадрото на клетката. Хормоните предизвикуваат силни ефекти и кога ги има во многу мали концентрации. Според местото на дејствување хормоните може да се поделат на хормони со општо дејство и хормони со специфично дејство. Хормони кои дејствуваат врз многу ткива и органи во организмот се наречени хормони со општо дејство (инсулин, тироидни хормони, хормон за растење), додека оние хормони кои дејствуваат врз одделни (специфични) ткива или органи се хормони со специфично дејство (TSH дејствува само на тироидна жлезда, АСТН дејствува само врз кората на надбубрежните жлезди). Според хемискиот состав хормоните се поделени во три групи:

- стероидни хормони кои се деривати на мастите и во оваа група спаѓаат хормоните од кората на надбубрежна жлезда и хормоните од машките и женските полови жлезди;
- деривати на аминокиселини, тука спаѓаат хормоните адреналин, норадреналин, тироксин и тријодтиронин;
- протеини и пептиди се сите останати хормони.

Регулацијата на хормонската секреција е под дејство на сигнали од нервниот систем, како и хемиски промени во крвта. Најчесто хормонските регулаторни системи работат преку механизам на повратна негативна врска. Поврзаноста на нервниот и ендокриниот систем се остварува преку хипоталамусот (види табела 12). Тој е дел од меѓумозокот, локализиран под мозочната структура таламус и претставува главна врска меѓу овие два система. Ендокрината жлезда, хипофиза, секретира хормони кои учествуваат во контрола на други ендокрини жлезди, но денес е познато дека и хипофизата е регулирана од хипоталамусот. Тоа значи дека хипоталамусот не само што е важен регулаторен центар на нервниот систем, туку тој продуцира нервни хормони познати како ослободувачки или (releasing) хормони преку кои се остварува врската меѓу хипоталамусот и хипофизата (види табела 13). Преку овие хормони

Анатомија и физиологија за III година

се контролира функцијата на хипофизата. Заедно хормоните имаат важна улога во регулација на сите аспекти на растот, развојот, метаболизмот и хомеостазата на организмот.

Карактеристики	Нервен систем	Ендокрин систем
Медијатори	Невротрансмитери	Хормони
Место на дејствување	Во близина на местото на лачење	Оддалечено од местото на лачење
Целни клетки	Мускулни клетки, жлездени клетки, други неврони	Речиси сите клетки во телото
Брзина	Брзо	Бавно
Траење на дејство	Краткотрајно	Долготрајно

Табела 12: Споредба на нервениот и ендокриниот систем

Хормонина хипоталамус	Дејство
TRH(тиротропен ослободувачки хормон)	Стимулира секреција на TSH од хипофизата
GnRh(гонадотропен ослободувачки хормон)	Предизвикува секреција на FSH и LH
CRH(кортикотропен ослободувачки хормон)	Стимулација на секреција на ACTH
GHR(ослободувачки хормон за растење)	Стимулација и секреција на хормонот за раст

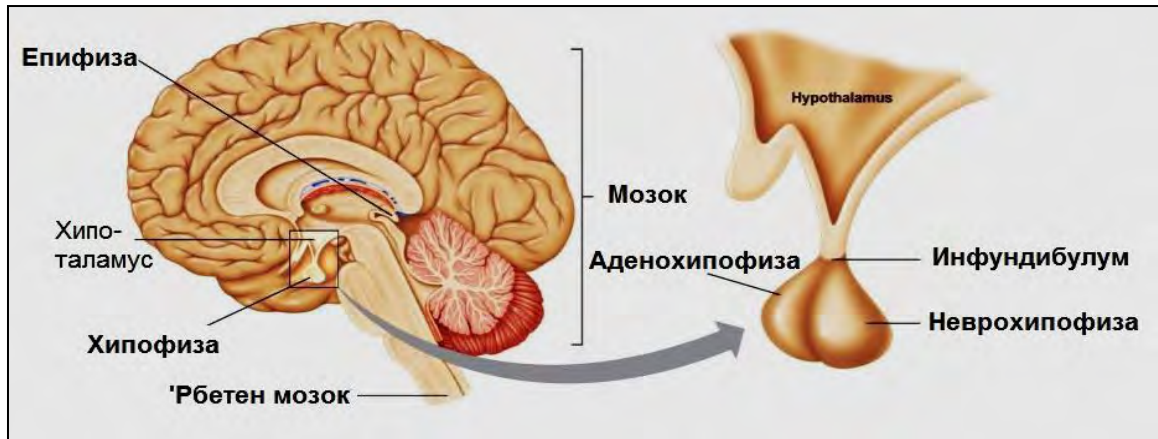
Табела 13: Хормони на хипоталамус и нивно дејство

8.3. Ендокрини жлезди

8.3.1. Хипофиза

Хипофизата е мала, но многу значајна жлезда, со димензии од околу 1–1,5 cm во дијаметар, сместена во коскена вдлабнатина која личи на турско седло (Sella turcica) на сфеноидалната коска. Се поврзува со хипоталамусот, односно со мозокот преку хипофизарната дршка (infundibulum). Анатомски и функционално хипофизата е составена од три различни дела:

1. Преден дел (аденохипофиза) – зазема најголем дел од хипофизата.
2. Заден дел (неврохипофиза) – се развива од хипоталамусот и содржи аксони и аксонски завршетоци
3. Среден дел (pars intermedia) – слабо развиен кај човекот.



Слика 75: Хипофиза

- **Физиологија на аденохипофиза**

Аденохипофизата секретира шест посебни хормони и сите имаат различна функција. Поделени се на: 1. соматотропен хормон (STH) и 2. тропни хормони.

1. Соматотропниот хормон (STH) или хормон на растење е единствен хормон од аденохипофизата што спаѓа во групата општи хормони и кој не дејствува на целна жлезда, туку дејствува директно на повеќето од телесните ткива, во кои ја стимулира синтезата на протеини кои се неопходни за растењето. Неговото дејство особено е изразено во краевите на долгите коски што е во врска со растењето, како и врз метаболизмот на јаглехидратите, мастите и протеините.
 - **Хиперсекрецијата** на STH кај возрасни луѓе предизвикува акромегалија која се карактеризира со абнормално растење само на одделни делови на телото како на пример јазикот, дланките, стапалата, носот, долната вилица. Ако во периодот на растењето дојде до зголемена секреција на STH, тоа ќе предизвика висок раст на телото познато како гигантизам или циновски раст, при што може да се постигне висина и до 250 cm.
 - **Хипосекрецијата** на соматотропниот хормон (STH) во периодот на растењето доведува до заостанување во растењето, појава позната како џуџест раст.
2. Хормоните кои имаат стимулирачко дејство врз функцијата на други ендокрини жлезди се нарекуваат *тропни хормони*. Повеќето од хормоните што се лачат во аденохипофиза се тропни, на пример кортикотропниот хормон ја регулира функцијата на кората на надбубрежната жлезда, тиреотропинот ја стимулира тироидната жлезда, двата хормони FSH и LH ги регулираат функциите на гонадите (овариуми и тестиси).

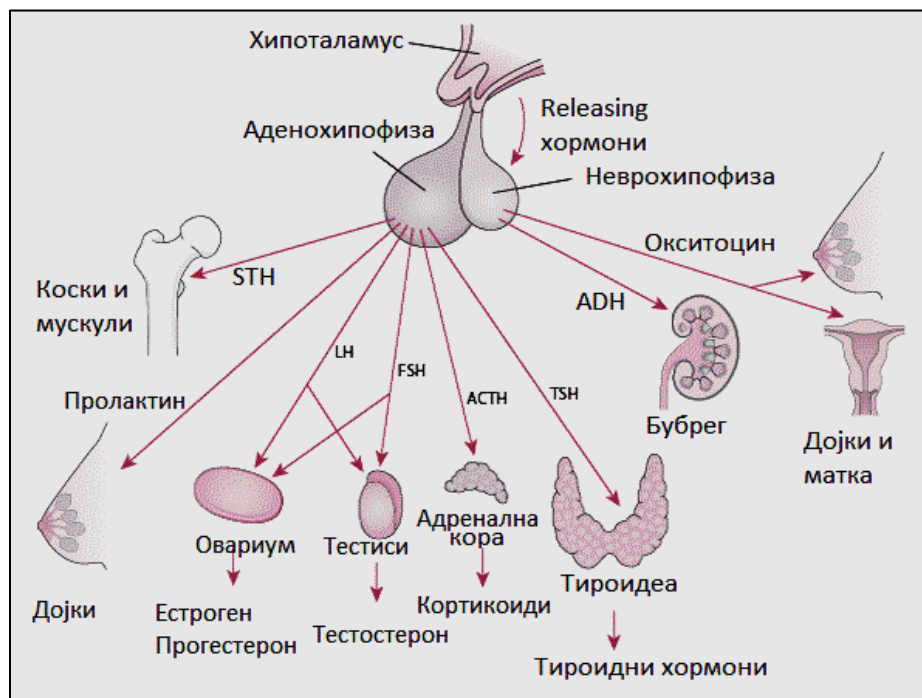
А) Тиреостимулирачки хормон (TSH) – има улога во создавањето и секрецијата на тироидните хормони (тироксин и тријодтиронин). Секрецијата на TSH е контролирана од хипоталамусот преку соодветниот рилизинг хормон преку негативна повратна врска кој се ослободува зависно од нивото на тироксинот и тријодтиронинот во крвта.

Б) Аденокортикотропен хормон (ACTH) – ја регулира продукцијата и секрецијата на глукокортикоиди од кората на надбубрежната жлезда.

В) Пролактин (PRL) – предизвикува развој на млечните жлезди и стимулира секреција на млеко кај жените.

Г) Фоликулостимулирачки хормон (FSH) – кај жените стимулира раст на фоликули до создавање јајце-клетки и овулација, а кај мажите ја стимулира продукцијата на сперматозоидите.

Д) Лутеинизирачки хормон (LH) – кај жените го стимулира развитокот на жолтото тело и продукција на прогестерон, а кај мажите ги стимулира Лајдиговите клетки за секреција на тестостерон и развиток на интерстициелно ткиво во тестиси.



Слика 76: Хормони на хипофиза и нивно место на дејствување

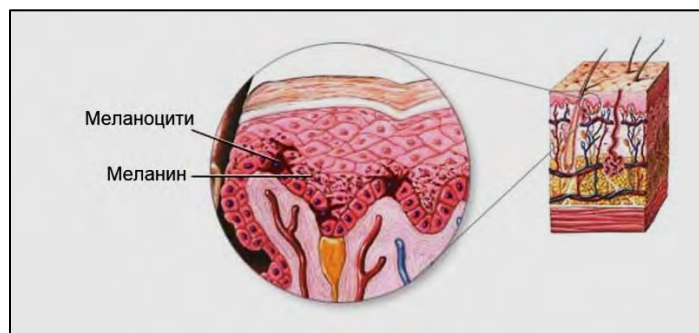
- **Регулација на активноста на аденохипофизата**

Секрецијата на хормоните од аденохипофизата е контролирана од хипоталамусот преку лачењето на хипоталамични ослободувачки (рилизинг) хормони. Хормоните од хипоталамусот се пренесуваат до аденохипофизата

преку посебен циркулаторен систем (хипоталамо-хипофизарен портален систем). Тие овде дејствуваат врз посебни жлездени клетки кои стимулираат секреција на соодветни стимулирачки (тропни) хормони. Произлегува дека хипоталамусот е значаен собирен центар во кој се интегрираат информациите од целото тело, а тие информациимаат влијание врз синтезата и секрецијата на хормоните од аденохипофизата.

- **Хормон на среден дел од хипофиза (*pars intermedia*)**

Средниот дел од хипофизата секретира меланотропин стимулирачки хормон (MSH) кој ја стимулира секрецијата на меланин (пигмент за боја на кожата) во меланоцитите (види слика 77).



Слика 77: Место на дејство на MSH

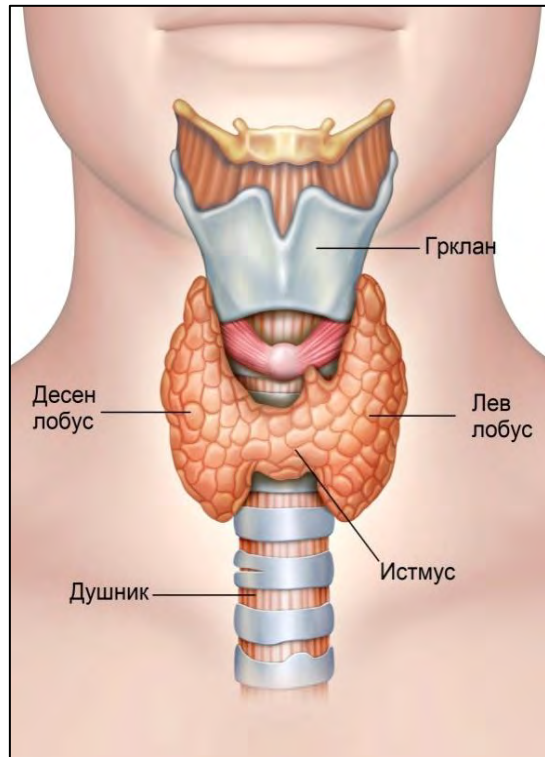
- **Физиологија на неврохипофиза**

Задниот дел од хипофизата или неврохипофиза, не синтетизира хормони, туку во неа се складираат и ослободуваат два хормона: окситоцин и антидиуретичен хормон (ADH). Неврохипофизата претставува продолжен дел на хипоталамусот, кој е изграден од нервни влакна и нервни завршетоци. Хормоните на неврохипофизата се синтетизираат во хипоталамусот, а се излучуваат на нервните завршетоци на аксоните во неврохипофизата. Хормоните на неврохипофизата се излучуваат под дејство на нервните импулси кои доаѓаат од хипоталамусот.

- Функцијата на антидиуретичниот хормон (ADH) е објаснета во модуларна единица 6.
- Окситоцинот е хормон кој има две значајни физиолошки функции. Првата е да ја стимулира контракцијата на мускулите на матката за време на породувањето со што го олеснува породувањето. Втората функција на окситоцинот е контракција на каналчињата на млечните жлезди за време на лактацијата (доење)

8.3.2 Тироидна жлезда

Тироидната (штитна) жлезда е сместена на долниот дел од гркланот од двете страни на душникот (larynx), со маса од 30–60 gr. Се состои од два лобуса (лев и десен) кои се поврзани со тесен жлезден дел наречен истмус (види слика



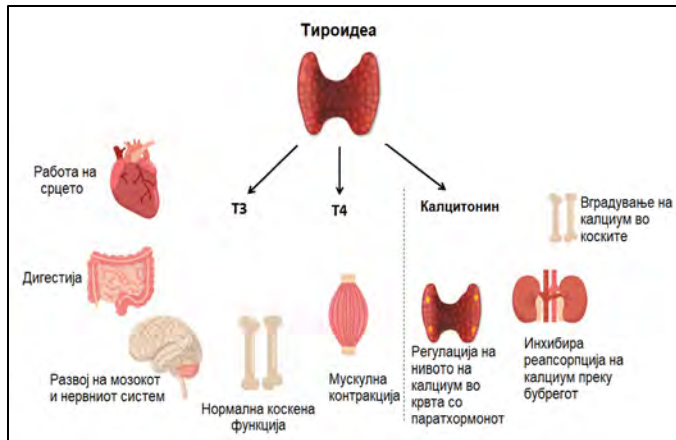
78). Тироидното ткиво е изградено од голем број фоликули (меурчиња) во кои се синтетизираат и акумулираат тироидните хормони (види слика 80). Тироидните фоликули се исполнети со колоид (белковидна маса). Главен составен дел на колоидот е тиреоглобулинот (гликопротеин) кој во себе ги содржи тироидните хормони. Секретот на фоликулите, за да делува на организмот, треба да се апсорбира, низ епителот на фоликулот и да дифундира во крвта. Секоја фоликула е обложена со жлездести клетки наречени **тиреоцити**. Функцијата на тиреоцитите е да секретираат тиреоглобулин, понатаму со активен транспорт да внесуваат јод и да обезбедуваат ензими и други материји неопходни за синтеза на тироидните хормони.

Слика 78: Тироидна жлезда

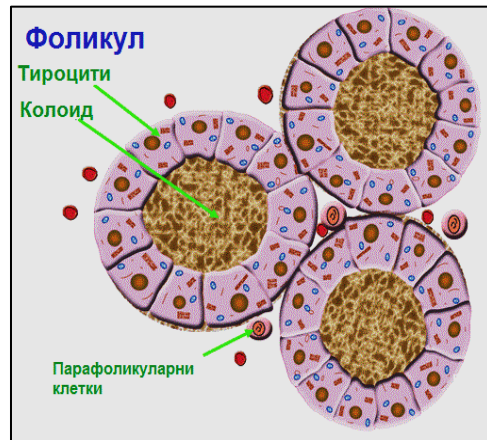
- **Хормони на тироидна жлезда**

Хормони на тироидната жлезда се **тироксин-Т4**, **тријодтиронин-Т3** и **тирокалцитонин (калцитонин)**. Како основен хормон се смета тироксинот-Т4 бидејќи во крвта го има повеќе од 90% од вкупното количество на тироидните хормони. Тријодтиронинот-Т3 во крвта е присутен помалку од 10% и неговото дејство трае пократко. Значи овие два хормона по функција се исти, а се разликуваат по брзината и интензитетот на дејството.

Калтиционинот (тирокалцитонин) се секретира од посебни клетки на тироидната жлезда (парафоликуларни клетки), кој учествува во метаболизмот на калциум и фосфор. Овој хормон стимулира вградување на калциум во коските, поради што има важна улога во процесот на развојот и зацврстување на коските и ја зголемува концентрацијата на фосфор во крвта а ја намалува на калциумот.



Слика 79: Функција на тироидни хормони

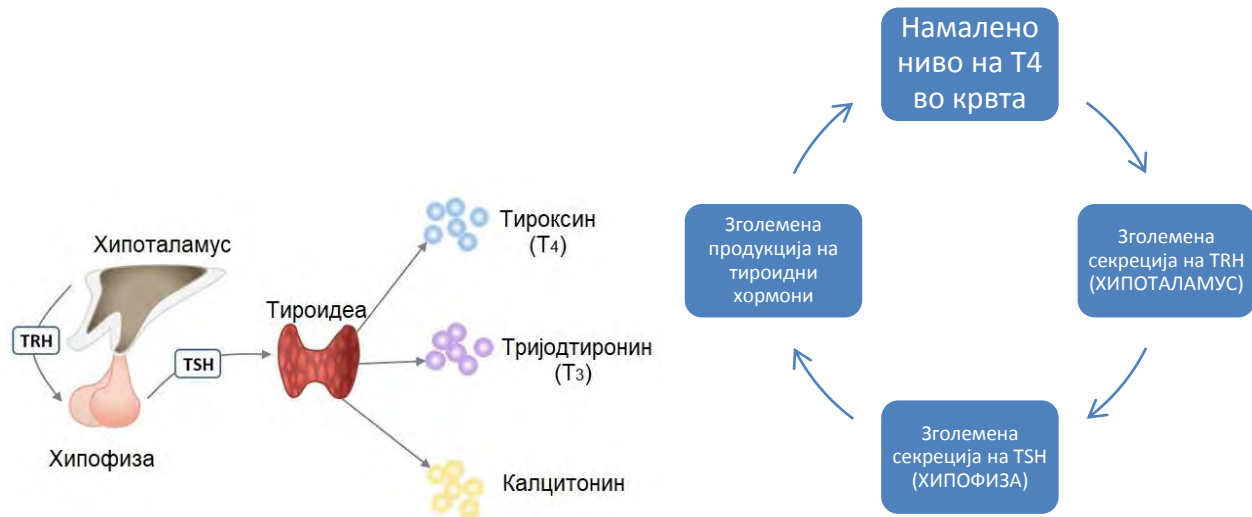


Слика80: Фоликули на тироидна жлезда

Физиолошките функции на тироидните хормони (T3 и T4) се разновидни. За нивна биосинтеза неопходен е јод. Базалната мембрана на тироцитите ги преземаат јодидите од крвта и со помош на активен транспорт ги пренесуваат во цитоплазмата. Додека тироцитите го преземаат јодот од крвта истовремено синтетизираат, а потоа и секретираат тиреоглобулин. Тиреоглобулинот се создава во рапавиот ендоплазматичен ретикулум на тироцитите, а потоа се пакува во секреторни везикули. Везикулите со помош на егзоцитоза го ослободуваат во луменот на фоликулата. Материјалот кој во луменот на тироцитот се акумулира на овој начин се означува како **колоид**. Нивното најзначајно дејство е интензивирање на метаболичките процеси во клетката, особено на енергетскиот и протеинскиот метаболизам, но тие влијаат и врз растењето, умствениот развој, работата на срцето, секрецијата на дигестивните сокови, потрошувачката на кислород и др. (види слика 79).

- **Регулација на функцијата на тироидната жлезда**

За нормално одвивање на метаболичките процеси во организмот, неопходно е постојано оптимално присуство на тироидните хормони во крвта и ткивата. Регулацијата на секрецијата на тироидната жлезда се обезбедува со механизам на негативна повратна врска. Намаленото ниво на тироидните хормони во крвта, предизвикува зголемена секреција на тиро-рилизинг (ослободувачки) хормонот (TRH) од хипоталамусот, кој ја зголемува секрецијата на тиреостимулирачкиот хормон (TSH) од аденохипофизата. TSH стимулира секреција на тироидни хормони од тироидната жлезда (види слика 81).



Слика 81: Регулација на синтеза на тироидни хормони

При зголемено ниво на тироидните хормони во крвта, процесите се обратни. Зголемената концентрација на T4 во крвта влијае инхибиторно врз секрецијата на TRH од хипоталамусот, со што се намалува секрецијата на TSH од аденохипофиза. Со тоа се намалува секрецијата на тироидните хормони од тироидната жлезда. На овој начин се одржува нормалната (физиолошката) концентрација на овој хормон во крвта.

Најчести нарушувања на функцијата на тироидната жлезда се гушавост (струма), хипертиреозидизам, хипотиреозидизам, кои може да настанат од различни причини (недостиг на јод во храната, појава на тумор и др.) Гушавоста може да настане како последица на недостиг на јод во исхраната или појава на тумор и се манифестира со зголемување на тироидната жлезда.

Хипертиреозидизмот (зголемена активност на тироидната жлезда) предизвикува **Базедова болест**. Ова заболување се одликува со појава на испакнати очи, зголемено потење, забрзана работа на срцето, гушавост, зголемување на општиот метаболизам, замор, слабеење, нервоза и други психички нарушувања.

Хипотиреозидизмот (намалена активност на тироидната жлезда) во првите години по раѓањето доведува до физичко и ментално заостанување во развојот, појава наречена кретенизам.

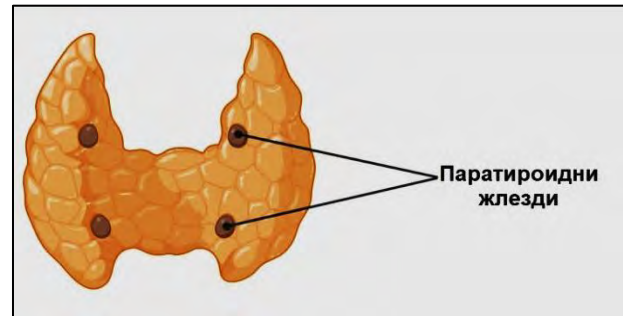
Може да дојде до намалено лачење на тироидните хормони и кај возрасни луѓе, најчесто како резултат на атрофија на тироидната жлезда, таа појава е наречена **микседем**. Кај овие луѓе се јавуваат промени како што се намалување на метаболизмот, намалувањето на телесната температурата, намалување на умствените и физичките способности.

8.3.3 Паратироидни жлезди

Паратироидните жлезди обично се четири на број, (парни жлезди) сместени на задната страна од тироидните лобуси со големина на леќа (види слика 82). Овие жлезди лачат паратхормон (PTH) кој заедно со калцитонинот и активната форма на витаминот D го регулира метаболизмот на калциумот во организмот.

Паратироидниот хормон го регулира количеството на калциум во телесните течности преку стимулирање на:

- реапсорпција на калциумот од бубрежните тубули во крвта,
- ресорпција на калциумот од дигестивниот тракт (преку активација на витаминот D),
- ослободување на калциумот од коските во крвта.



Слика 82: Паратироидни жлезди

На тој начин паратироидниот хормон ја зголемува концентрацијата на калциум во крвта што значи дека има хиперкалцемично дејство.

• **Регулација на функцијата на паратироидната жлезда**

Синтезата и секрецијата на паратироидниот хормон се регулира преку концентрацијата на калциумот во крвта според принципот на негативна повратна врска. Сите состојби кои се карактеризираат со намалување на концентрацијата на калциумот во крвта влијаат директно врз паратироидните жлезди и стимулираат зголемена секреција на паратироидниот хормон. При зголемена концентрација на калциум во крвта се одвиваат обратни процеси односно, значително се намалува активноста на паратироидните жлезди (види табела 14).

Хиперфункцијата на паратироидните жлезди е проследено со зголемено ослободување на калциум од коските што доведува до лесна кршливост на коските.

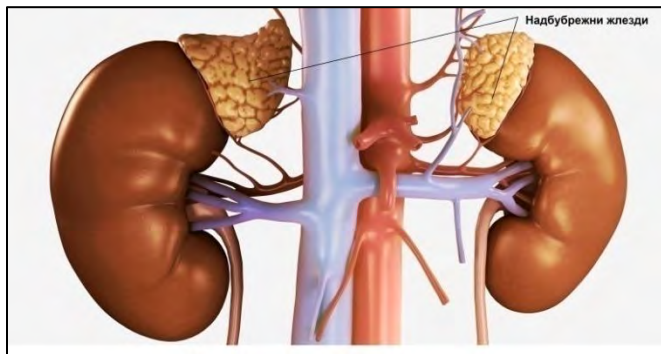
Хипофункцијата на паратироидните жлезди доведува до намалено ниво на калциум во крвта, а тоа се карактеризира со грчење (спазам) на мускулите особено на рацете и лицето, односно доведува до нервно-мускулна пренадразливост.

Калцитонин	Паратхормон
Инхибира реапсорпција на калциумот од бубрежните тубули во крвта	Стимулира реапсорпција на калциумот од бубрежните тубули во крвта
Инхибира ресорпција на калциумот од дигестивниот тракт	Стимулира ресорпција на калциумот од дигестивниот тракт
Вградува калциум во коските	Ослободува калциум од коските
Намалува ниво на калциум во крвта	Зголемува ниво на калциум во крвта

Табела 14: Спротивно дејство на калцитонин и паратхормон

8.3.4 Надбубрежни жлезди

Надбубрежните жлезди (адренални) се сместени над бубрезите (по една над секој бубрег) со маса од 10-12 gr. Составени се од два дела кои структурно и функционално се сосема различни: надворешен дел кора (cortex) и внатрешен дел срцевина (medulla) (види слика 83 и 84).



Слика 83: Надбубрежни жлезди



Слика 84: Градба на надбубрежни жлезди

- Хормони од кора на надбубрежна жлезда**

Во кората на надбубрежните жлезди се создаваат стероидни хормони, поради што се наречени кортикостероиди. Од овие жлезди се излучуваат три основни групи хормони: **1. глукокортикоиди**, **2. минералокортикоиди** и **3. полови хормони**.

- **Глукокортикоидите (кортизон, кортизол и кортикостерон)** имаат значајна улога во метаболизмот на јаглехидратите, протеините и масите, но 95% од глукокортикоидната активност припаѓа на хормонот кортизол. Кортизолот предизвикува зголемување на концентрацијата на глюкозата во крвта преку поттикнување на процесот на глуконеогенезата и намаленото искористување на глюкозата во клетките.

Другите дејства на глукокортикоидите се однесуваат на намалување на воспалителни (инфламаторни) и алергиски реакции во организмот, исто така имаат значајна улога и во заштитата на организмот од негативното влијание на стресни состојби антистресогено дејство (види слика 85).



Слика 85: Дејство на кортизолот

Регулацијата на секрецијата на глукокортикоидите се одвива по принципот на негативна повратна врска. Намалено ниво на овие хормони во крвта, го стимулира хипоталамусот да лачи кортико рилизинг хормон (CRH) кој влијае стимулативно на аденохипофизата за секреција на аденокортикотропен хормон (ACTH), кој дејствува врз кората на надбубрежната жлезда за зголемено лачење на глукокортикоидите. Кога нивото на глукокортикоидите во крвта е зголемено, се вклучува негативен повратен механизам при што доаѓа до пад на кортизолот.

- **Минералокортикоидите** се хормони кои учествуваат во регулирањето на електролитната рамнотежа во организмот. Најголема физиолошка улога има алдостеронот чиј главен целен орган е бубрегот каде ја стимулира реапсорпцијата на натриумовите и секреција на калиумовите јони.
- **Половите хормони (андрогени и естрогени)** и кај мажите и кај жените надбубрежната кора секретира мало количество на андрогени (полови) хормони.

- **Хормони од срцевината на надбубрежната жлезда**

Срцевината на надбубрежните жлезди лачи два хормона: адреналин(епинефрин) и норадреналин (норепинефрин). По хемиска структура спаѓаат во групата на катехоламини. Адреналинот се излучува околу 80% од вкупната секреција на жлездата, норадреналин околу 20%.Овие два хормона имаат слично физиолошко дејство, познати се како стрес-хормони поради нивната стимулирана секреција во услови на стрес или опасност.

Позначајни ефекти на адреналинот се:

- А) Зголемување на нивото на глукозата и масните киселини во крвта,*
- Б) Забрзување на работата на срцето и зголемен крвен притисок,*
- В) Зголемување на базалниот метаболизам; има улога во адаптирањето на организмот на студ и при физичко напрегање,*
- Г) Проширување (дилатација) на дишните патишта во белите дробови.*

Регулацијата на лачењето на катехоламините е по нервен пат преку стимулирање на симпатичкиот дел од нервниот систем. Срцевината на надбубрежната жлезда, всушност е изградена од нервно ткиво кое е слично на нервните завршетоци од симпатичките нервни влакна.

При нарушување на функцијата на адреналните жлезди доаѓа до хиперфункција или хипофункција на жлездата. **Хипофункцијата** (намалена функција) се манифестира со појава на **Адисонова болест**.

Оваа болест се карактеризира со атрофија на мускулите, слабост, пигментација на кожата и нарушување на хомеостазата на солите и водата во организмот. **Хиперфункцијата** на кората на надбубрежната жлезда (зголемена секреција на кортизолот) предизвикува **Кушингов синдром** што се изразува со посебно заоблување на лицето, тенка кожа со појава на модринки, губење мускулна маса, губење коскена маса и хипергликемија (зголемено ниво на шеќерот во крвта).

Користењето на стероидни лекови во подолг временски период исто така може да доведе до појава на овие симптоми. Како последица на хиперфункцијата на адреналната кора може да дојде до хиперсекреција и на алдостеронот, појава наречена **алдостеронизам**.

8.3.5 Панкреас (поджелудочна жлезда)

Панкреасот е жлезда со двојна функција егзокрина и ендокрина. Егзокриниот дел од панкреасот продуцира панкреасен сок кој е неопходен во процесите на дигестија на хранливите материи. Ендокриниот дел на оваа жлезда лачи два значајни хормони **инсулин** и **глукагон**, кои имаат големо значење во нормалната метаболичка регулација на гликозата, протеините и масите.

Панкреасот е составен од два вида ткиво: **ацинуси** кои лачат **дигестивен сок** во дуоденумот и **Лангерхансови островца** кои излучуваат **инсулин** и **глукагон** директно во крвта. **Бета-клетките** на Лангерхансови островца се најзастапени (60% од ендокриниот дел на панкреасот) и лачат инсулин, додека **алфа-клетките** сочинуваат 25% од вкупниот број клетки и лачат **хормон глукагон**.

Физиолошки дејства на инсулиноот и глукагоноот

- Физиолошкото дејство на инсулиноот се состои во регулација метаболизмот на глюкозата во крвта. Инсулиноот е хормон кој го намалува нивото на глюкозата во крвта (хипогликемија). Хипогликемичното дејство инсулиноот го постигнува преку:
 - А) зголемената пропустливост на клеточната мембрана со што се стимулира навлегувањето на глюкозата во клетките каде се метаболира и од неа се добива енергија,
 - Б) зголемена синтеза на гликоген од вишокот глюкоза во црниот дроб и мускулите,
 - В) зголемена синтеза на масти од глюкоза.

Кога во крвта има поголемо количество на глюкоза (хипергликемија) која најчесто настанува по оброк богат со јаглехидрати, тогаш доаѓа до зголемена секреција на инсулин од панкреасот сè додека не се нормализира гликемијата (нормогликемија). Врз секрецијата на инсулиноот влијаат и симпатичките и парасимпатичките нерви. Симпатичките нерви ја намалуваат секрецијата, додека парасимпатичките ја зголемуваат секрецијата на инсулиноот.

Инсулиноот има и други метаболички ефекти како што е стимулирање на синтезата на протеини од аминокиселините во клетката.

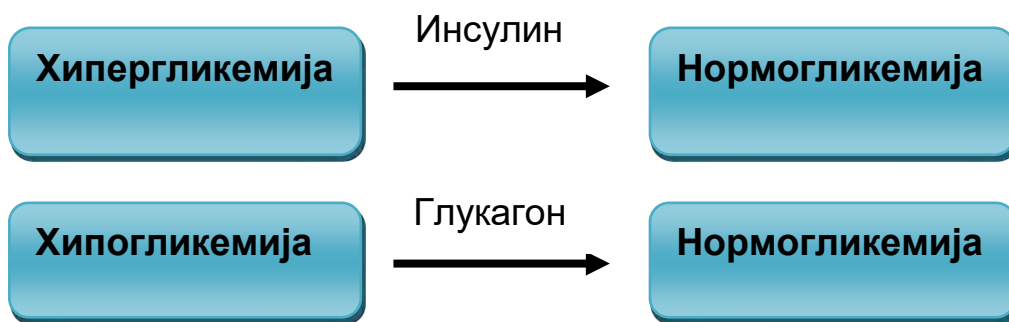
- Глукагоноот, за разлика од инсулиноот, има силно хипергликемично дејство, кое го остварува преку **разградување на гликогенот во црниот дроб до глюкоза и создавање глюкоза од аминокиселини и масти**. На овие два начина глукагоноот го зголемува нивото на глюкозата во крвта.

Регулирањето на секрецијата на инсулиот и глюкагонот од панкреасот се остварува преку нивото на глюкоза во крвта. Алфа и бета клетките на панкреасот директно се стимулираат за зголемено или намалено лачење на инсулин или глюкагон, сè до нормализирање на гликемијата. Тоа значи дека инсулиот и глюкагонот функционираат како значајни системи на повратна врска во регулација на глюкозата во крвта. Одржувањето на концентрацијата на глюкозата во крвта во нормални граници (нормогликемија) има големо физиолошко значење, бидејќи служи како единствен извор на енергија на мозокот, ретината и герминативниот епител на гонадите.

При нарушување на функцијата на ендокриниот дел на панкреасот (нарушена функција на бета клетките на панкреасот) може да дојде до зголемена или намалена секреција на инсулин. При хипосекреција на инсулин се јавува шеќерна болест наречена **дијабетес мелитус** при што глюкозата не може да навлезе во клетките, останува во крвта и како вишок се исфрла преку бубрезите.

Постојат два типа дијабетес: **Инсулин-зависен дијабетес мелитус** (јувенилен дијабетес или тип 1) се јавува до 30 годишна возраст, при што настанува автоимунно нарушување на бета-клетките во кои се синтетизира инсулиот и **Инсулин-независен дијабетес мелитус** (тип 2) се јавува кај возрасни луѓе со поголема телесна маса.

Кај нив бета-клетките сè уште излучуваат инсулин, но во различни количини што зависи од тежината на болеста, но клетките имаат намалена способност да реагираат на дејството на инсулиот.



Слика 86: Регулација на ниво на глюкоза во крв

8.3.6 Полови жлезди (гонади)

Машките и женските полови жлезди имаат двојна функција егзокрина и ендокрина.

Егзокрината функција се состои во создавањето на половите клетки (сперматозоиди и јајце-клетки), додека ендокрината функција се состои во синтеза и секреција на полови хормони.

Машките полови жлезди (семеници,тестиси) синтетизираат машки полови хормони (андрогени) од кои најголемо значење има тестостеронот. Овој хормон влијае на примарните машки полови карактеристики како што е растењето, развојот и функцијата на машките полови органи, но исто така влијае и врз појава на секундарни машки карактеристики (длабок глас и развиено Адамово јаболко на гркланот, појава на брада, мустаќи, поголема мускулна маса, поинтензивен метаболизам, поголем број еритроцити и др.)

Женските полови жлезди (јајчник или овариум) синтетизира женски полови хормони (естрогени) од кои најголема физиолошка активност има естрадиолот, која влијае врз развојот на женските полови органи, развојот на млечните жлезди како и појава на секундарни полови карактеристики (слабо развиена мускулна маса, тенок глас, развиени млечни жлезди и др.).

8.3.7 Епифиза

Епифиза (пинеална жлезда) е мала жлезда сместена во меѓумозокот. Лачи хормон мелатонин. Овој хормон се лачи во поголеми количини во текот на ноќта отколку преку ден. Се смета дека мелатонинот има значајна улога во регулирање на дневно-ноќниот циклус поради неговото циклично лачење.

Ендокрина жлезда	Хормон	Кратенка	Дејство
Аденохипофиза	Соматотропен хормон или хормон на раст	STH hGH	Стимулира раст на сите ткива во телото
	Аденокортикотропен хормон	ACTH	Стимулира секреција на хормони од надбубрежната жлезда
	Тиреостимулирачки хормон	TSH	Стимулира секреција на тироксин и тријодтиронин од тироидна жлезда

Анатомија и физиологија за III година

	Фоликулостимулирачки хормон	FSH	Предизвикува раст на фоликули во јајниците и поттикнува создавање на сперматозоиди во тестисите
	Лутеинизирачки хормон	LH	Предизвикува развиток на жолтото тело, продукција на прогестерон кај жените и секреција на тестостостерон кај мажите
	Пролактин	PRL	Предизвикува развој на млечните жлезди и секреција на млеко за време на лактацијата
Неврохипофиза	Окситоцин		Контракција на мускулите на утерусот при породување, секреција на млеко за време на лактацијата
	Антидиуретичен хормон (вазопресин)	ADH	Поттикнува реапсорпција на вода од бубрежни каналчиња, зголемување на крвниот притисок
Среден дел на хипофиза	Меланостимулирачки хормон	MSH	Делумно ја дава бојата на кожата, во комбинација со ACTH
Тироидна жлезда	Тироксин, тријодтиронин	T4, T3	Го зголемува метаболизмот, физичките и менталните способности, го регулираат нормалното растење
	Калцитонин		Го намалува нивото на калциум во крвта
Паратиroidни жлезди	Паратхормон	PTH	Зголемува ниво на калциум во крвта, а го намалува нивото на фосфор

Анатомија и физиологија за III година

Адренална кора	Гликокортикоиди (кортизол)		Учествува во метаболизам на јаглехидрати, протеини и масти и во стрес-состојби
	Минералокортикоиди (алдостерон)		Регулира електролитна и водна хомеостаза
	Полови хормони		Секундарни полови особини
Адреналнамедула	Адреналин (епинефрин)		Зголемува крвен притисок, работа на срце, контракција на мазна мускулатура, хипергликемичен ефект
	Норадреналин (норепинефрин)		Стеснување на артериоли, зголемување на метаболизмот
Панкреас	Инсулин		Помага во транспортот на гликозата во клетките, хипогликемичен ефект
	Глукагон		Го разградува гликогенот, има хипергликемичен ефект
Тестиси	Андрогени (тестостерон)		Стимулира раст и развој на полови органи и развој на секундарни полови карактеристики
Овариуми	Естрогени (естрадиол)		Стимулира раст и развој на примарни полови органи и секундарни полови карактеристики
	Прогестерон		Стимулира развој на сидот на матката, ја одржува бременоста
Тимус	Тимозин		Учествува во создавањето на Т-клетките и другите лимфоидни ткива, значајни за имунитетот

Епифиза (пинеална жлезда)	Мелатонин		Регулира дневно-ноќен циклас, влијае на расположението
--	-----------	--	--

Табела 15: *Ендокрини жлезди, нивни хормони и дејство*

Ендокрина жлезда	Хормон	Хиперфункција	Хипофункција
Хипофиза аденохипофиза	Хормон за растење STH	Гигантизам кај деца; Акромегалија кај возрасни	Џуџест раст
Неврохипофиза	Антидиуретичен хормон	Намалена диуреза	Дијабетес инсипидус
Панкреас	Инсулин	Хипогликемија	Дијабетес мелитус
Тироидна	Тироиден хормон	Базедова болест	Кретенизам кај деца
Надбубрежна жлезда кортекс	Алдостерон	Алдостеронизам	Адисонова болест
Надбубрежна жлезда-кортекс	Кортизол	Кушингов синдром	Адисонова болест

Табела 16: *Болести што се јавуваат при нарушена функција на ендокрините
жлезди*



**Со совладување на содржините од оваа
модуларна единица ученикот ќе биде способен да:**

**Познава местоположба и градба на одделни
ендокрини жлезди и објаснува
физиолошко дејство на хормоните.**

Запомни

- Нервниот и ендокриниот систем се главните контролни системи во организмот кои ги координираат функциите на сите телесни системи. Ендокриниот систем се состои од одделни жлездести клетки кои може да се поединечни или групирани во ткива и органи-жлезди.
- Науката која ја изучува градбата и функцијата на ендокрините жлезди се нарекува *ендокринологија*.
- Ендокрините жлезди своите секрети ги излучуваат директно во крвта. Продуктите од ендокрините жлезди се нарекуваат хормони. Овие жлезди се познати како жлезди со внатрешно лачење.
- Егзокрините жлезди своите секрети ги излучуваат преку изводни каналчиња надвор од телото или во неговите телесни празнини. Овие жлезди се наречени жлезди со надворешно лачење.
- Хормоните се специјализирани хемиски гласници (информации) кои се секретираат од ендокрините клетки и ткива. Тие преку циркулаторниот систем се пренесуваат до сите делови на телото, но се ефективни само на одредени специфични целни–таргет-клетки.
- Според местото на дејствување хормоните може да се поделат на хормони со општо дејство и хормони со специфично дејство.
- Нервниот и ендокриниот систем се поврзани преку хипоталамусот и хипофизата.
- Хипофизата е поделена на: аденохипофиза, *pars intermedia* и неврохипофиза.
- Хормони на тироидната жлезда се: *тироксин-Т4*, *тријодтиронин-Т3* и *тирокалцитонин(калцитонин)*. Главни метаболички ефекти на тироидните хормони се катаболизам на јаглехидрати и масти и синтеза на протеини.
- Во кората на надбубрежните жлезди се создаваат стероидни хормони, поради што се наречени кортикостероиди. Од овие жлезди се излучуваат три основни групи хормони: 1. *глукокортикоиди*, 2. *минералокортикоиди* и 3. *полови хормони*.
- Срцевината на надбубрежните жлезди лачи два хормона: *адреналин (епинефрин)* и *норадреналин (норепинефрин)*.
- Панкреасот лачи *инсулин* и *глукагон*. Регулацијата на секрецијата на инсулинот и глукагонот се остварува преку количеството на глюкоза во крвта.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Која е разликата меѓу ендокрините и екзокрините жлезди?
2. Опиши ја поврзаноста меѓу хипоталамусот и хипофизата!
3. Кои хормони се лачат од аденохипофиза?
4. Наброј ги хормоните кои се лачат од надбубрежната жлезда!
5. Каде е сместена тироидната жлезда?
6. Објасни го механизмот на дејството на хормоните!
7. Објасни ги последиците од хипофункцијата на адреналните жлезди?
8. Наброј кои хормони се лачат при стресна состојба!
9. Пополни ја табелата 17!

Аденохипофиза	Pars intermedia	Неврохипофиза
Тиреостимулирачки хормон		
		Окситоцин
Пролактин		

Табела 17: Хормони од хипофиза



Активност: Diabetes mellitus е едно од најчестите заболувања во светот. Истражи кои причини доведуваат до ова заболување, кои се ризик фактори и начини на превенција.

Модуларна единица 9

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА НЕРВЕН И СЕТИЛЕН СИСТЕМ**

По изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- објаснува поделба на нервен систем;
- објаснува местоположба, градба и функција;
- набројува мозочни нерви и разликува моторни, сензитивни и мешани нерви;
- опишува рефлексен лак;
- толкува антагонистичко дејство на вегетативниот нервен систем.

9.1 Анатомија и поделба на нервниот систем	137
9.2 Анатомска градба на нервна клетка	138
9.2.1 Синапса	142
9.2.2 Нерви	143
9.3 Централен нервен систем (systema nervosum central)	145
9.3.1 'Рбетен мозок (medulla spinalis)	147
9.3.1.1 Рефлексен лак-рефлексна функција	148
9.3.2 Черепен мозок	152
9.3.2.1 Меѓумозок (diencephalon)	156
9.3.2.2 Мал мозок (cerebellum)	157
9.3.2.3 Мозочно стебло (truncus cerebri)	158
9.3.2.3.1 Среден мозок (mesencephalon)	158
9.3.2.3.2 Понс (мостот на Вароли)	159
9.3.2.3.2 Продолжен мозок (medulla oblongata)	159
9.4 Периферен нервен систем (systema nervosum perifericum)	161
9.4.1 Вегетативен нервен систем	164

9.1 Анатомија и поделба на нервниот систем

Нервниот систем може да се подели анатомски (според градбата) или физиолошки според функцијата.

Анатомски нервниот систем е поделен на два дела:

1. Централен нервен систем (ЦНС) кој го сочинуваат черепниот и 'рбетниот мозок. Черепниот мозок е поделен на следниве делови: а) **голем мозок** (telencephalon), б) **меѓумозок** (diencephalon), в) **мал мозок** (cerebellum), г) **мозочно стебло** во кое спаѓаат: **среден мозок** (mesencephalon), **Варолиев мост** (pons) и **продолжен мозок** (medulla oblongata).

2. Периферен нервен систем (ПНС) кој го сочинуваат нервите кои излегуваат од централниот нервен систем (периферни нерви). Според регулирањето на физиолошките процеси тој е поделен на:

а) **соматски (цереброспинален дел)** кој опфаќа 12 пара кранијални (мозочни) нерви и 31 пар спинални ('рбетни) нерви и ганглии. Кранијалните нерви обезбедуваат сензитивна, моторна и вегетативна инервација на главата и вратот, додека спиналните обезбедуваат сензитивна, моторна и вегетативна инервација на трупот и екстремитетите. Соматскиот нервен систем (свесен) ја регулира функцијата на скелетните мускули, поврзан со свесни (волеви) физиолошки процеси и е под контрола на човековата волја и свест.

б) **автономен (вегетативен дел)** ги прима дразбите од внатрешните органи и крвните садови. Автономниот нервен систем ги контролира и координира следниве значајни неволеви функции: работата на срцето, празнење на мочниот меур, одржување на телесна температура и др. Вегетативниот нервен систем се состои од:

- Симпатички дел
- Парасимпатички дел

НЕРВЕН СИСТЕМ			
Централен нервен систем (ЦНС)		Периферен нервен систем (ПНС)	
1. Черепен мозок	2. 'Рбетен мозок	1. Вегетативен	2. Соматски
а) голем мозок		а) симпатички	
б) меѓумозок		б) парасимпатички	
в) мал мозок			
г) Мозочно стебло (среден мозок, pons и продолжен мозок)			

Табела 17: Анатомска поделба на нервниот систем

- **Физиолошки функции на нервен систем**

Нервниот систем прима надразнувања од надворешната и внатрешната средина, кон кои создава адекватен одговор. Дразбите кои потекнуваат од надворешната средина или од внатрешноста на телото, надразнуваат **сетилни клетки** наречени **рецептори**. Рецепторите се приемници на дразби преку кои организмот се запознава со промените во внатрешната и надворешната средина. Распоредени се во сите органи и преку нерви се поврзани со нервните центри во централниот нервен систем каде што секоја информација се анализира и се испраќа соодветен одговор до органите-ефектори (мускули или ендокрини жлезди). Кога ефекторот е мазен мускул или жлезда, ќе настане промена во функцијата на внатрешниот орган, односно жлездата. Основните **физиолошки функции** на нервниот систем се: контрола на внатрешната средина, заедно со ендокриниот систем учествуваат во одржувањето на хомеостазата (неволева контрола), волева (свесна) контрола на движења, програмирање на спиналните рефлексии и собирање на искуство неопходно за процесите на помнење и учење.

Рецептори можат да бидат слободни нервни завршетоци, специјализирани нервни клетки за примање на определени дразби или да се групирани во ткива формирајќи сетилни органи (око, уво). Во зависност од нивната локација рецепторите се поделени на: **површни рецептори** (екстерорецептори) сместени во слоевите на кожата и слузницата, **длабоки рецептори** сместени во сидот на внатрешните органи и посебен тип рецептори кои се сместени длабоко во ткивата на скелетните мускули и во зглобовите (**проприорецептори**). Во зависност од видот на дразбата која ја примаат рецепторите може да бидат:

- **Механорецептори** се осетливи на различни форми механичка енергија: притисок, вибрации, забрзување, гравитација и слух;
- **Хеморецептори** се осетливи на хемиски дразби (рецептор за мирис, вкус);
- **Терморецептори** се осетливи на различен интензитет на топлина и
- **Фоторецептори** се осетливи на светлина.

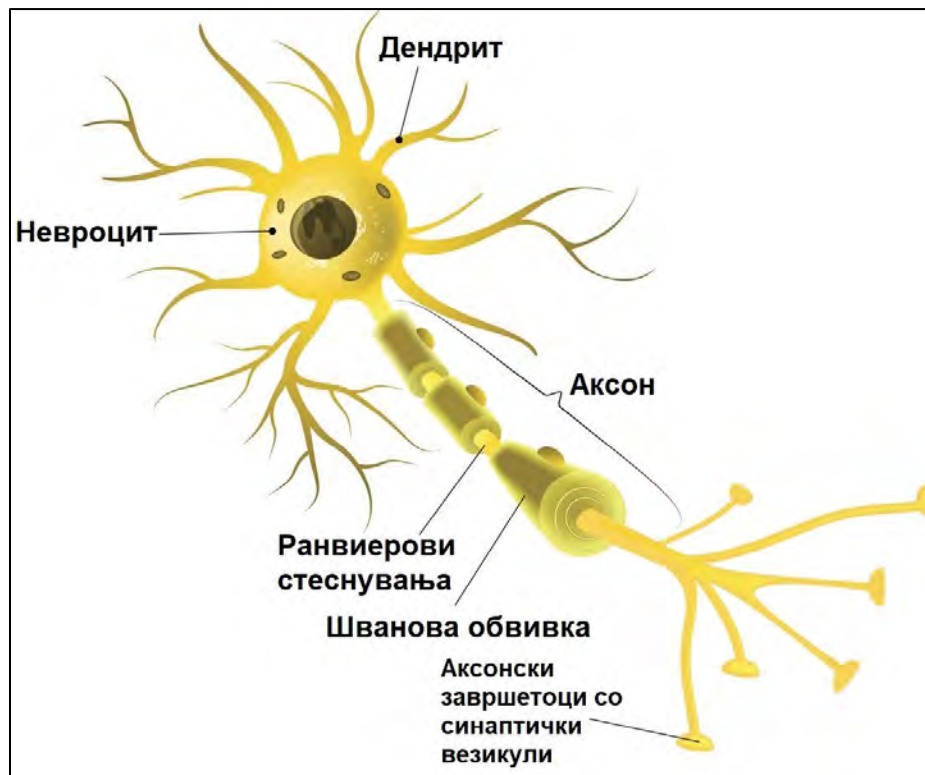
9.2 Анатомска градба на нервна клетка

Нервната клетка (**неврон**) е основна единица на нервниот систем. Невронот се состои од:

- **тело на нервна клетка (невроцит, soma)** со јадро и органели во невроплазмата (цитоплазма на нервна клетка) кое заедно со дендритите ја градат сивата маса од нервното ткиво;

- **дендрити** – кратки нервни продолжетоци кои ги собираат нервните импулси и ги пренесуваат до телото на нервната клетка;
- **аксони** – (неврит или нервно влакно) долг продолжеток, кој ја сочинуваат белата маса од нервното ткиво и учествуваат во спроведување на импулсот од телото на клетката на поголема оддалеченост до некоја друга нервна клетка (види слика 87).

Аксоните на некои неврони може да бидат обвиткани со липидна материја наречена **миелин**. Миелинската обвивка се создава од посебни клетки наречени **Шванови клетки**. Тие се обвиткуваат околу аксонот. Миелинската обвивка на некои делови е стеснета и формира **Ранвиерови стеснувања** кои се важни за брзината на пренесување на нервниот импулс. Аксоните обвиткани со миелин се наречени **бели нервни влакна(миелински)** и се наоѓаат во белата маса на черепниот и рбетниот мозок. Аксонот завршува со терминални **аксонски разгранувања** (без миелин). Овие аксонски завршетоци во својата цитоплазма содржат **меурчиња– везикули**, исполнети со молекули на хемиски материи– **невротрансмитери**. **Невротрансмитерите** овозможуваат трансмисија (пренесување) на нервниот импулс преку синапса од аксонот на една нервна клетка до дендритите на наредната нервна клетка.



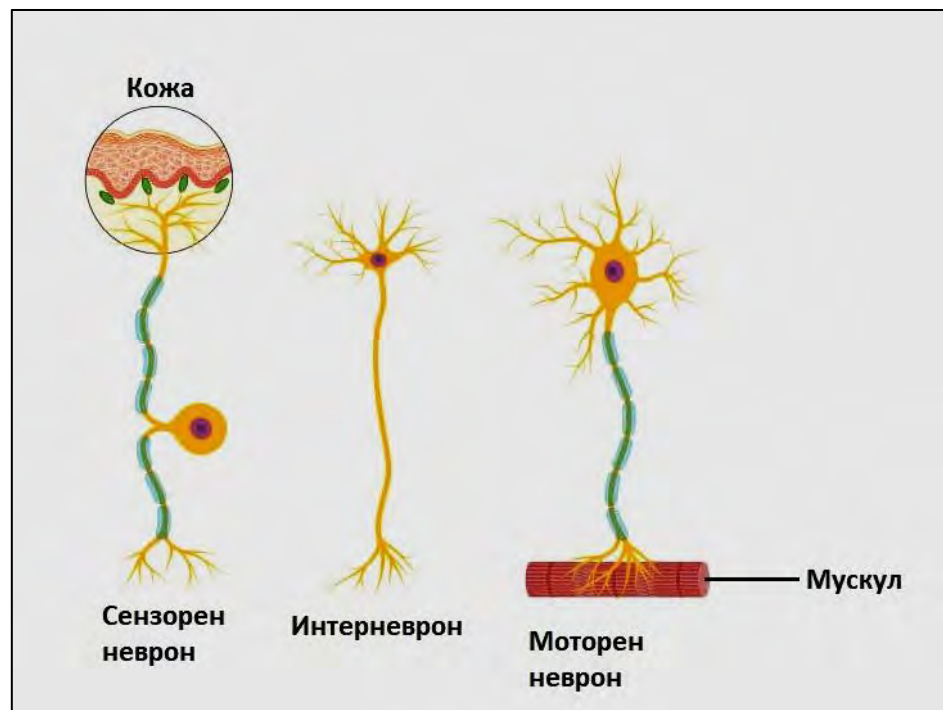
Слика 87: Градба на неврон

Физиолошки карактеристики на невронт– нервната клетка поседува некои специфични физиолошки карактеристики како што се:

- способност на нервната клетка да биде надразнета (ексцитација) под дејство на најразлични дразби,
- спроводливост–својство на нервната клетка настанатиот нервниот импулс да го спроведува по должината на клеточната мембрана до целосно надразнување на невронт.

Во зависност од патот на нервниот импулс помеѓу разни делови на ЦНС и помеѓу ЦНС и периферните органи, невроните се поделени на:

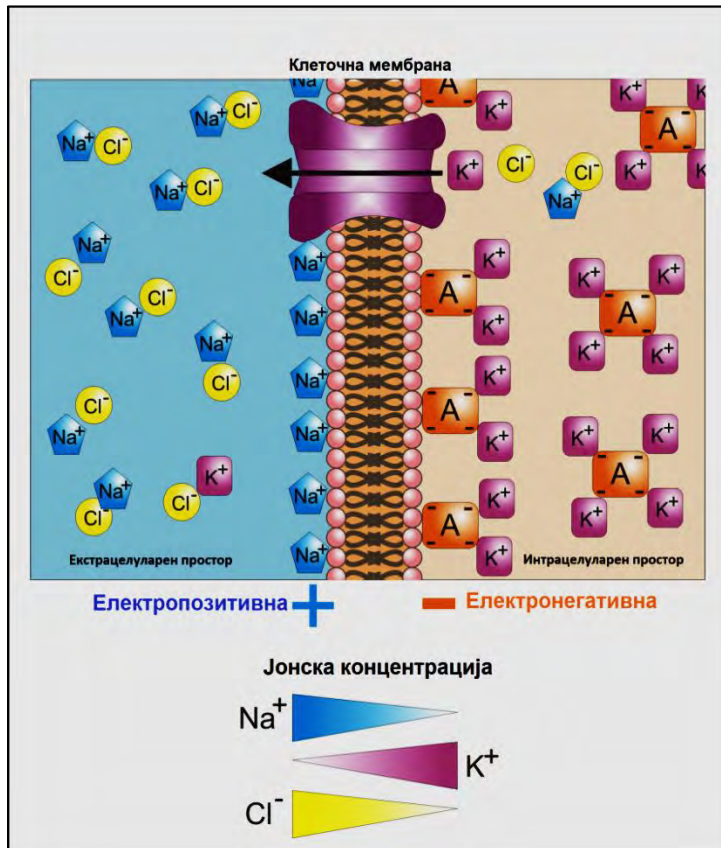
- **Сензитивни неврони**, пренесуваат нервен импулс од рецепторните клетки до 'рбетен или черепен мозок, спроведуваат аферентни или нагорни нервни импулси (**аферентни неврони**), а влегуваат во состав како на периферните нерви така и во состав на ЦНС.
- **Моторни неврони**, пренесуваат нервни импулси од 'рбетен и черепен мозок до ефекторните органи, спроведуваат еферентни или надолни нервни импулси (**еферентни неврони**), а влегуваат како во состав на периферните нерви така и во состав на ЦНС.
- **Интерневрони** имаат поврзувачка улога, пренесуваат нервни импулси од 'рбетен до черепен мозок и спротивно (види слика 88).



Слика 88: Типови на неврони

Нервни импулси– се електрохемиски пораки кои патуваат по должината на неврните. Клеточната мембрана на нервната клетка е поларизирана. Тоа се должи на **разликата во концентрациите на јоните на калиум и натриум како и другите јони (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Cl^- и др.) во цитоплазмата и екстрацелуларната течност**. Во мирување постои потенцијална разлика меѓу двете страни на клеточната мембрана на нервната клетка наречена **мембрански потенцијал или потенцијал во мирување**, при што мембраната однадвор е електропозитивна, а однатре е електронегативна (види слика 89).

Кога нервната клетка ќе прими дразба се зголемува нејзината пропустливост за јоните на натриумот и калиумот, што доведува до создавање акциски потенцијал односно **нервен импулс** кој се движи по целата должина на мембраната. Потенцијалната разлика што се создава е причина за менување на мембранскиот потенцијал во **акциски потенцијал** (потенцијал на дејствување).

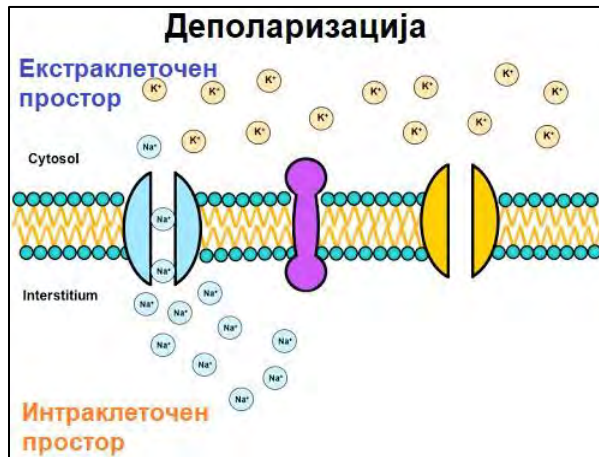


Со навлегувањето на натриумовите јони (Na^+) се менува јонската концентрација во клетката со што се поттикнува отворање на влезните врати за калиумот (K^+) кој излегува од клетката надвор во екстрацелуларната течност. Оваа состојба доведува до **деполаризација на клеточната мембрана** - во внатрешноста станува електропозитивна, а однадвор електронегативна (потенцијал на дејствување) (види слика 90). Со завршување на нервниот стимул мембраната на клетката се **реполаризира**, односно се враќа во мирување (мембрански потенцијал) (види слика 91).

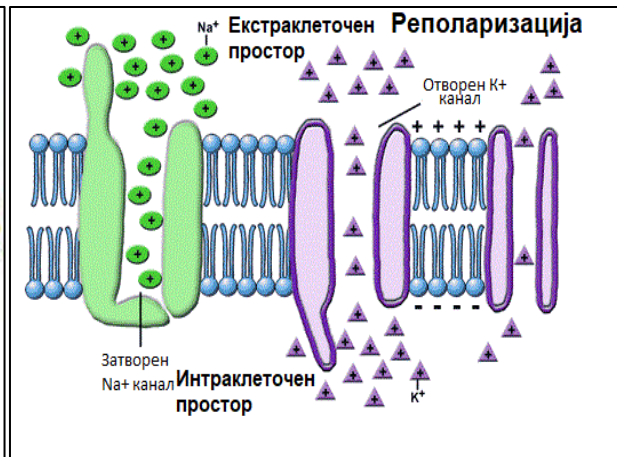
Слика 89: Мембрански потенцијал

Брзината на движењето на **нервниот импулс** кај амиелинските нервни влакна се движи непрекинато по целата должина затоа нервниот импулс патува побавно.

Кај миелинските нервни влакна нервниот импулс се движи во скокови, само во Ранвиеровите стеснувања, затоа нервниот импулс патува побрзо. Колку е поголемо растојанието меѓу Ранвиеровите стеснувања, толку е побрзо движењето на нервниот импулс по должината на невронт. Со завршување на нервниот стимул, клеточната мембрана се враќа во мирување.



Слика 90: Деполаризација



Слика 91: Реполаризација

9.2.1 Синапса

Нервните клетки меѓу себе се поврзани со физиолошки врски наречени **синапси**. Синапсата се воспоставува меѓу две поларизирани мембрани, најчесто помеѓу аксонот на една нервна клетка (**пресинаптичка мембрана**) со дендритите или невротитот на наредната нервна клетка (**постсинаптичка мембрана**), помеѓу нив постои меѓупростор (**синаптичка пукнатина**). Поради синаптичката пукнатина не постои анатомски контакт меѓу невроните (види слика 92).



Слика 92: Синапса

Во разгранетите делови на аксонот има мали задебелувања кои имаат везикули исполнети со хемиски материи наречени **невротрансмитери**. Кога аксонот ќе биде надразнет, го ослободува својот **невротрансмитер** во **синаптичката пукнатина**. Невротрансмитерот ја надразнува мембраната на следната нервна клетка (постсинаптичка мембрана). На надразнетите мембрани (обично мембраните на дендритите или телото на нервната клетка) има посебни места или **рецептори** за кои се врзуваат специфичните невротрансмитери. Рецепторите на клеточната мембрана реагираат соодветно на ослободениот невротрансмитер. Дали еден невротрансмитер има стимулативно (ексцитаторно) или инхибиторно дејство зависи од типот на рецептори за кој се врзува.

Постојат голем број невротрансмитери, некои од нив се со брзо дејство, некои се со бавно и подолготрајно дејство. Најзначајни се: **адреналинот** кој уште се нарекува **епинефрин**, **норадреналинот** или **норепинефрин** и **ацетилхолинот**. Овие невротрансмитери имаат стимулативно дејство и ги пренесуваат дразбите во автономниот нервен систем.

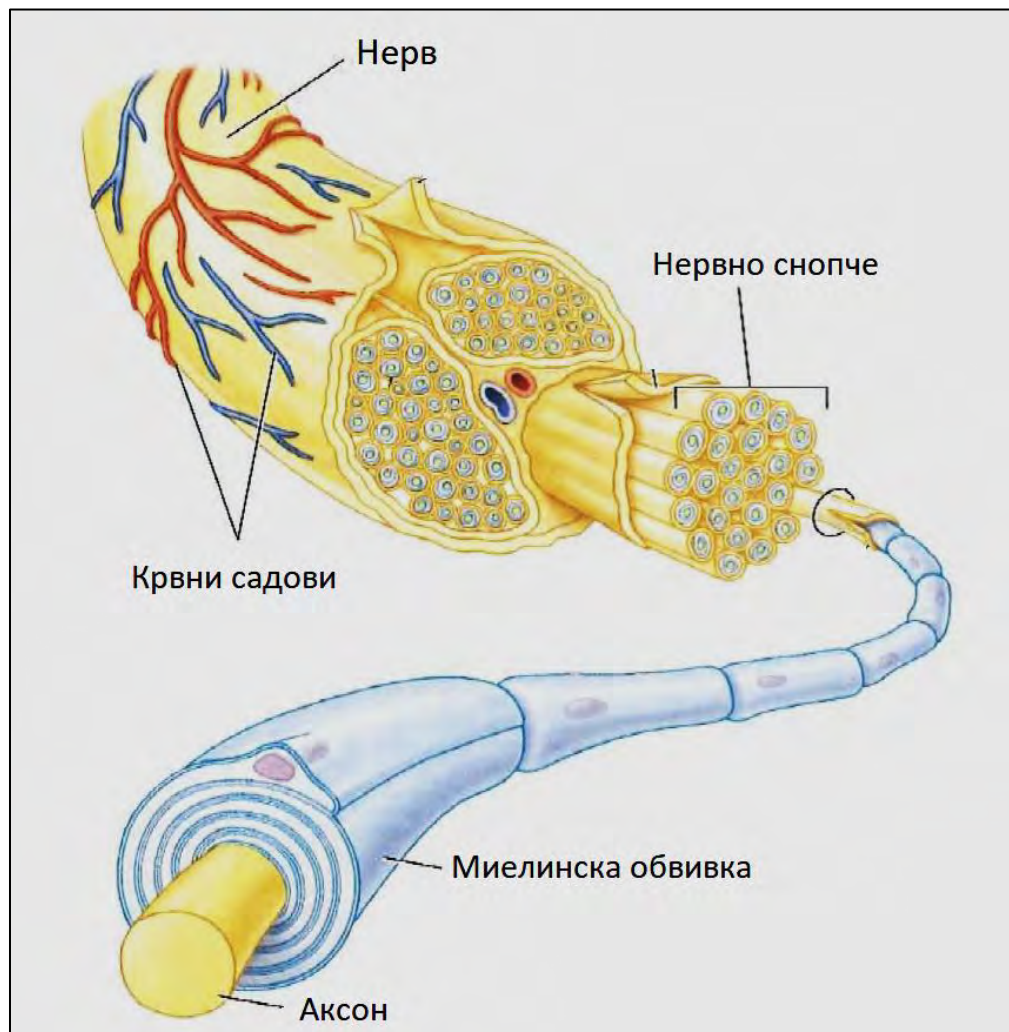
Во зависност од местото каде се наоѓаат синапсите во нервниот систем се поделени на **периферни и централни**. Периферните синапси се поврзуваат меѓу нервната и мускулната или епителната клетка. Меѓу нив постои само една синапса, ја сочинува едно моторно нервво влакно со една мускулна или епителна клетка. Централните синапси се доста сложени, сместени се во сивата маса на ЦНС. Меѓу сензитивните и моторните нервни клетки вметнати се повеќе аксони од други нервни клетки.

9.2.2 Нерви

Повеќе нервни влакна обвиткани со соединувачкоткиво формираат нервно снопче. Повеќе нервни снопчиња поврзани со соединувачкоткиво формираат **нерв (nervus)** (види слика 93). Како и невронот и нервите се карактеризираат со неколку особини, како што се: надразливост, осетливост и спроводливост. Снопчињата на нервните влакна во ЦНС се наречени **трактуси**. Тие се сместени во 'рбетниот и черепниот мозок, спроведуваат импулси од и до мозокот. Во зависност од тоа во која насока го спроведуваат импулсот, разликуваме неколку вида нерви:

- **Сензитивни нерви** кои пренесуваат импулси кон нервните центри во 'рбетен или черепен мозок. Сензитивните информации од најголем број анатомски делови на телото влегуваат во 'рбетниот мозок и патуваат преку сензитивен, качувачки (**аферентен**) нервен пат кон вишите делови на ЦНС. Сензитивните неврони кои влегуваат во состав на периферните нерви овозможуваат трансмисија на импулси од рецепторите до ЦНС, односно од периферијата кон ЦНС.

- **Моторни нерви** ги поврзуваат нервните центри со ефекторот и го формираат моторниот, слегувачкиот (**еферентен**) нервен пат. Моторните неврони кои влегуваат во состав на периферните нерви, овозможуваат трансмисија на импулси од ЦНС до ефекторните органи ((мускули и жлезди) односно од ЦНС кон периферијата.
- **Мешовити нерви** содржат и сензитивни и моторни нервни влакна, тие спроведуваат нервни импулси во двата правци. Кон нив се вклучуваат и вегетативните нерви.



Слика 93: Градба на нерв

- **Нервни центри**

Нервниот центар се дефинира како збир од повеќе неврони кои учествуваат во остварување на некоја определена рефлексна активност. Во нервниот центар постојат голем број куси нервни влакна кои овозможуваат пренесување на импулси во самиот нервен центар. Долготрајното пристигнување на нервните импулси преку аферентните нервни влакна во нервниот центар, предизвикува постепено намалување на рефлексната активност.

Нервните центри и во физиолошко мирување праќаат импулси до соодветни органи и ткива. Таа постојана надразливост на нервните центри се нарекува *рефлексен тонус* на нервните центри.

9.3 ЦЕНТРАЛЕН НЕРВЕН СИСТЕМ (SYSTEMA NEVROSUM CENTRALE)

Во состав на централниот нервен систем влегуваат 'рбетниот мозок (*medulla spinalis*) и черепниот мозок. Однадвор се обвиткани со три мозочни обвивки (*meninges*):

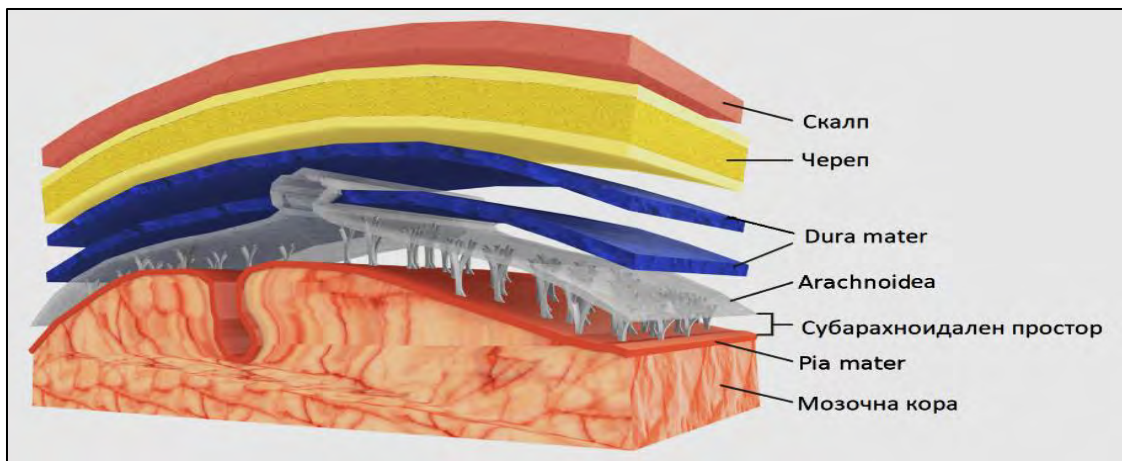
- *Внатрешна мека мозочна обвивка (pia mater)*
- *Средна, пајажинеста обвивка (arachnoidea)*
- *Надворешна цврста обвивка (dura mater)*. Цврстата мозочна обвивка е изградена од два листа од кои едниот е поврзан со арахноидеата, а другиот е прилепен за коските (види слика 94).

Помеѓу арахноидеата и меката мозочна обвивка се наоѓа *субарахноидален* простор, исполнет со **цереброспинална течност (*liquor cerebrospinalis*) или ликвор** и крвни садови.

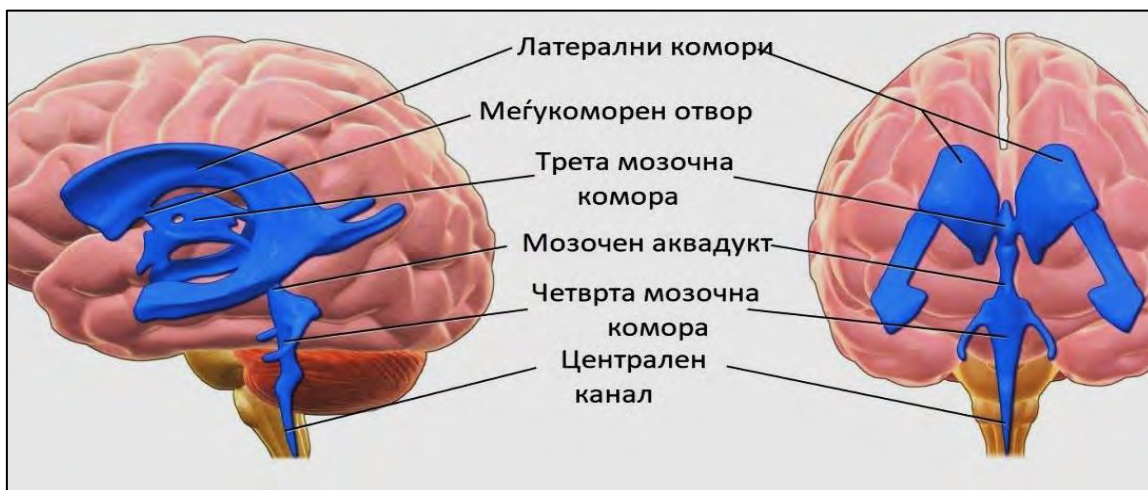
Цереброспиналната течност ги исполнува *субарахноидалниот* простор, мозочните комори и централниот канал од 'рбетниот мозок. Тоа е бистра безбојна течност, која секојдневно се создава (500ml/24h) во четирите мозочни комори од крвта со филтрација и со клеточна секреција. Четирите мозочни комори се распоредени во различни делови на мозокот. Најголеми се латералните мозочни комори што се наоѓаат во двете мозочни хемисфери, третата мозочна комора одозгора го обвиткува меѓумозокот, додека четвртата мозочна комора продолжува со еден централен канал до 'рбетниот мозок (види слика 95).

Физиолошките функции на ликворот се:

- **Заштитна** улога на нервното ткиво при различни потреси, при што се обезбедува амортизација на надворешни механички влијанија врз мозокот,
- **пренос** на материи од мозочно ткиво до крвотокот и отстранување на крајните производи од метаболизмот,
- **одвод** на екстрацелуларна течност кон венскиот систем. Ликворот има селективно дејство во пропуштање на материи во мозочното ткиво.



Слика 94: Мозочни обвивки



Слика 95: Мозочни комори

9.3.1 'РБЕТЕН МОЗОК (MEDULLA SPINALIS)

Анатомски карактеристики

'Рбетниот мозок е дел од ЦНС, сместен во 'рбетниот канал (canalis vertebralis), опкружен со цереброспинална течност. Се протега од горниот раб на atlas(foramen magnum на базата на черепот) завршува во регионот под местото на кое се поврзува последното ребро, меѓу првиот и вториот слабински прешлен (лумбосакрален дел).

Нервното ткиво е претставено со **сива маса** (невроцити и дендрити) и **бела маса** (аксони). Во центарот на сивата маса се наоѓа централен канал, во кој има цереброспинална течност. Сивата маса во 'рбетниот мозок е централно поставена околу централниот канал, на кој се разликуваат два пара рогови, наречени предни (вентрални) и задни (дорзални) рогови кои на сивата маса ѝ даваат изглед на буквата Н (види слика 96).

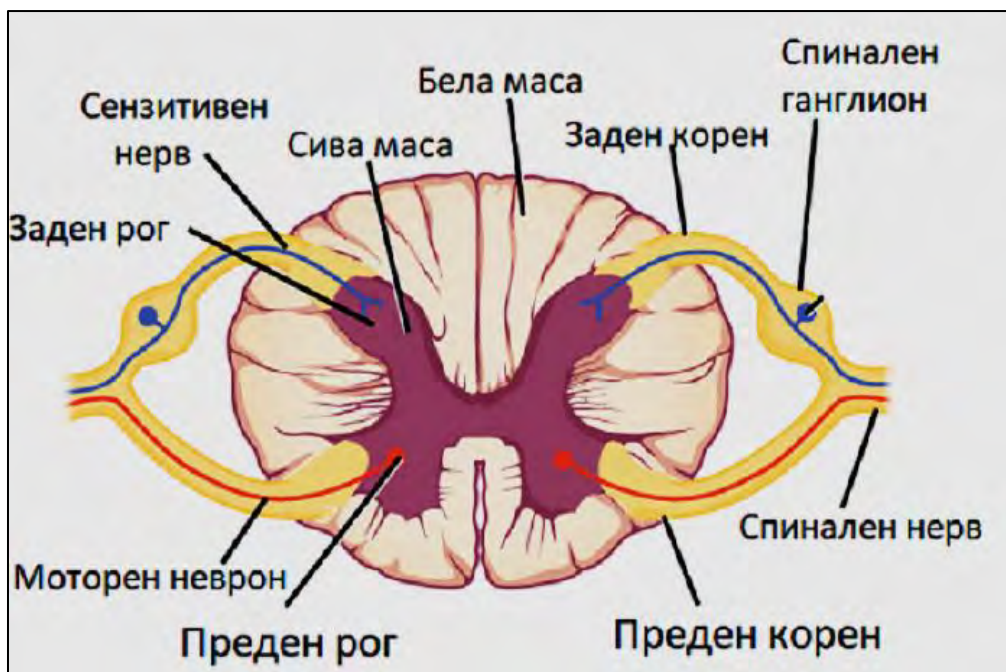
Предните рогови на сивата маса се подебели (cornu anterius) и содржат моторни неврони, чии продолжетоци влегуваат во состав на предните спинални корени и нерви.

Во задните рогови (cornu posterius) се сместени сензитивни неврони чии продолжетоци ги формираат задните сензитивни корени од спиналните нерви. Секој преден и заден корен формира мешовит спинален нерв кој излегува преку меѓупрешленскиот отвор, при што се формираат 31 пар спинални нерви. Секој пар е нумериран во зависност од нивото на *'рбетниот мозок* од каде што произлегува.

Во бочните рогови (cornu lateralis) се наоѓаат вегетативните нервни клетки. На задниот сензитивен корен се наоѓа еден спинален ганглион (ganglion spinale).

Белата маса е составена од аксони на нервната клетка, распоредена е околу сивата маса. Нервните влакна во белата маса се организирани во аксонски снопови (трактуси) кои поврзуваат различни делови на 'рбетниот мозок или овозможуваат врски со повисоките делови на ЦНС.

Во зависност од правецот на трансмисијата на импулсот, нервните патишта се делат на *аферентни* или качувачки (сензитивни) и *еферентни* или слегувачки (моторни).



Слика 96: 'Рбетен мозок

Физиолошки функции на 'рбетниот мозок

'Рбетниот мозок ја воспоставува врска меѓу периферијата и внатрешноста на организмот, која е клучна врска меѓу 'рбетните нерви и черепниот мозок. Исто така 'рбетниот мозок е носител на автоматски одговори на периферни стимули кои се означуваат како **рефлексни одговори** или **спинални рефлекс**. 'Рбетниот мозок е центар на многу рефлексни реакции преку кои ги остварува своите функции. Оттука произлегува дека 'рбетниот мозок врши **рефлексна и спроводна функција**.

9.3.1.1. Рефлексен лак - Рефлексна функција

Во физиологијата рефлексот претставува реакција на одреден дел од телото, на примена дразба без учество на волјата и свеста. **Рефлексот** претставува брз, автоматски одговор на ефекторот при дразнење на рецепторот.

Рефлексот се состои од следниве делови: **дразба** (која го предизвикува рефлексниот одговор), **рефлексен лак** (нервен пат, круг) преку кој се пренесуваат импулсите и рефлексен **одговор** на ефекторот кон соодветното надразнување.

Рефлексниот лак претставува нервен пат по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот. Се состои од пет елементи:

1.рецептори– при дразнење на рецепторите со соодветна дразба се создава нервниот импулс;

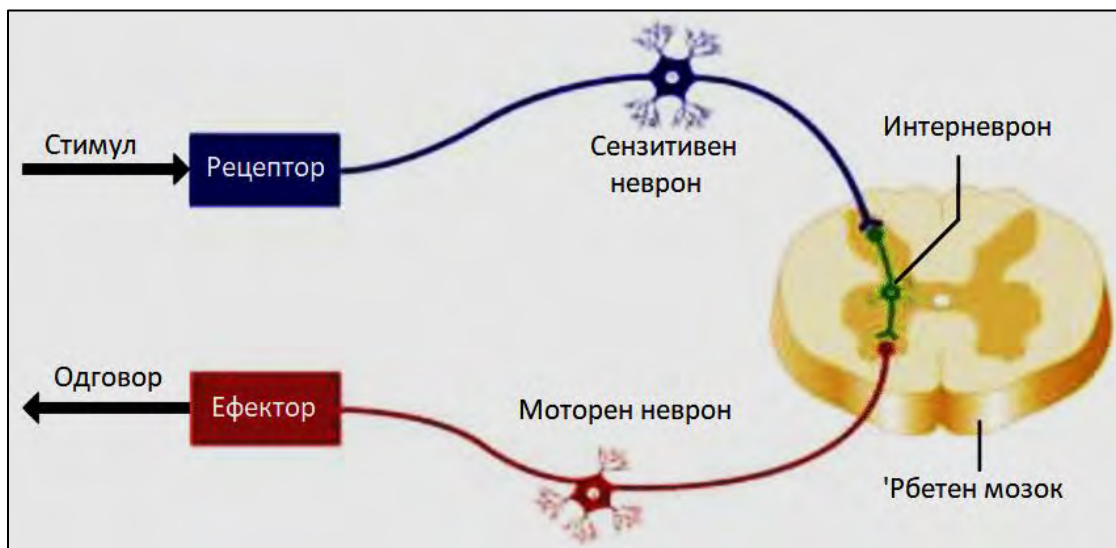
2.аферентни неврони (сензитивни неврони) преку кои се спроведува нервниот импулс до рефлексниот центар кон ЦНС;

3.синапса во ЦНС (центар на дразба) меѓу сензитивни и моторни неврони;

4.моторни неврони или слегувачки (еферентен) преку кои се спроведува нервниот импулс до ефекторот;

5.ефектор кој одговара со соодветна реакција (мускул-контракција или жлезда-секреција).

Рецептор → сензитивен нерв → синапса → моторен нерв → ефектор



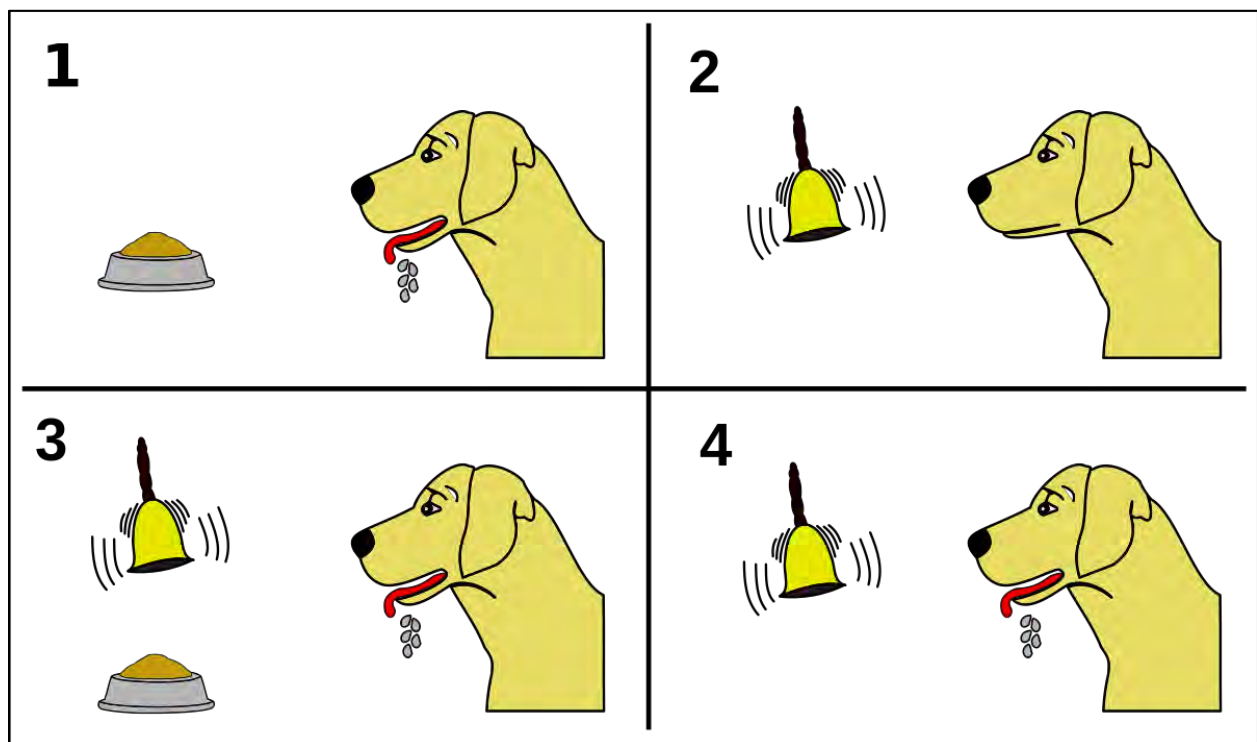
Слика 97: Рефлексен лак

Рецептивно поле претставува дел од телото со рецептори, со чие дразнење се добива секогаш ист рефлексен одговор. На пример, осветлувањето на окото предизвикува стеснување на зеницата, или лесното удирање на четириглавиот мускул, под чашката на зглобот на коленото предизвикува екстензија на потколеницата.

Рефлексната реакција се остварува со учество на рефлексните центри, лоцирани во различни делови на ЦНС. Рускиот физиолог Иван П. Павлов сите рефлекси ги дели на безусловни или вродени и условни или стекнати.

Безусловните (вродените) рефлекс се наследни, настануваат во пониско организирани делови од централниот нервен систем. Вродени рефлекс се пателарниот рефлекс, рефлекс на голтање, абдоминалниот рефлекс, рефлекс на Ахилова тетива и др. Центарот за пателарен рефлекс е сместен во 'рбетниот мозок, во слабинскиот регион. Рефлексот на зеницата (контракција на m.dilatator pupile) претставува вегетативен рефлекс на собирање на зеницата при интензивна светлина. Овие рефлекс се одвиваат преку прости рефлексни лаци.

Сложените безусловни рефлекс – инстинкти се формираат во повисоко организирани делови на ЦНС. Инстинктите се остваруваат главно преку активноста на базалните јадра. *Условните или стекнати рефлекс* настануваат во текот на животот преку повторување на дразбата. Ако условните рефлекс не се повторуваат можат постепено да згаснат, а по потреба да се обноват. Условните рефлекс овозможуваат зголемување на можните начини на реакции на нервниот систем кон различни нервни дразби.



Слика 98: Експеримент на Иван Павлов за создавање условен рефлекс

Рефлексни центри во 'рбетниот мозок

Секој спинален рефлекс има свое рецептивно поле и своја локализација во 'рбетниот мозок. Во вратниот градниот дел од 'рбетот се сместени центри наменети за инервиранија на мускулите на горните екстремитети, мускулите на

градниот кош, абдоминалните мускули и мускулите на 'рбетот. Во лумбалниот предел се сместени центрите одговорни за инервација на долните екстремитети, во сакралниот дел се сместени центрите за микција и дефекација. Во латералните (бочни) рогови на 'рбетниот мозок (граден и лумбален дел) се наоѓаат центри за потење и спинални вазомоторни центри.

Од горенаведеното може да се заклучи дека во 'рбетниот мозок се наоѓаат рефлексни центри на голем број **моторички и вегетативни рефлекс**. Преку аферентни патишта тој е поврзан со рецепторите во кожата, со проприорецепторите во локомоторниот систем, со висцерорецепторите на кардиоваскуларниот, дигестивниот, екскреторниот и половиот систем. Еферентните импулси од 'рбетниот мозок одат до сите скелетни мускули (со исклучок на мускулите на лицето), како и до меѓуребрениите мускули и дијафрагмата кои се одговорни за дишните движења. Од вегетативните центри во 'рбетниот мозок одат нервни влакна за инервација на сите внатрешни органи и жлезди во организмот.

- **Спроводна функција**

Спроводната функција на 'рбетниот мозок се должи на присуството на аферентните и еферентните нервни патишта, кои ги поврзуваат одделните сегменти еден со друг и сите заедно со повисоките делови на централниот нервен систем. *Аферентниот нервен пат* го пренесува нервниот импулс од рецепторите, преку сензитивните нерви влегува во задниот корен од сивата маса на 'рбетниот мозок. Понатаму, преку продолжениот мозок, се пренесува до средниот, малиот мозок и ретикуларната формација во меѓумозокот. Од ретикуларната формација нервните патишта продолжуваат во кората на големиот мозок до примарните нервни центри. Преку аферентните (качувачки) нервни патишта се пренесуваат информации од рецепторите за болка, студено, топло и проприорецепторите во другите делови на ЦНС.

Еферентните (слегувачки) нервни патишта (пирамидални и екстрапирамидални) поаѓаат од нервните центри во кората на големиот мозок, ја поврзуваат со супкортикалните јадра и јадрата на мозочното стебло со моторните неврони кои излегуваат од предниот корен на сивата маса на 'рбетниот мозок и го пренесуваат нервниот импулс до ефекторите. Овие патишта овозможуваат да се оствари влијание на вишите структури во централниот нервен систем врз активноста на скелетните мускули. Преку нив се поврзуваат периферниот и централниот нервен систем и се познати како 'рбетно-мозочни нервни патишта.

9.3.2 ЧЕРЕПЕН МОЗОК

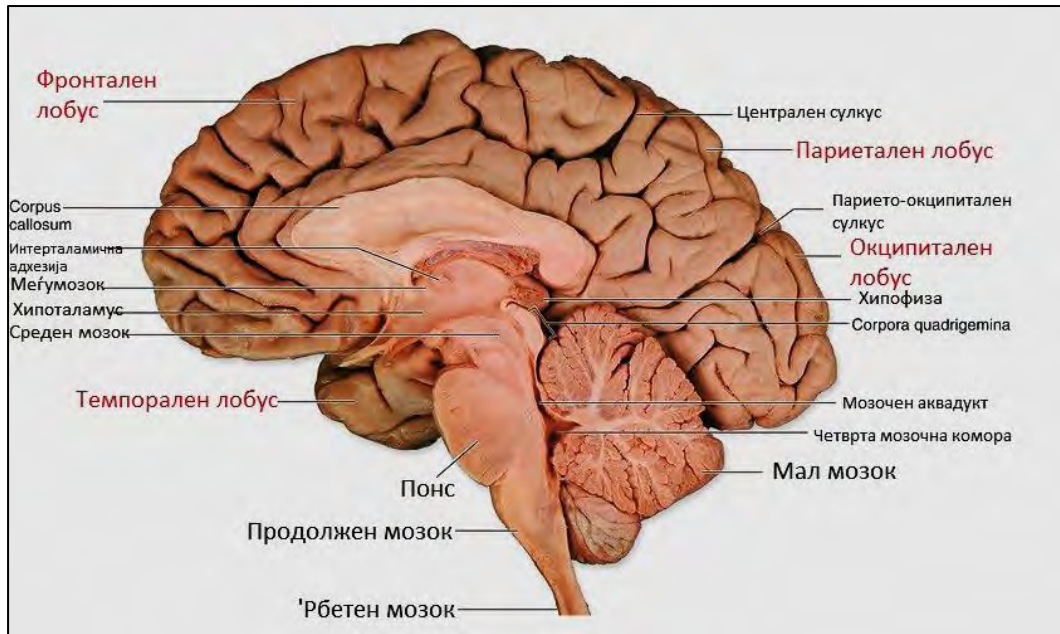
Черепниот мозок ја исполнува кранијалната празнина и е обвиткан со обвивки, течност и коски на черепот. Черепниот мозок се состои од:

- **Голем мозок** (cerebrum или telencephalon) поделен е на лева и десна хемисфера со длабока бразда наречена *лонгитудинална фисура*.
 - **Меѓумозок** (diencephalon) се наоѓа меѓу мозочните хемисфери и мозочното стебло, во него се вклучуваат таламусот и хипоталамусот.
 - **Мозочно стебло** е врската меѓу големиот и 'рбетниот мозок. На горниот дел е сместен **средниот мозок** (mesencephalon), под него од долната страна на мозокот се наоѓа **понсот** (мост), кој го поврзува средниот мозок со продолжениот мозок и **продолжениот мозок**, кој го поврзува черепниот со 'рбетниот мозок.
 - **Малиот мозок** (cerebellum) се наоѓа во задниот дел на мозочните хемисфери и е поврзан со мозочното стебло, големиот мозок и 'рбетниот мозок.
- **Мозочни хемисфери**

Двете мозочни хемисфери се поделени на четири лобуси (резени) кои се наречени според коските кои ги покриваат.

Тоа се **челен (фронтален)**, **темен (париетален)**, **слепоочен (темпорален)** и **тилен (оксципитален)** лобус (види слика 99). Постои и мал петти лобус што се наоѓа длабоко во секоја хемисфера.

За разлика од 'рбетниот мозок, сивата маса на нервното ткиво на мозочните хемисфери во черепниот мозок е периферно распоредена и ја создава кората на големиот мозок и супкортикалните јадра. Белата маса е распоредена во централниот дел и е составена од миелински влакна кои ги поврзуваат кортикалните зони со другите делови на нервниот систем.

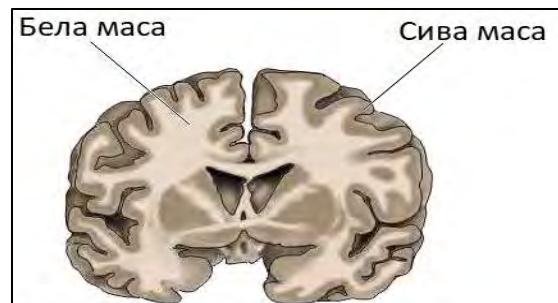


Слика 99: Градба на черепен мозок

- **Функции на големиот мозок (*thelencephalon*)**

Големиот мозок кај човекот претставува најразвиен и најусовршен дел од централниот нервен систем.

Се состои од две хемисфери, кои меѓу себе се раздвоени со една надолжна вдлабнатина (*fissura longitudinalis cerebri*). Внатре во мозочните хемисфери се наоѓа големо количество бела маса и неколку делови на сива маса.



Слика 100: Сива и бела маса на мозочно ткиво

Најважна врска од белата маса е *corpus callosum* (мозочно тело) кое е сместено под лонгитудиналната фисура. Оваа врска функционира како мост меѓу левата и десната хемисфера, пренесувајќи ги импулсите од едната страна на мозокот на другата. Во големиот мозок се лоцирани првата и втората мозочна комора. Од физиолошка гледна точка големиот мозок е поделен на *кора* и *базални ганглии*.

Базални ганглии

Базалните ганглии (јадра) се познати уште како *супкортикални сиви маси* бидејќи се сместени под кората на големиот мозок длабоко во секоја мозочна комора и го помагаат регулирањето на движењето на телото и изразот на лицето,

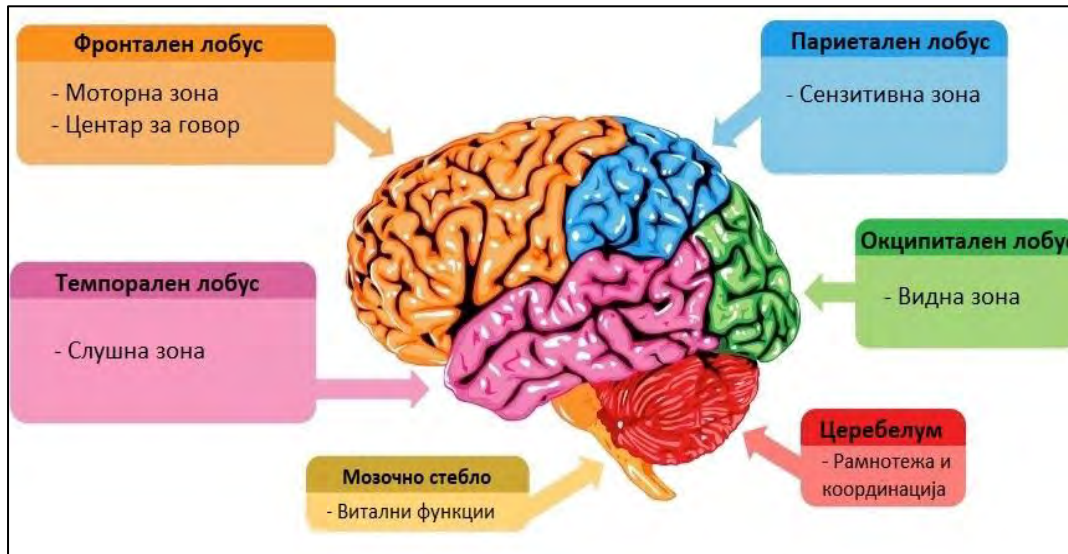
контролирани од кората на големиот мозок. Поврзаноста на базалните ганглии со хипоталамусот има регулирачко влијание врз вегетативните функции и работата на внатрешните органи во организмот.

- **Функции на кората на големиот мозок**

Кората на големиот мозок го поврзува организмот со надворешната средина преку условните и безусловните рефлексии. Таа е центар на вишата нервна активност. Преку активноста на кората на големиот мозок настанува обединување на функциите на органите и органските системи во организмот. Функционалниот дел од кората е составен од тенок слој на клетки кој зафаќа површина од $0,25\text{m}^2$. Церебралниот кортекс учествува во три основни процеси кои имаат големо значење за човекот, а тоа се: моторички, сетилни и интелектуални. Черепниот мозок со различни делови учествува и во контролата на координираното однесување. Центрите за овие функции се сместени во кората во одредени лобуси. Кортикалните лобуси се делумно одделени со жлебови (сулкуси), од кои посебно се истакнува централниот сулкус сместен помеѓу париеталниот и фронталниот лобус и латералниот сулкус кој го одделува фронталниот и париеталниот лобус.

- **Челниот (фронталниот) лобус** се наоѓа пред централниот сулкус, во овој лобус е сместена **моторна зона**, која со своите моторни нервни центри е одговорна за **волевите** движења. Поради вкрстување на нервните влакна (на преодот меѓу *medulla oblongata* и *medulla spinalis*) кои ги сочинуваат пирамидалните патишта, се знае дека левата страна на мозокот ја регулира моториката на десната страна на организмот и обратно. Во фронталниот лобус се наоѓаат и две зони важни за говорот. Кај десничарите моторниот центар за говор е сместен во левата хемисфера.
- **Темениот (париеталниот) лобус** се наоѓа зад централниот сулкус, го опфаќа долниот дел на секоја хемисфера, во него се сместени **сензитивните зони** во кои се наоѓаат центри за општ сензибилитет. Клетките на овие зони примаат нервни импулси од рецепторите за болка, допир, температура и др.
- **Слепоочниот (темпоралниот) лобус** се наоѓа под латералниот сулкус, во него е сместена **слушната зона** (аудитивна). Централниот дел на анализаторот за слушање е одговорен за импулси добиени од увото.
- **Тилниот (оксципиталниот) лобус** се наоѓа зад темениот лобус, во него е сместена **видната зона**. Централниот дел од анализаторот за гледање ги анализира импулсите од мрежницата на окото.
- **Лимбичкиот систем** е филогенетски најстариот дел од кората на големиот мозок, преку кој се остварува врската меѓу соматскиот и

вегетативниот нервен систем. Неговата функција е поврзана со инстинктите (земање храна, грижа за потомство и др.), емоционалните реакции, како и процесите на помнење. Во него влегува и **хипокампусот** кој е сместен под страничните мозочни комори и учествува во процесите на учење и создавање долготрајна меморија.



Слика 101: Функционални зони на кора на голем мозок

Помнење и учење

Од физиолошки аспект помнењето (меморија) претставува *промена во капацитетот на синаптичката трансмисија од еден на друг неврон, како резултат на претходна нервна активност*. Посебни региони во лимбичките подрачја на мозокот определуваат дали некоја информација е значајна и на потсвесно ниво донесуваат одлука дали мислата ќе се складира (депонира) како трага на помнење.

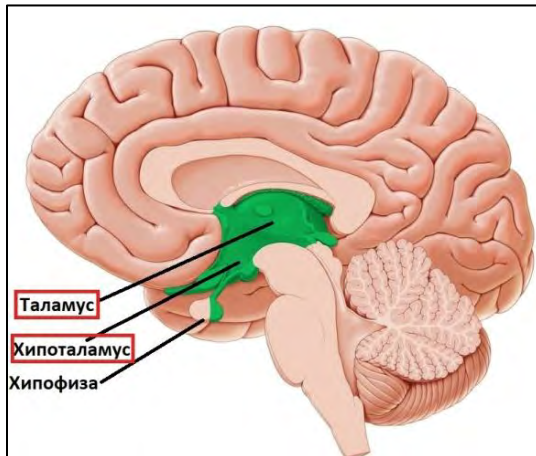
Функции на мозокот во комуникацијата

Една од најважните разлики меѓу човекот и животните е способноста за меѓусебна комуникација кај човекот. Постојат два аспекти на комуникација, првиот е *сензорен* аспект кој ги вклучува сетилата (сетилото за слух, сетилото за вид) и вториот е *моторен* аспект (јазично изразување) кој ја вклучува вокализацијата и нејзината контрола. Артикулацијата претставува процес на движењето на мускулите на устата, јазикот, ларинксот, гласните жици. Центрите во моторниот кортекс ги активираат овие мускули. Во моторната кора постојат поединечни моторни центри како што се Брокиниот центар за говор, а над него се сместени останатите моторни центри.

Меѓу зоните во мозокот постои функционална поврзаност. Многу неврони мора да работат заедно за да може човекот да прима, анализира и да одговори усно или писмено на пораката исто како што одговара и на други сетилни стимули.

9.3.2.1 Меѓумозок (diencephalon)

Меѓумозокот е дел од централниот нервен систем, сместен меѓу мозочното стебло и мозочните хемисфери. Во средниот дел на меѓумозокот се наоѓа третата мозочна комора. Во меѓумозокот се вклучени **таламусот** и **хипоталамусот**.



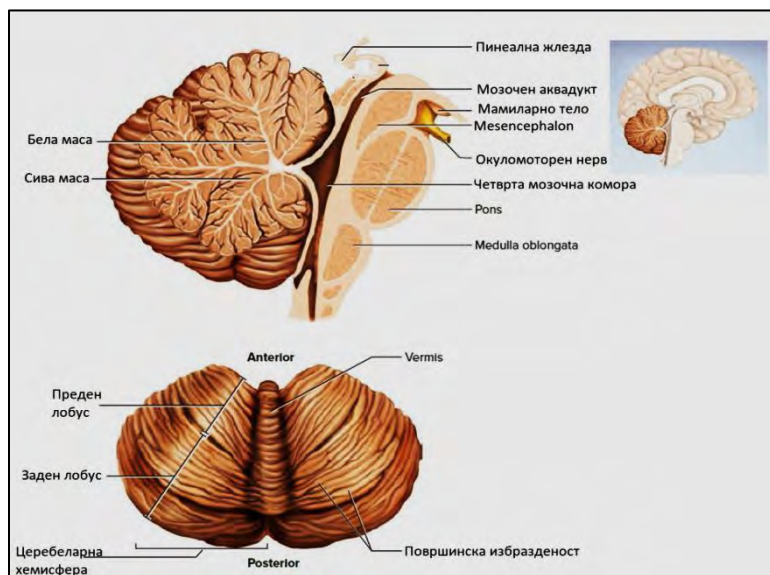
Таламусот е изграден главно од сива маса која формира три групи јадра. Јадрата на таламусот претставуваат релејна станица за сите сензитивни патишта, преку кои сензитивните импулси се носат до определени делови во кората на големиот мозок. Функцијата на таламусот е да ги распредели импулсите и да ги испрати директно во зоните на кората на големиот мозок. **Хипоталамусот** е сместен под таламусот и го сочинува дното на третата мозочна комора. (види сл.102).

Слика 102: Меѓумозок и хипоталамо-хипофизарна врска

Тој е сраснат за долниот дел на таламусот. Во хипоталамусот се присутни вишите центри на симпатикусот и парасимпатикусот од автономниот нервен систем. Хипоталамусот преку нервно-хипофизарна дршка се поврзува со ендокрината жлезда – **хипофиза**, при што ја регулира функцијата на хипофизата. Лачењето на хормоните на хипофизата може да биде стимулирано или инхибирано од страна на хипоталамусот, преку лачењето на рилизинг (ослободувачки) хормони. Во хипоталамусот се лачат два хормона окситоцин и вазопресин кои преку нервни влакна се пренесуваат и складираат во задниот дел на хипофизата. Хипоталамусот има влијание врз работата на срцето, вазоконстрикција и вазодилатација на сидот на крвните садови, лачење на дигестивни сокови и др. Исто така во хипоталамусот постојат центри кои ги регулираат потребите на организмот за внесување хранливи материи и вода, регулација на температурата во организмот, има влијание и врз емоциите и сонот.

Функциите на хипоталамусот ги контролираат вишите делови на централниот нервен систем, во прв ред кората на големиот мозок, супкортикалните јадра, малиот мозок и други структури со кои хипоталамусот е во директна и индиректна врска.

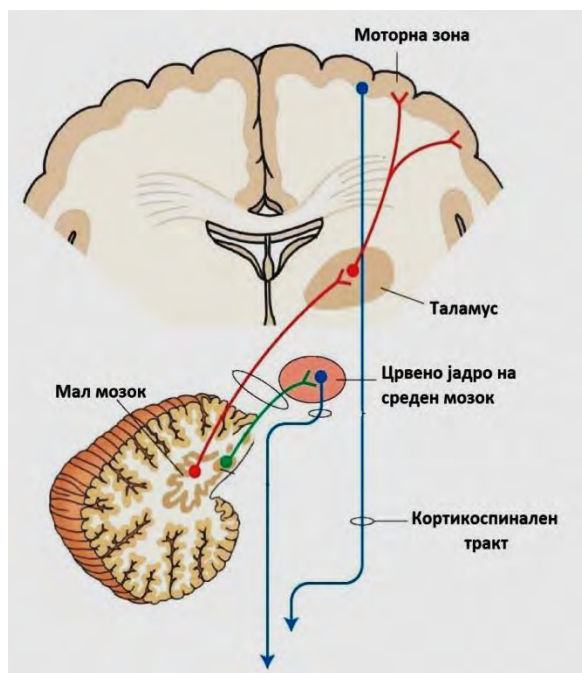
9.3.2.2 Мал мозок (cerebellum)



Слика 103: Мал мозок

Малиот мозок (cerebellum) е сместен во задната черепна јама, зад мозочното стебло и под големиот мозок (види слика 103). Изграден е од две хемисфери, кои се поврзани со среден дел кој наликува на црв наречен - **вермис**. Слично на церебралните хемисфери и кај малиот мозок сивата маса ја гради неговата кора (cortex), додека внатрешноста (medulla) во најголем дел е бела маса во која се сместени јадра.

Површината на малиот мозок е многу повеќе избраздена што му дава карактеристичен изглед. Секоја хемисфера е изградена од лобуси и paravermis, дел кој се наоѓа околу вермисот.



Слика 104: Поврзаност на малиот мозок со кората на голем мозок

Главна карактеристика е што **не постои директна врска** меѓу кората на големиот мозок и малиот мозок (види слика 104), туку нервните сигнали од кората на големиот мозок најпрво се проектираат во понсот (дел од мозочно стебло), а потоа завршуваат во малиот мозок. Исто така и излезните сигнали од малиот мозок наменети за кората на големиот мозок, не завршуваат директно во кората туку најпрво се проектираат во релејните јадра на таламусот, а потоа завршуваат во кората на големиот мозок. Сензитивните влезни сигнали, кои во малиот мозок пристигнуваат од мозочното стебло и 'рбетниот мозок потекнуваат од рецепторите за:рамнотежа (вестибулорецептори), вид, слух и проприорецепторите (рецептори на скелетни мускули). Оваа многубројна поврзаност на малиот мозок со останатите структури на централниот нервен систем, укажува дека функциите на малиот мозок се многубројни и значајни за организмот.

Физиолошки функции на малиот мозок се:

- **Ги координира свесните мускулни движења** на телото. Нарушувањата во малиот мозок предизвикуваат грчење и треперење на мускулите.
- **Го одржува тонусот на мускулите** со што учествува во одржување на рамнотежата на телото. При оштетување се јавува намален тонус.
- **Одржување на рамнотежата на телото**, малиот мозок и вестибуларниот апарат се одговорни за рамнотежата на телото. Помага во одржувањето на рамнотежата при одење, станување и седење, исто така ги прима и пораките од внатрешното уво и од сензорните рецептори во тетивите и мускулите преку средниот мозок.

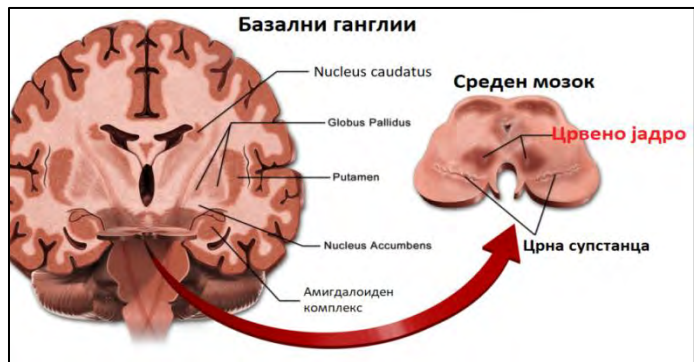
9.3.2.3 Мозочно стебло (truncus cerebri)

Мозочното стебло се наоѓа пред малиот мозок и е составен од среден мозок, понсот (мостот на Вароли) и продолжениот мозок (види слика 99). Овие структури го поврзуваат големиот мозок и меѓумозокот со 'рбетниот мозок преку големиот отвор (foramen magnum). Мозочното стебло остварува повратни анатомски врски со 'рбетниот мозок, cerebellum, thalamus како и кората на големиот мозок. Анатомската поврзаност со кората на големиот мозок е **директна**. Сензорните сигнали кои пристигнуваат во мозочното стебло од 'рбетниот мозок потекнуваат од проприорецепторите на скелетните мускули, но преку кранијалните нерви во мозочното стебло доаѓаат и сензорни сигнали од рецепторите за рамнотежа (вестибулорецептори) или рецептори за вид.

9.3.2.3.1 Среден мозок (mesencephalon) е сместен помеѓу понсот и меѓумозокот. Се наоѓа на задниот дел од горната страна на клинестата коска (os sphenoidale). Преку неговата средина поминува тесен канал што ги спојува третата и четвртата

мозочна комора. На задната страна на средниот мозок се забележуваат четири структурни задебелувања—2 видни и 2 слушни. Во средниот мозок се наоѓаат јадрата на следните кранијални нерви: III (n. oculomotorius) и IV (n. trochlearis) коишто обезбедуваат моторна инервација за мускулите кои го движат очното јаболко.

Кранијални нерви се периферни нерви за инервација на органите на главата и вратот. Од сивата маса на средниот мозок најзначајни се црвеното јадро (nucleus ruber) и црната супстанција (substantia nigra) (види слика 105). Меѓу овие структури на сивата маса поминуваат голем број нервни патишта. Црвеното и црното јадро учествуваат во регулацијата на тонусот на мускулите и положбата на телото. Функциите на овие јадра се тесно поврзани со функцијата на продолжениот мозок. Во средниот мозок се сместени и примарните центри за слушање, во нив доаѓаат импулси од јадрата на слушните нерви што се наоѓаат во продолжениот мозок. Преку овие центри се остварува рефлекс кон звучни дразби ишто се манифестира со свртување на главата кон изворот на звукот. Исто така во средниот мозок се сместени и центри одговорни за регулација на отворот на зеницата и акомодација на окото како реакција на дејство на светлина.



Слика 105: Среден мозок

9.3.2.3.2 Понс (мостот на Вароли)

Понсот е проширен дел на мозочното стебло, сместен меѓу средниот мозок и продолжениот мозок, пред малиот мозок. Се состои од сива и бела маса, сивата маса на понсот е составена од јадра на мозочните нерви, ретикуларна формација и релејни јадра. Во понсот се сместени јадрата од V до VIII мозочен нерв. Белата маса на понсот се состои од голем број нервни патишта.

Понсот претставува важна врска меѓу малиот мозок и остатокот на нервниот систем, бидејќи преку него се пренесуваат импулси од и до центрите сместени околу и под него.

9.3.2.3.3 Продолжен мозок (medulla oblongata)

Продолжениот мозок е дел од мозокот кој е сместен меѓу понсот и 'рбетниот мозок. Лежи на браздата на окципиталната коска. Предната страна се карактеризира со две задебелувања— пирамиди, во кои доаѓа до вкрстување на

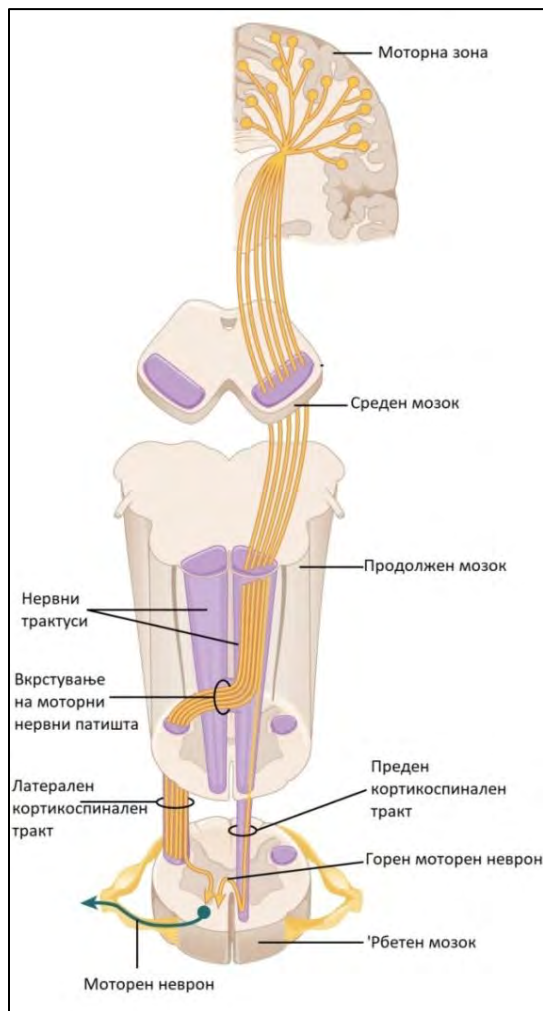
моторните нервни патишта (види слика 106). Продолжениот мозок се состои од бела и сива маса. Сивата маса се наоѓа под белата и се состои од групи на јадра на одделни мозочните нерви. Од продолжениот мозок излегуваат најголем број главени нерви IX, X, XI, XII мозочен нерв, а на границата со понсот излегуваат VI, VII и VIII мозочен нерв.

Продолжениот мозок и понсот исто како и 'рбетниот мозок се карактеризираат со *рефлексна и спроводна функција*.

Рефлексна
функција

Спроводна
функција

А) *Рефлексите функции* на продолжениот мозок и понсот се поврзани со



функцијата на кранијалните нерви и виталните рефлексни центри. Во продолжениот мозок се сместени центрите за дишење и вазомоторниот центар кој ја регулира работата на кардиоваскуларниот систем и дишењето. Овие центри се вбројуваат во витални центри, бидејќи се значајни за одржување на виталните функции во организмот. Рефлексите што се остваруваат на ниво на продолжениот мозок и понсот се заштитни рефлексии (кашлање, кивање, повраќање, лачење на солзи), рефлексии при исхраната (цицање, голтање, лачење дигестивни сокови), пневмотаксичен центар и центар за исправено одење.

Б) *Спроводната функција* се карактеризира со поминување на нагорни и надолни нервни патишта преку кои се остварува врска во двете насоки меѓу 'рбетниот мозок од една и кората на големиот мозок, средниот мозок и малиот мозок од друга страна. Белата маса на продолжениот мозок ја сочинуваат големиот број надолни и нагорни нервни патишта.

Слика 106: Вкрстување на моторни нервни патишта

Ретикуларна формација (*formatio reticularis*) претставува мрежа од нервни клетки кои потекнуваат од мозочното стебло-продолжениот мозок, мостот на Вароли, средниот мозок и меѓумозокот. Дендритите на нервните клетки се релативно долги и слабо разгранети, додека аксоните се куси, но затоа силно разгранети. Ваквата градба на ретикуларната (мрежеста) формација и овозможува создавање многубројни синаптички врски. Од невроните на ретикуларната формација тргнуваат неспецифични патишта. При тоа преку нагорните неспецифични патишта се пренесуваат импулси до кората на големиот мозок и супкортикалните јадра, а преку надолните кон моторните неврони на 'рбетниот мозок.

Импулси се праќаат и кон малиот мозок како и некои други структури во ЦНС. Ретикуларната формација не само анатомски туку и функционално е поврзана со речиси сите структури на централниот нервен систем. Со својата активност предизвикува како стимулативни така и инхибиторни ефекти на одделни подрачја на централниот нервен систем. Врз кората на големиот мозок, ретикуларната формација има стимулативно влијание што се манифестира со будна состојба на организмот и зголемена концентрација. Според тоа ретикуларната формација има значајна улога во регулацијата на сонот и будната состојба.

9.4 Периферен нервен систем (*systema nervosum perifericum*)

Потсети се!

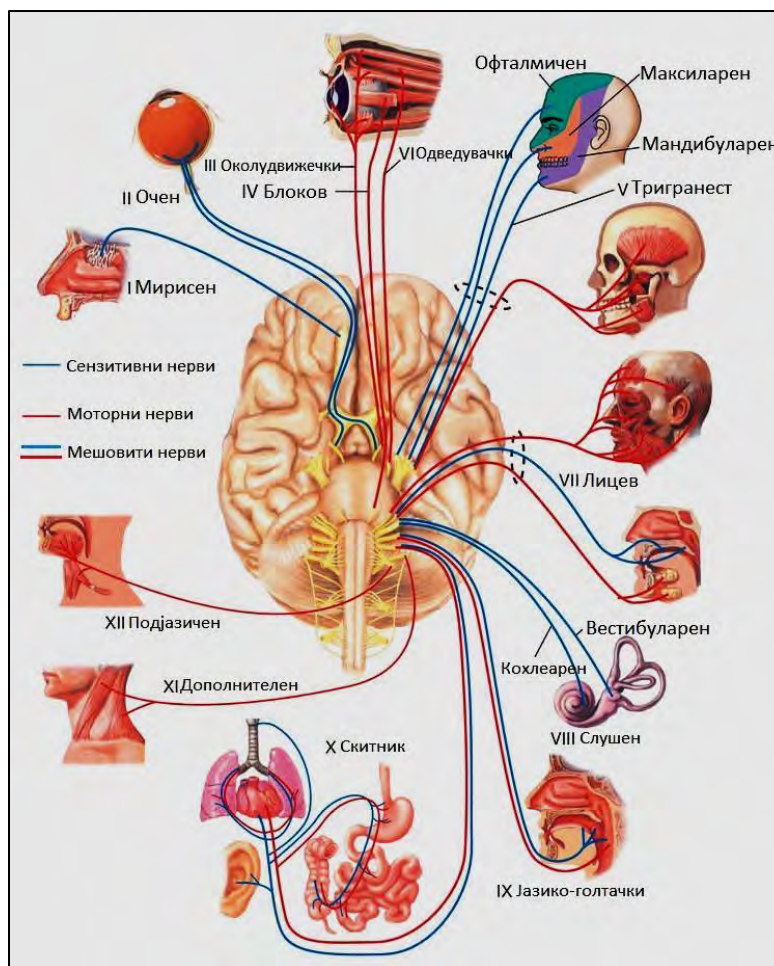
Од колку пара черепни и 'рбетни нерви е составен соматскиот дел од периферниот нервен систем?

Периферниот нервен систем го градат нервни влакна од клетките сместени во мозочното стебло, 'рбетниот мозок, формирајќи нерви кои се делат на мозочни и 'рбетни.

Мозочни нерви (*nervi craniales*)

Како што веќе спомнавме постојат 12 пара мозочни (кранијални) нерви, кои тргнуваат од мозочното стебло. Од нив I, II, VIII пар се сензитивни, IV, III, VI, XI, XII, се моторни и V, VII, IX, X се мешовити нерви. Имињата на черепните нерви се следниве:

- I** Мирисниот нерв (**n.olfactorius**) пренесува мирисни импулси од рецепторите во носната слузница до мозокот;
- II** Видниот нерв (**n.opticus**) носи импулси од окото до мозокот;
- III** Окодвигечкиот нерв (**n.occulomotorius**) е поврзан со контракциите на очните мускули;
- IV** Блоковиот нерв (**n.trochlearis**) инервира мускули што го движат очното јаболко;
- V** Тригранков нерв или троен нерв (**n. trigeminus**) е најголемиот мешовит кранијален нерв за лицето и главата. Има три гранки што пренесуваат сетилни импулси (болка, допир, температура) од окото, горната и долната вилица, додека моторните гранки ги инервираат мускулите за цвакање;
- VI** Одведувачки нерв (**n.abducens**) ги контролира импулсите на мускулот за движење на очното јаболко;
- VII** Лицев нерв (**n.facialis**), мускулите за изразот на лицето се снабдени со гранки од овој нерв;
- VIII** Слушен нерв (**n.vestibulocochlearis**) има сензорни влакна за слушање, како и за рамнотежа од полукружните каналчиња во внатрешното уво;
- IX** Јазико-голтачки нерв (**n.glossopharyngeus**) има сензорни влакна на јазикот и голтникот исто така има и моторни влакна за контрола на голтачките мускули во голтникот;
- X** Скитачки нерв (**n.vagus**) најголем кранијален нерв, инервира повеќе органи во градната и стомачната празнина, излегува од продолжениот мозок, се протега од черепот, вратот, градната празнина и доаѓа до абдоменот каде што завршува;
- XI** Нерв-помошник или дополнителен нерв (**n.accessorius**) е моторен нерв со две гранки, едната ги контролира двата мускули на вратот (трапезиусот и стерноклеидомастоидот), а другата гранка ги контролира мускулите на гркланот;
- XII** Подјазичниот нерв (**n.hypoglossus**) носи импулси за контролирање на мускулите на јазикот.



Слика 107: Кранијални нерви

’Рбетни нерви (*nervi spinales*)

Потсети се!

Кои се анатомските карактеристики на ’рбетниот мозок?

Од ’рбетниот мозок излегуваат 31 пар нерви кои се делат на: 8 вратни (*nn.cervicales*), 12 градни (*nn. thoracici*), 5 слабински (*nn.lumbales*), 5 крсни (*nn.sacrales*) и еден опашен (*n.coccygeus*). Од досега наученото знаеме дека секој ’рбетен нерв излегува од ’рбетниот мозок со помош на два корени: преден моторен и заден сензитивен корен. На задниот сензитивен корен се наоѓа еден спинален ганглион (*ganglion spinale*). По излегувањето од ’рбетниот мозок секој ’рбетен нерв е непрекинат во многу краток простор, потоа се разгранува на мали постериорни (задни) и големи антериорни (предни) делови.

Поголемите anteriорни гранки се преплетуваат во вид на мрежи кои се наречени **плексуси**. Нервните плексуси (сплетови) се следните:

- **Вратен плексус (plexus cervicalis)** го градат предните гранки на првите 4 вратни нерви. Прима сензитивни импулси од вратот, грбот и главата, а ги снабдува со моторни импулси мускулите на вратот. Од овој плексус излегува и p.phrenicus (френичен нерв) кој ја инервира дијафрагмата.
- **Плексус на рамото (plexus brachialis)** се карактеризира со многу гранки на рамото, надлактица, подлактица и дланката на раката. Овој плексус настанува со спојување на предните гранки на V, VI, VII и VIII вратен нерв и предната гранка на првиот граден нерв.



➤ **Слабинско-крсниот плексус (plexus lumbosacralis)**, слабинскиот нервен сплет настанува со спојување на првите гранки од првите 4 слабински нерви, додека крсниот нервен сплет настанува со спојување на првите три крсни нерви со предната гранка на IV и V слабински нерв. Најголема гранка е ишијалгичниот нерв кој излегува од долниот дел на карлицата. Овој сплет ги снабдува со нерви долните екстремитети (нозете). Ишијалгичниот нерв се разгранува на два разгранока во бутните мускули, кои понатаму се двојат за ногата и стапалото.

Слика 108: 'Рбетни плексуси

9.4.1 Вегетативен нервен систем

Вегетативниот (автономниот нервен систем) ги регулира и координира функциите на внатрешните органи, како работата на срцето, крвниот притисок, излучување на бубрезите, перисталтика на желудникот и цревата, лачење на жлездите и др. Овој систем се активира со центрите кои се сместени во 'рбетниот мозок, мозочното стебло, хипоталамусот, како и делови на мозочната кора, особено лимбичниот систем, кои испраќаат импулси во нижите центри.

Тој е организиран согласно рефлексните патишта: *рецептори, аферентни нерви, централен дел и еферентни нерви*. Тоа значи дека сензорните сигнали од рецепторите на висцеларните органи (внатрешни органи) преку аферентни нервни патишта доаѓаат до автономните ганглии, мозочното стебло или хипоталамусот, а потоа преку еферентни нерви, несвесно се враќаат назад до висцеларните органи, контролирајќи ја нивната активност. **Ефектори на вегетативниот нервен систем, каде што се манифестира неговото дејство се мазните мускули, срцевият мускул и жлездите.** Вегетативниот нервен систем ги контролира виталните процеси кои се значајни за животот. Овој систем работи автоматски без директна волева контрола или делумен удел на волјата и свеста.

Автономниот нервен систем го сочинуваат два дела кои претставуваат негови основни компоненти што го пројавуваат своето дејство при различни состојби и тоа: **симпатичен дел** (pars sympathica) и **парасимпатичен дел** (pars parasympathica). Голем број ефекторни органи во организмот се инервирани од симпатичкиот и парасимпатичкиот дел на автономниот нервен систем. Овие два дела на АНС имаат антагонистичко (спротивно) дејство врз функционирањето на органот што го инервираат (види слика 109).

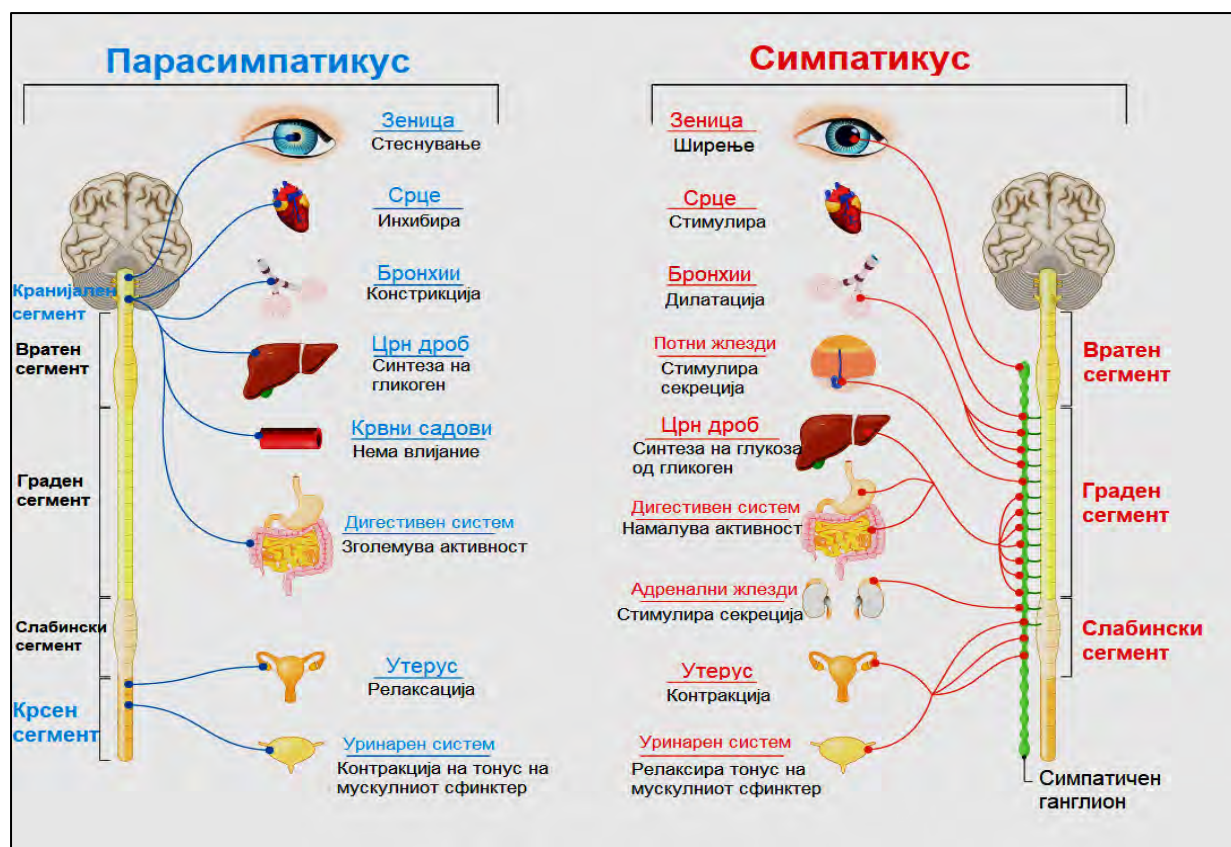
Симпатичкиот дел од автономниот нервен систем припаѓа на торакалнолумбалниот сегмент на 'рбетниот мозок. Симпатичките неврони излегуваат од 'рбетниот мозок низ предните корени на торакалните (градни) и двата горни лумбални (слабински) нерви. Во симпатичкиот дел од автономниот нервен систем, синапсите се поставени во **ганглиите** така што клетката која ги испраќа своите нервни влакна е позната како *преганглиска* клетка, а клетката чиј влакна го напуштаат ганглионот е позната како *постганглиска* клетка.

Симпатичките ганглии формираат *симпатички синџир* што се протега од двете страни на 'рбетниот столб односно во бочните (латерални) рогови на 'рбетниот мозок на ниво на торакалните и лумбалните сегменти. Во периферните завршетоци на симпатичките неврони во најголем дел се излучува невротрансмитерот норадреналин, затоа се нарекуваат адронергични нерви. Симпатичкиот дел обезбедува одржување на постојана внатрешна средина на организмот. Срцевината на надбубрежната жлезда претставува дел од симпатичкиот систем. Таа е инервирана од преганглиските симпатички влакна. Тие завршуваат во клетките од адреналната срцевина и секретираат адреналин и норадреналин во крвта. Пример при намалено ниво на шеќерот во крвта, симпатикусот ја стимулира срцевината на надбубрежната жлезда да лачи адреналин. Преку крвта адреналинот се пренесува до црниот дроб и го поттикнува разградувањето на гликогенот до гликоза, која со навлегувањето во крвта ја нормализира гликемијата. Ефектите на симпатичкиот дел се најизразени во време на стресни состојби.

Парасимпатички дел од автономниот нервен систем припаѓа на краниосакралниот (черепно-крсниот) сегмент на 'рбетниот мозок. Овој дел од автономниот нервен систем е доминантен кога организмот е во релаксирана состојба. Невроните од парасимпатикусот излегуваат од мозочното стебло како дел од кранијалните (черепни) нерви и од крсниот (сакралниот) дел на 'рбетниот мозок. Околу 75% од сите парасимпатички влакна му припаѓаат на *p.vagus* (X, нерв-скитник) кои ги инервираат сите висцерални органи во градната и стомачната празнина. Сакралните парасимпатички влакна ги инервираат органите во карлицата. Парасимпатичкиот дел има свој центар сместен во мозочното стебло и бочните рогови на сивата маса во 'рбетниот мозок. За разлика од симпатичките постганглиски неврони чии тела се сместени во ганглиите на симпатичкиот синџир, парасимпатичките постганглиски неврони се сместени во самиот орган. Во парасимпатичкиот дел и преганглиските и постганглиските влакна го ослободуваат невротрансмитерот *ацетилхолин*, поради што се наречени *холинергични влакна*. Симпатичкиот и парасимпатичкиот дел заедно ја усогласуваат и ја регулираат работата на органите, преку двојна инервација на органите. Некои органи се инервирани и од симпатичкиот и од парасимпатичкиот дел и можат да бидат или стимулирани или инхибирани. На пример симпатичките нерви ја зголемуваат контракцијата на срцето, зголемувајќи ја ефективноста на срцевата пумпа, додека парасимпатичките нерви предизвикуваат спротивен ефект односно ја намалуваат ефективноста на срцевата пумпа. Дигестивниот систем главно е под контрола на парасимпатичкиот систем, но јаката симпатичка стимулација може да ја инхибира перисталтиката на цревата. Од табелата 18 се гледа дека едниот дел може да влијае стимулативно на еден орган, а другиот инхибиторно, но некои органи се инервирани само од еден систем така што во овие органи нема антагонистичко дејство.

Орган/ткиво	Влијание на симпатичка стимулација	Влијание на парасимпатичка стимулација
Крвни садови	Стегање (констрикција)	Слабо влијание
Зеница на окото	Ширење	Стеснување
Црева	Намалена перисталтика	Зголемена перисталтика
Мочен меур	Контракција	Релаксација
Бронхии	Ширење (дилатација)	Стеснување(констрикција)
Црн дроб	Разложување на гликоген до гликоза	Синтеза на гликоген
Жолчно кесе и жолчни канали	Релаксација	Контракција

Табела 18: Влијание на симпатички и парасимпатички нерви во органите



Слика 109: Вегетативен нервен систем



Со совладување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе биде способен да: објаснува поделба, градба и функција на нервен систем.

Запомни

Нервниот систем анатомски е поделен на два дела:

1. **Централен нервен систем (ЦНС)** го сочинуваат черепниот и 'рбетниот мозок. Черепниот мозок е поделен на следните делови: а) **голем мозок** (telencephalon), б) **меѓумозок** (diencephalon), в) **мал мозок** (cerebellum), г) **мозочно стебло** во кое спаѓаат: **mesencephalon** (среден мозок), **pons** (мост на Вароли) и **medulla oblongata** (продолжен мозок).

2. Периферен нервен систем кој е поделен на соматски дел составен од 12 пара мозочни нерви и 31 пар спинални нерви.

- Нервната клетка (*неврон или невросит*) е основна единица на нервниот систем. Нервната клетка е изградена од тело, дендрити и аксони. Невроцитот и дендритите ја градат сивата, а аксоните белата маса на мозочното ткиво.
- Невроните се поделени на сензитивни, интерневрони и моторни неврони.
- Мембраната на нервната клетка е поларизирана и тоа е мембрански потенцијал.
- Рецепторите се приемници на дразби преку кои организмот се запознава со промените во внатрешната и надворешната средина.
- Нервните импулси од рецепторите се пренесуваат преку соматскиот дел до нервните центри во 'рбетниот или черепниот мозок, а одговорот преку моторните нерви се пренесува до ефекторот.
- *Рефлексниот лак* претставува нервен пат по кој се движи нервниот импулс од рецепторот до ефекторот.
- Черепниот и 'рбетниот мозок се обвиткани со три мозочни обвивки и нервно ткиво изградено од сива и бела маса. Во 'рбетниот мозок сивата маса е централно поставена, а белата е околу сивата, додека во черепниот мозок белата маса е централно поставена, а околу неа се наоѓа сивата маса.
- Черепниот мозок се состои од голем мозок, меѓумозок, мозочно стебло и малиот мозок.
- Периферниот нервен систем го градат нервни влакна од клетките сместени во мозочното стебло, 'рбетниот мозок, формирајќи нерви кои се делат на мозочни и 'рбетни.
- Вегетативниот (автономниот нервен систем) ги регулира и координира функциите на внатрешните органи, како работата на срцето, крвниот притисок, излучување на бубрезите, перисталтика на желудникот и цревата, лачење на жлездите и др.
- Автономниот нервен систем се состои од два дела: симпатички и парасимпатички.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Објасни ја анатомската и физиолошката поделба на нервниот систем?
2. Како се поделени невроните според функцијата?
3. Што се рецептори и која е нивната улога?
4. Што е лимбусен систем и кои се неговите функции?
5. Објасни го рефлексен лак и движењето на нервниот импулс низ него!
6. Објасни ги разликите меѓу соматскиот и автономниот нервен систем!
7. Која е разликата меѓу симпатичкиот и парасимпатичкиот дел од вегетативниот нервен систем?
8. Дефинирај го поимот синапса и објасни ги нејзините карактеристики!
9. Која е разликата меѓу нерв и неврон?
10. Објасни ја градбата на нервната клетка!



Активност: Истражувај за експериментот на физиологот Иван Павлов!

Модуларна единица 9.

**АНАТОМИЈА И ФИЗИОЛОГИЈА
НА НЕРВЕН И СЕТИЛЕН СИСТЕМ**

По изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе може да:

- идентификува сетилни органи;
- опишува градба и функција на органот за вид, слух и рамнотежа, мирис, вкус и допир;
- објаснува начин на примање дразби од надворешната средина и нивно претворање во акциски потенцијал;
- анализира поврзаност на сетилните органи со нервниот систем.

	9.5 Сетилен систем (сензорен систем)	171
	9.6 Анатомија и физиологија на око	172
	9.7. Анатомија и физиологија на уво	177
	9.8 Рецептори за вкус и мирис	181
	9.8.1 Сетило за вкус	181
	9.8.2 Сетило за мирис	182
	9.9 Кожа како сетилен орган	182

9.5 Сетилниот систем (сензорен систем)

Сетилниот (сензорниот) систем ни дава информации за промените во надворешната средина, на кои треба соодветно да се реагира. Промените во средината кои дејствуваат како дразби, создаваат нервни импулси кои преку сензорни неврони се пренесуваат до централниот нервен систем.

Збирот на сите структури кои учествуваат во приемот на дразбата и нејзиното спроведување до сензорните клетки на кората на големиот мозок се нарекуваат **сензорни системи** или **анализатори**.

Секој анализатор се состои од три дела:

- Периферен дел (рецепторен дел) кој преку специјализирани нервни клетки *рецептори* (клетка, дел од клетка) ја прима дразбата;
- Спроводен дел се состои од аферентни неврони и спроводни патишта од рецепторите до кората на големиот мозок, се именуваат како примарни, секундарни и терциерни неврони;
- Централен дел—сместен во сензитивниот дел на кората на големиот мозок кој прима информации од соодветните рецептори.

Сите сензорни системи започнуваат со стимул кој во вид на физичка енергија дејствува врз сензорните рецептори. Ако стимулот е натпруговен во сензитивниот неврон се создава **акциски потенцијал** кој патува до ЦНС каде што информациите кои доаѓаат се интегрираат.

Минималното ниво на стимулација која може да го активира рецепторот се нарекува *пругова дразба*. Сетилата во телото како и оптичките неврони се активираат со стимулуси кои дејствуваат на одредено поле наречено *рецептивно поле*. На пример сензитивните неврони кои пренесуваат осет за допир во кожата ќе реагираат на притисокот кој делува на нивното рецептивно поле.

Сетилата може да бидат *специјализирани* кои се сместени во *посебни* органи и *општи* кои се распространети низ организмот.

- Специјализирани се осетите за: *мирис* (со рецептори во горната носна празнина), *вкус* (рецептори на јазикот), *гледање* (рецептори во окото), *слушање* (рецептори во внатрешно уво), *рамнотежа* (рецептори во внатрешно уво).
- Општи се осетите за: *топло, ладно, болка, притисок, допир* (со рецептори во кожата и внатрешните органи) и сетилата за *положба* со рецептори (проприорецептори) во мускулите, тетивите и зглобовите.

9.6 Анатомија и физиологија на око

Окото е рецепторен орган на анализаторот за гледање. Сместен е во очната орбита. Во неговиот состав влегуваат очното јаболко (*bulbus oculi*), очниот нерв (*n.opticus*) и помошните органи на окото (*organa oculi accesoria*).

Очно јаболко(*bulbus oculi*) се наоѓа во предниот дел на очната орбита, во неговиот состав влегуваат три очни обвивки.

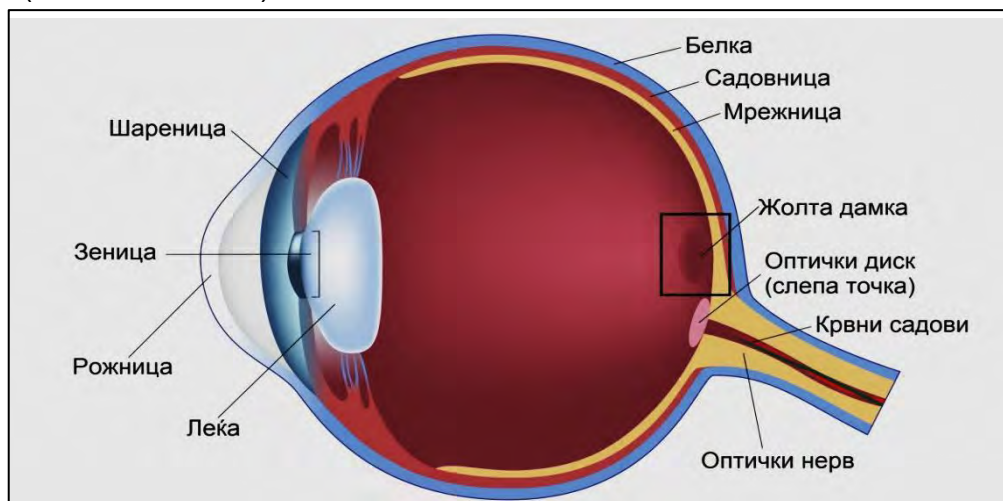
1.Надворешната обвивка (*tunica fibrosa bulbi*) е цврсто соединувачко ткиво, со преден провиден дел наречен рожница (*cornea*) и заден непровиден дел наречен белка (*sclera*). Рожницата не поседува крвни садови, затоа е провидна.

2.Средната очна обвивка (*tunica vasculosa bulbi*) содржи крвни садови кои се неопходни за исхрана на очното јаболко. Составена е од три дела:

а) **садовница (*chorioidea*)** богата со крвни садови и големо количество на меланин кој го апсорбира најголемото количество светлина;

б) **цилијарно тело (*corpus ciliaris*)** се наоѓа помеѓу ирисот и садовницата. Цилијарното тело се состои од цилијарни израстоци кои создаваат очна водичка, која го одржува постојаниот притисок внатре во очното јаболко. Во цилијарното тело се наоѓа и цилијарниот мускул (*m.ciliaris*), мазен мускул инервиран од парасимпатички влакна.

в) **шареница (*iris*)** е предниот дел од средната очна обвивка има облик на прстен, со централен отвор наречен зеница (*pupilla*). Шареницата е со различна боја што зависи од количината на пигментот што се наоѓа во неа. Во шареницата се наоѓаат и два мазни мускули кои доведуваат до ширење или стеснување на зеницата (види слика 110).



Слика110: Градба на око

3. Внатрешната очна обвивка (*tunica interna bulbi*) се состои од два слоја: надворешен пигментен слој и внатрешен слој наречен **мрежница (*retina*)**. Функционално, најзначаен дел од окото е мрежницата, бидејќи во неа се сместени фоторецепторите. Мрежницата вклучува десетина слоеви од нервни клетки, вклучувајќи ги и клетките фоторецептори со продолжетоци кои наликуваат на **стапчиња и чунчиња** (види слика 111).

Стапчињата се фоторецептори кои се осетливи на светлина и тие пред сè се одговорни за гледање во мрак. Со нив гледаме црно-бело и не создаваат многу јасна слика. Со чунчињата се гледа дење и во боја, тие имаат повисок праг на надразнување.



Слика 111: Фоторецептори

Во чунчињата постојат три различни видови фотохемиски материи, што им овозможуваат селективна осетливост кон различни бои: црвена, сина и зелена, затоа овие материи се нарекуваат **пигмент осетлив на сино, на црвено и на зелено**. На задниот дел од мрежницата се наоѓа жолтата дамка (*macula lutea*) која е од особена важност за остриот и прецизен вид (види слика 110).

Централниот дел на макулата се нарекува фовеа (*fovea centralis*), нејзината улога е во врска со посебниот распоред на фоторецепторите. Фоторецепторите содржат фотохемиска супстанција осетлива на светлина наречена **родопсин**. Кога родопсинот апсорбира светлосна енергија веднаш започнува да се разградува. Родопсинот се троши во текот на денот, но се синтетизира во текот на ноќта под дејство на витаминот А (види слика 112). Витаминот А се наоѓа во цитоплазмата на стапчињата и во пигментниот слој на ретината. Овој витамин

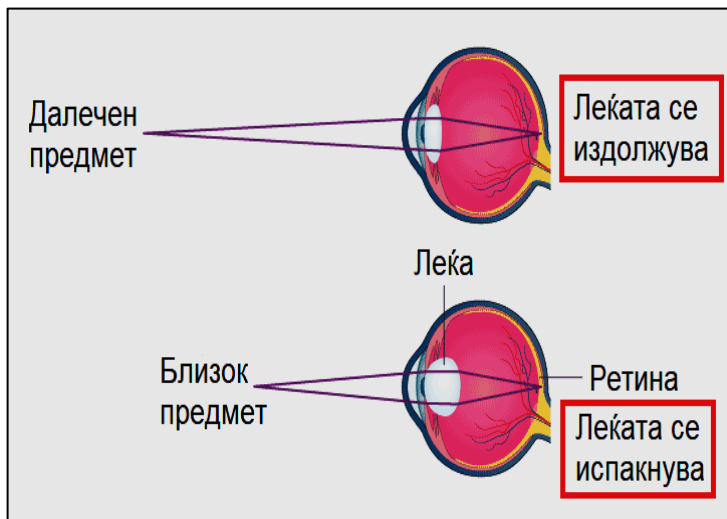


има важна улога во адаптацијата на ретината на различни јачини на светлина. Доколку во организмот недостасува витаминот А тогаш ресинтезата на родопсинот се нарушува што доведува до појава наречена „кокошкино слепило“. Кај овие луѓе гледањето во приквечерина е силно намалено.

Слика 112: Храна богата со вит. А

Просирни делови на окото се леќата, стаклестото тело и очната водичка.

Леќата е изградена од еластични влакна и е обвиткана со мембрана, сместена меѓу стаклестото тело и ирисот. Претставува биконвексна леќа. Со помош на тенки влакненца е поврзана со цилијарното тело. Обликот на леќата се менува од умерено конвексен до изразито конвексен, а делумно се менува и нејзината положба со што во процесот на **акомодацијата** (гледање блиски предмети) окото го менува фокусното растојание. При акомодација доаѓа до контракција на цилијарниот мускул при што леќата се придвижува кон напред и овозможува гледање од блиску, додека при мускулна релаксација леќата се сплеснува и се повлекува кон назад што овозможува гледање на далечина. Со контракција на цилијарното тело леќата почнува да се задебелува исто така се контрахираат и кружните мускулни влакна на шареницата при што се намалува отворот на зеницата. Кај постарите луѓе доаѓа до постепена денатурација на протеините во леќата, со што се зголемува нејзината големина и густина и таа станува помалку еластична, со тоа се намалува способноста за изострување на сликата при гледање блиски предмети, па акомодациската способност се намалува.



Слика 113: Акомодација

Стаклестото тело ја исполнува целосно очната празнина зад леќата и цилијарното тело (**corpus ciliare**). Изградено е од полутечна, безбојна и просирна, материја која што содржи голема количина вода. Со притисокот стаклестото тело ја држи прилепена ретината за садовницата и ја обезбедува со храна.

Освен ова стаклестото тело ја пропушта светлината и учествува во прекршување на светлосните зраци.

Очната водичка е бистра безбојна течност која ги исполнува шуплините кои се наоѓаат пред и зад ирисот (зеница). Како што е познато нејзината улога е да го одржува притисокот во очното јаболко. Слично како и стаклестото тело, очната водичка има улога во процесот на прекршување на светлината.

Очен нерв (II черепен нерв) носи видни импулси од стапчињата и чунчињата во мрежницата до мозокот. Очниот нерв почнува од мрежницата, видните импулси се пренесуваат од мрежницата до тилниот лобус на кората на големиот мозок.

Помошни органи на окото се очните мускули, очните капаци со трепки и солзниот апарат.

Очните мускули го движат очното јаболко во сите насоки. Вкупно се шест напречно-пругасти мускули од кои два коси и четири прави мускули.

Очните капаци го заштитуваат окото од предната страна. Горниот капак на окото поседува посебен мускул, подигнувач.

Солзниот апарат е составен од солзна жлезда, солзни каналчиња, солзна ќесичка и носносолзен канал.

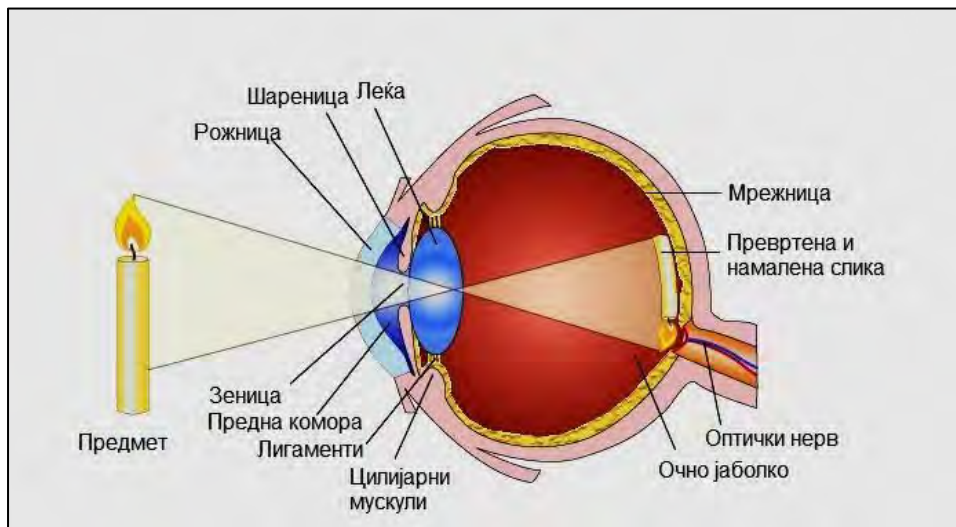
- **Слика создадена од окото**

Од досега напишаното за градбата и улогата на деловите на окото, можеме да забележиме дека фоторецепторите се сместени во мрежницата, додека **оптичкиот апарат** на окото се состои од: *рожница, белка, отворот на шареницата, зеницата и биконкавната леќа на окото.*

Главната улога на окото (кој не припаѓа на нервниот систем) е да создаде оптички идеална слика на мрежницата. За таа цел ќе го опишеме движењето на светлината во окото.

Најпрво, светлината поминува низ просирната рожница и продолжува низ зеницата, до леќата. Просторот помеѓу леќата и рожницата (корнеа) е исполнет со очна водичка. Во леќата светлината се прекршува и се проектира до задниот дел на очното јаболко, во жолтата дамка на мрежницата. Прекршувачката јакост на леќата и рожницата (корнеа), овозможуваат создавање и изострување на сликата во мрежницата. Просирноста на рожницата, очната водичка, леќата и стаклестото тело го обезбедуваат квалитетот на сликите во центарот со сосема мало губење и мало растурање на светлината (види слика 114). Во фовеата (жолтата дамка) формираната слика е обратна на предметот создадена во оптичкиот систем. Светлината ја примаат стапчињата кои содржат родопсин, кој под дејство на светлината се разложува, предизвикувајќи биохемиски промени во мрежницата. Со тоа преку очниот нерв се овозможува спроведување на нервниот импулс до нервниот центар во кој настанува корекција на сликата.

Очниот нерв почнува од мрежницата. Видните импулси се пренесуваат низ очниот нерв, кој на ниво на оптичката хијазма назалните нервни влакна од ретината ги вкрстува заедно со едностраните темпорални нервни влакна градејќи ги оптичките трактуси. Нервните влакна (аксони) на нервните трактуси градат синапси се до примарната видна кора која е сместена во окципиталната (тилна) кортикална зона во кората на големиот мозок. Примарниот дел од видната зона има улога да ја воочи формата, осветленоста на предметот и неговата боја. Секундарните видни полиња (асоцијациони) се карактеризираат со способност за изолирана и прецизна анализа на секоја видна информација посебно.



Слика 114: Слика создадена од окото

- **Адаптација на окото на светло и мрак**

Сетилото за вид се карактеризира со способност за адаптација која овозможува приспособување на различен интензитет на светлина преку зеницата, која претставува регулатор на количината на светлина која паѓа врз мрежницата. Таа ја зголемува количината на светлина која влегува во окото во мрак и ја намалува количината на светлина која влегува во окото при јака светлина. Количината на светлина која влегува во окото всушност е пропорционална со површината на зеницата. Ако некое лице подолго време е изложено на јака светлина, голем дел од фотохемиската материја во фоторецепторите се разградува, а потоа и голем дел од ретиналот (разградената материја) поминува во витамин А. Поради тоа се намалува концентрацијата на фотосензитивната материја, а со тоа значајно се намалува и осетливоста на окото на светлина. Тоа се нарекува **адаптација на светлина**. Обратно на ова, доколку некое лице подолго време е во мрак, разградените материи во фоторецепторите се претвораат во фотосензитивна материја. **Ова се нарекува адаптација во мрак.**

9.7 Анатомија и физиологија на уво

Анатомија на уво

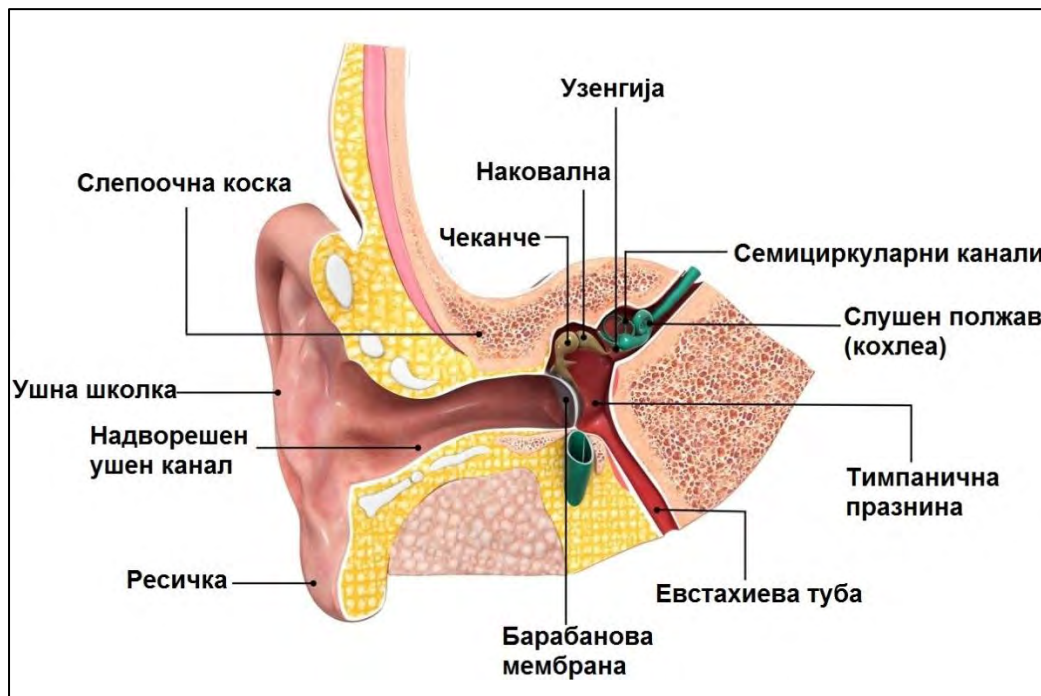
Увото е сетилен орган за слух и рамнотежа. Може да се подели на три основни дела: надворешно, средно и внатрешно уво.

Надворешното уво се состои од ушна школка и надворешен ушен канална чие дно се наоѓа *слушното тапанче*.

Ушната школка (auricula) е изградена од извиена еластична 'рскавична плочка, која недостасува само на долниот крај од ушната школка. Функцијата на ушната школка е да ги собира и насочува звучните бранови кон ушниот канал.

Надворешниот ушен канал (meatus acusticus externus) е долга цевка исполнета со воздух низ која звучните бранови патуваат за да стигнат до средното уво. Кожата што го обложува слушниот канал содржи лојни и потни жлезди. Секретот од жлездите помешан со епителните клетки од кожата создава *церумен (ушна маст)*.

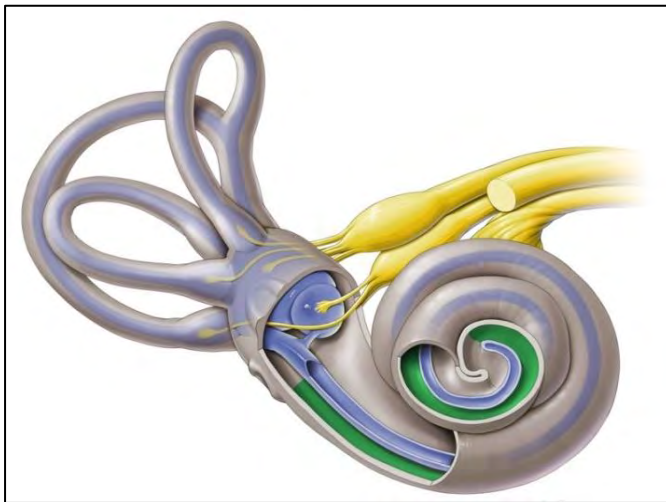
Слушното тапанче (membrana tympani) се наоѓа на крајот од слушниот канал и претставува преграда меѓу надворешниот слушен канал и празнината на средното уво.



Слика 115: Градба на уво

Средно уво— празнината на средното уво е исполнета со воздух и три слушни ковчиња: чеканче (malleus), наковална (incus) и узенгија (stapes). Воздухот влегува во празнината од голтникот, преку Евстахиевите туби, што значи Евстахиевите туби ја поврзуваат празнината на средното уво со голтникот. Трите слушни ковчиња се поврзани за да може да ги засилуваат примените бранови од слушното тапанче. Тапанчето има облик на купола со вдлабнат дел кој е свртен кон надворешниот канал. За тапанчето е прицврстена дршката на чеканчето, а на другиот крај чеканчето со лигаменти е врзано за наковалната, така што при секое движење на чеканчето истовремено се движи и наковалната. Другиот крај на наковалната е врзан за узенгијата. Узенгијата е поврзана со мембраната на *овалното прозорче* низ кои звучните бранови од средното уво се пренесуваат во внатрешното уво.

Внатрешно уво е сместено во пирамидата од слепоочната коска. Тој е најсложениот дел од увото кој се состои од полжав (*кохлеа*) и органите за *вестибуларен осет* (*рамнотежа*) (види слика 116). Овој дел на увото е наречен *коскен лавиринт* кој се состои од три дела. Во сите три дела се наоѓа течност наречена **перилимфа**. Првиот дел е вестибулум (предворје) кој се наоѓа зад овалното прозорче. Вториот и третиот дел се ушниот полжав и полукружните канали. Полжавот е спирален коскен канал долг околу 33 mm. Полукружните канали се три коскени продолжени цевки различно свиткани едно од друго во

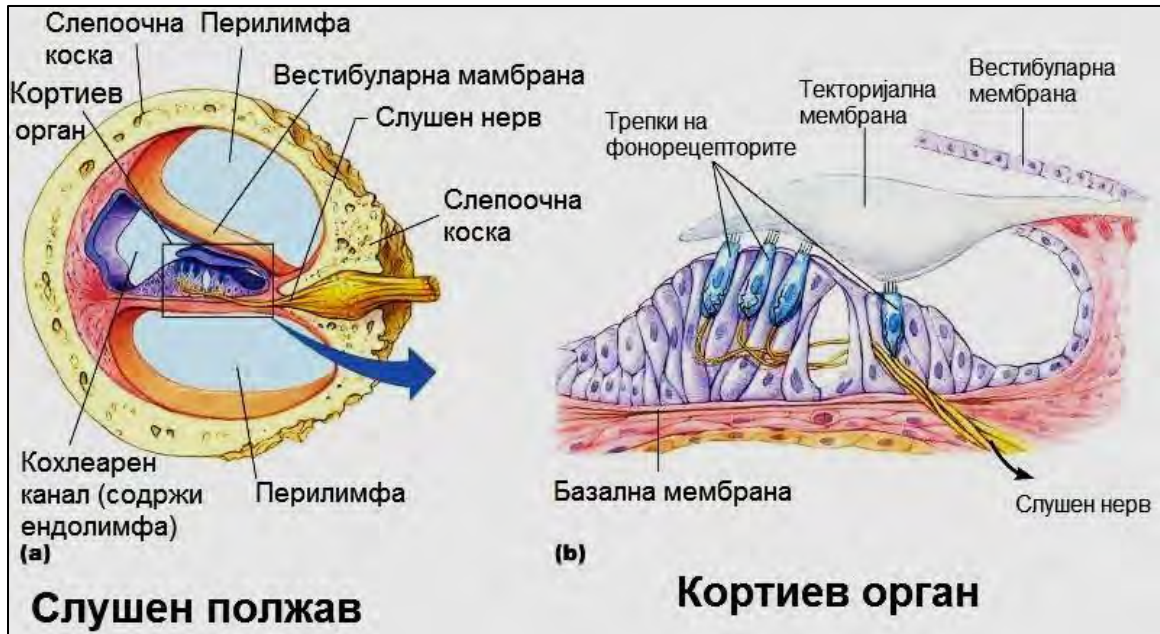


Слика 116: *Кохлеа*

облик на спирала. Во течноста на коскените полукружни канали има мембранозни канали кои што се исполнети со течност наречена **ендолимфа**. Ендолимфата е различна по својот состав од перилимфата, која штее скоро идентична со цереброспиналната течност. Ендолимфата во содржи високи концентрации на калиум, а ниски на натриум што е спротивно на составот на перилимфата.

Меѓу перилимфата и ендолимфата има постојан електричен потенцијал. Важноста на овој потенцијал се состои во тоа што врвовите на рецепторните клетки со влакненца стрчат во ендолимфата, додека долните делови на истите се во перилимфата. Се смета дека високиот потенцијал ја зголемува осетливоста на клетките и им овозможува да реагираат на најслаби звучни вибрации.

Во внатрешното уво е сместен Кортиевиот орган кој се состои од рецептори со влакненца кои се поврзани со нервните влакна во слушниот нерв. Кортиевиот орган е рецепторен орган кој создава нервни импулси како одговор на вибрациите на базалната мембрана (види слика 117).



Слика 117: Кортиев орган и слушен полжав

Физиологија на уво

Анализаторот за слух ни овозможува да ги забележиме и да ги анализираме и најмалите промени на притисокот кои се шират низ воздухот како бранови. Овие притисоци со сложени промени се претвораат во нервни сигнали. Звучите можат да се означат како промени на притисокот во време и се во вид на звучни бранови. Звучните бранови влегуваат низ *надворешниот слушен канал*, кој завршува со барабанова мембрана која под дејство на звучните бранови вибрира со амплитуда и фреквенција која одговара на самиот звук.

Вибрациите се пренесуваат преку систем на лостови на трите слушни ковчиња во *средното уво*. Преку вибрирањето на основата на узенгијата во овалниот прозорец звучните бранови се пренесуваат врз перилимфата во полжавот од *внатрешното уво*.

Површината на тапанчето е 17 пати поголема од онаа на базата на узенгијата, па оваа разлика овозможува целокупната енергија на звучниот бран којшто удира на тапанчето да се пренесе на многу малата база на узенгијата

предизвикувајќи при тоа 22 пати поголем притисок на течноста во полжавот од оној со кој звучниот бран дејствува на површината на тапанчето. Доколку не би постоел системот на слушни ковчиња и мембраната, тогаш осетливоста на звукот би била послаба за 12-20 децибели во однос на преносот низ ковчињата.

Вибрациите од перилимфата се пренесуваат на ендолимфата од слушниот полжав. Во него на базалната мембрана е сместен Кортиевиот орган во кој се сместени рецепторните клетки. Рецепторите на површината имаат влакненца (стереоцилии) кои како последица на треперењето на базалната мембрана, допираат до мембрана текторија (покривна мембрана), со што истите се надразнуваат.

На базата на рецепторните клетки со влакненца се наоѓаат многубројни синапси меѓу овие клетки и аксоните на осмиот нерв (слушниот нерв). Исто како и кај другите системи, амплитудата на потенцијалот и фреквенцијата на **акциските потенцијали** директно ќе зависи од придвижувањето на базалната мембрана, а тоа пак ќе зависи од интензитетот на звучните бранови. На ваков начин звучните дразби предизвикуваат сигнали кои доаѓаат до мозокот.

Вестибуларен апарат (анализатор за рамнотежа)

Вестибуларниот анализатор дава информации за положбата и движењето на телото. Рецепторниот дел на анализаторот е сместен во внатрешното уво односно во основата на полукружните каналчиња.

Овие каналчиња се поврзани со мали торбички во предворјето. Едната од нив има сетилни клетки што добиваат информации за положбата на главата. Рецепторите за осетот за рамнотежа се исто така клетки со трепки. Нервните влакна од овие торбички и од полукружните каналчиња го сочинуваат *вестибуларниот нерв*.

Повеќето влакна на вестибуларниот нерв завршуваат во вестибуларните јадра во мозочното стебло. Дел од влакната на вестибуларниот нерв директно одат во ретикуларните јадра во малиот мозок.

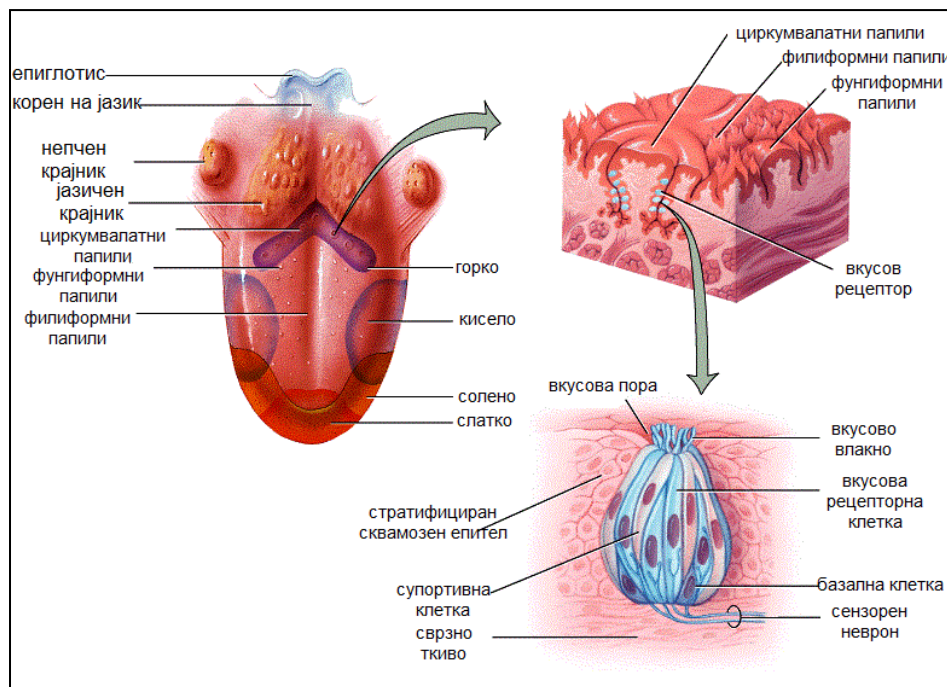
Сигналите пренесени во мозочното стебло од вестибуларните јадра и малиот мозок предизвикуваат корективни движења на очите секогаш кога главата се ротира, па очите може да останат фиксирани на одреден визуелен објект. Сигналите патуваат и до мозочната кора и завршуваат во примарните кортикални центри за рамнотежа.

9.8 Рецептори за вкус и мирис

Приемот на хемиски стимулации на осетот за вкус и мирис се резултат на селективната и високо осетлива реакција на сензорните клетки кон присуството на молекули на некои хемиски соединенија. Биолошкото значење на нивните рецепторски клетки е тоа што можеме да ја одредиме хемиската природа на дразбите од надворешната средина.

9.8.1 Сетило за вкус

Сетилото за вкус вклучува рецептори сместени на јазикот, епиглотисот и крајниот сид на голтникот. Рецепторите за вкус, дразбата ја примаат само ако материјата е во растворена состојба. Различните сложени вкусови кои можеме да ги разликуваме се комбинации на четирите основни вкусови: солено, горко, слатко и кисело. Хеморецепторите на сетилото за вкус се сместени во вкусните папили, обично распоредени во групи. Солените и слатките вкусови главно се откриваат преку папилите на врвот на јазикот, киселото на бочните рабови на јазикот, додека горкото се открива на задната страна на јазикот. Исто така и лигавицата на непцето, фарингсот и епиглотисот се чувствителни на кисело и горко, а послабо на слатко и солено. Нервните импулси од рецепторните клетки преку аферентни нерви (VII, IX и X пар кранијални нерви) се носат до примарниот вкусов центар, оттука преку таламусот импулсите се носат до кората на големиот мозок во темпоралниот лобус.

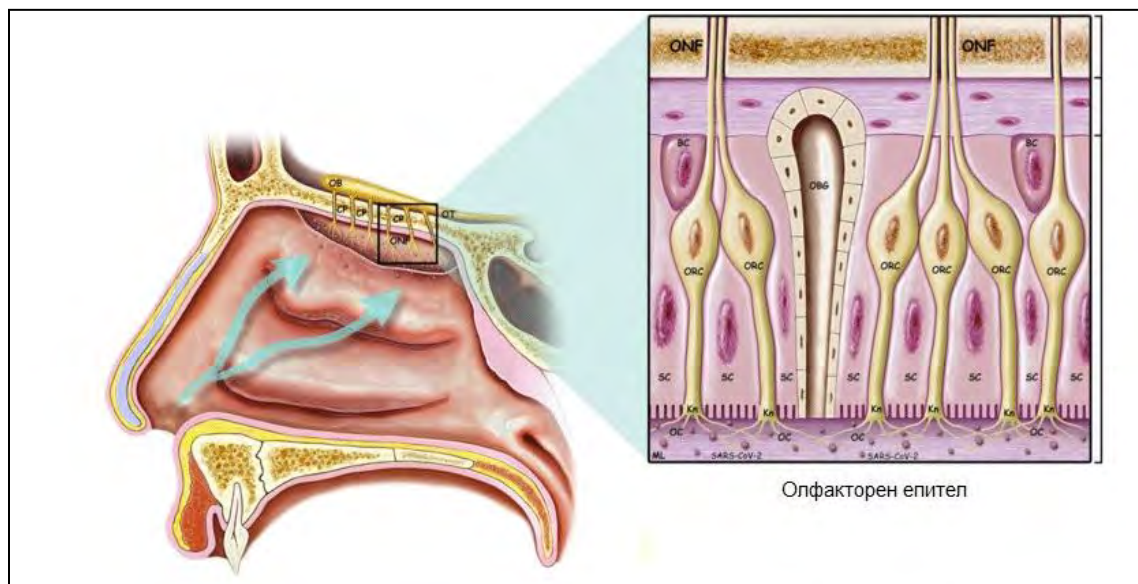


Слика 118: Рецептори за вкус

9.8.2 Сетило за мирис

Рецепторите за мирис се сместени во средишниот дел од горната носна школка и горниот дел од носната празнина. Рецепторните клетки познати како мирисни или олфакторни клетки се наоѓаат во вид на островца на мирисниот епител. Олфакторните рецепторни клетки претставуваат осетни неврони, при што нивните аксони го формираат мирисниот нерв. Соодветната дразба на сетилото за мирис претставуваат различни испарливи мирисни материи кои со воздухот доаѓаат до олфакторните рецептори. Во мирисните рецепторни клетки се создава генераторен потенцијал. Тој предизвикува деполаризација врз создавањето на акцискиот потенцијал на мембраните на мирисните рецепторни клетки.

Нервните импулси од мирисните рецепторни клетки се носат до центарот за мирис кој се наоѓа во *rhinencephalon*.



Слика 119: Рецептори за мирис

9.9 Кожа како сетилен орган (*integumentum commune*)

Кожата е обвивка на човековото тело која го воспоставува првиот контакт на организмот со надворешната средина. Дебелината на кожата варира од 1-4 mm и површина од 1,5-2 m². Кожата е орган со многу сложена и разновидна функција, како анализатор дава информации за допир и притисок, за температура и болка.

- *Анализатор за допир и притисок*

Рецепторите за допир спаѓаат меѓу најзастапените рецептори во телото. Тие се сместени во кожата и во подлабоките делови на телото. Адекватни дразби на рецепторите за допир (тактилни рецептори) се *допир и притисок*. Чувство на допир се добива при механичко дејствување на дразбата која предизвикува деформација на површината на кожата. Рецепторите за допир се распоредени на различни делови на кожата, најмногу на врвовите од прстите, врвот од јазикот, носот, усните и дланките. При подолготрајно дејствување на дразбите, рецепторите за допир и притисок се помалку или целосно неосетливи поради адаптација на дразбата.

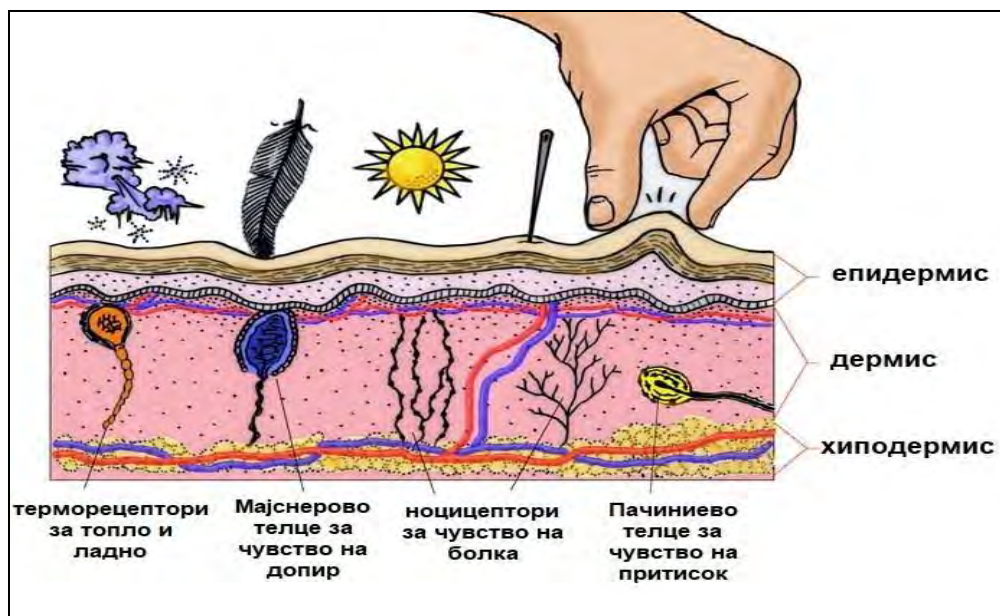
- *Анализатор за температура*

Рецепторите за топло и ладно се слободни нервни завршетоци кои се сместени во кожата. Рецепторите за топло и ладно се осетливи примарно на повисоки и пониски температури од онаа на телото. Пример, рецепторите за топло се стимулираат со температури од 37-45°C, над таа температура се активираат рецепторите за болка. На кожата има повеќе рецептори за ладно отколку за топло. Рецепторите за температура имаат важна улога во терморегулацијата (одржување нормална температура на телото). Рецепторите за температура како и другите сензорни рецептори се карактеризираат со адаптација односно се адаптираат полека кога температурата е во граници од 20-40°C. Надвор од овие граници рецепторите не се адаптираат.

- *Рецептор за болка*

Рецепторите за болка се периферни завршетоци на нервни влакна за болка, сместени се во кожата и внатрешните органи. Овие рецептори малку или воопшто не се адаптираат. Болка може да причинат бројни стимулуси како што се прекумерни ниски или високи температури, механички или хемиски стимулации и др. Постојат два типа болка кои може да се пренесат до ЦНС. Тоа е акутна (брза) болка и хронична (спора). Акутната болка настанува во текот на 0,1 секунда под дејство на болната дразба, додека хроничната болка обично се чувствува кога има ткивна деструкција, тешко може да се локализира, при што ваквиот осет тешко може да се поврзе со некоја специфична стимулација за болка (ноцицептиска). Дразбите кои предизвикуваат болка доведуваат до измена на голем број рефлексни реакции. Акутната болка бргу го известува човекот за штетното влијание и има важна улога во обезбедување на моментална реакција. Преку аферентни спроводни патишта ноцицепторните (болни) информации се носат во таламусот, па во кората на големиот мозок, каде што се формира психичка реакција на болката. Секој човек различно реагира на болката, што

делумно е последица на способноста на самиот мозок да го контролира степенот на внесени сигнали на болка во нервниот систем преку активација на системот за контрола на болка кој е наречен систем на *аналгезија*. На прагот на дразбата може да влијаат и многу лекови како на пример аспирилот кој дејствува периферно и ги намалува или отстранува аферентните сигнали за болка или морфинот кој дејствува централно и го намалува или потполно го прекинува централното пренесување на сигналите за болка (ноцицепторните сигнали).



Слика 120: Рецептори за допир, болка, топло и ладно



Со совладување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе биде способен да: идентификува сетилни органи и опишува нивна градба и функција.

Запомни

- Сетилниот (сензорниот) систем ни дава информации за промените во надворешната средина, на кои треба соодветно да се реагира.
- Збирот на сите структури кои учествуваат во приемот на дразбата и нејзиното спроведување до сензорните клетки на кората на големиот мозок се нарекуваат *сензорни системи* или *анализатори*.

- Сетилото за вид содржи родопсин (фотосензибилен пигмент) кој реагира на светлосната енергија. Окото е изградено од: надворешна обвивка и рожница, средна и внатрешна обвивка како и помошни делови на окото. Фотосензитивниот дел на окото е составен од мрежница и фотосензибилни клетки. *Просупни делови на окото* се леќата, стаклестото тело и очната водичка.
- Сетилото за слух содржи фонорецептори, кои ја примаат механичката дразба во вид на звучни бранови. Увото е сетилен орган за слух и рамнотежа. Може да се подели на три основни дела: надворешно, средно и внатрешно уво.
- Сетилото за вкус вклучува рецептори сместени на јазикот, епиглотисот и крајниот сид на голтникот. Рецепторите за вкус, дразбата ја примаат само ако материјата е во растворена состојба. Различните сложени вкусови кои можеме да ги разликуваме се комбинации на четирите основни вкусови: солено, горко, слатко и кисело. Хеморецепторите на сетилото за вкус се сместени во вкусните папили, обично распоредени во групи.
- Рецепторите за мирис се сместени во средишниот дел од горната носна школка и горниот дел од носната празнина.
- Кожата е обвивка на човековото тело која го воспоставува првиот контакт на организмот со надворешната средина.
- Рецепторите за топло и ладно се слободни нервни завршетоци кои се сместени во кожата.
- Рецепторите за болка се периферни завршетоци на нервни влакна за болка, сместени се во кожата и внатрешните органи. Овие рецептори малку или воопшто не се адаптираат.
- Преку аферентни спроводни патишта ноцицепторните (болни) информации се носат во таламусот, па во кората на големиот мозок, каде што се формира психичка реакција на болката.

Прашања за проверка на знаењата:

1. Која е функцијата на сензорниот систем?
2. Опиши ја градбата на сетилото за вид!
3. Од кои делови се состои сетилото за слух и рамнотежа?
4. Дефинирај го поимот анализатор и објасни од колку дела се состои!
5. Опиши го патот на движење на светлосната дразба!
6. Опиши го патот на движење на звучните бранови за да стигнат до рецепторите за слушање во увото!
7. Опиши ја анатомската градба на сетилото за слух!
8. Каде се сместени рецепторите за вкус?
9. Каде се сместени рецепторите за допир?
10. Анализирај ја поврзаноста на сетилните органи со нервниот систем!
10. Што е аналгезија и дали на прагот на дразбата може да влијаат некои лекови за да ја намалат болката?



Активност: Истражувај за рефлексната реакција на ширењето и собирањето на зеницата при променлив интензитет на светлината!

Речник со непознати зборови

А

Автономен нервен систем-дел од нервниот систем кој ги регулира неволевите реакции на внатрешните органи преку симпатичен и парасимпатичен дел.

Аглутинација-имунолошка реакција на слепување на антигените со антителата.

Аглутинини-антитела кои учествуваат во аглутинација.

Аглутиногени-антигени кои се наоѓаат на мембраната на еритроцитите.

Адипозно-вид на сврзно ткиво кое складира масти.

Адреналин-хормон кој се лачи од срцевината на надбубрежната жлезда и од краевите на симпатичките нервни завршетоци.

Адренална жлезда-надбубрежна жлезда.

Аксис-втор 'рбетен прешлен.

Аксон-долг продолжеток на нервната клетка.

Актин-контрактилен глобуларен протеин во мускулните клетки, учествува во контракција на мускулите.

Алдостерон-хормон кој се лачи од кората на надбубрежната жлезда и ја поттикнува реапсорпцијата на натриум и вода.

Алвеола-тенко воздушно меурче во белите дробови, преку кои се врши размена на гасови меѓу крвта и надворешниот воздух.

Андрогени хормони-машки полови хормони.

Анатомија-наука што ја изучува градбата на човековото тело.

Анемија-ниско ниво на хемоглобинот или еритроцитите во крвта.

Антиген-туѓа супстанција која во организмот поттикнува имунолошки одговор и создавање антитела.

Антитела-протеини познати како имуноглобулини кои се синтетизираат од страна на плазма клетките.

Антидиуретичен хормон (ADH)- хормон излачен од неврохипофизата, ја зголемува реапсорпцијата на вода во бубрезите.

Аорта-голема артерија која носи оксидирана крв од срцето до сите делови на телото со исклучок на белите дробови.

Ацинус-клетки на панкреасот кои лачат панкреасен сок.

Б

Бела маса-нервно ткиво изградено од миелински нервни влакна (аксони кои имаат миелинска обвивка).

Бел дроб-орган за дишење (респирација).

Бронхија-продолжеток на душникот во двете белодробни крила. Секоја бронхија се разгранува на помали бронхиоли.

Бубрег-орган за излучување.

В

Вазодилатација-зголемување на пречникот (ширење) на крвните садови со отпуштање на мазните мускули на нивните сидови.

Вазоконстрикција-смалување на пречникот (стегане) на крвните садови со контракција на мазната мускулатура.

Вена-крвен сад кој ја враќа редуцираната крв во срцето, освен белодробните вени кои носат оксидирана крв од белите дробови во срцето.

Вестибула-дел од внатрешното уво во кое се сместени рецепторите за рамнотежа.

Вили-ресички, израстоци во внатрешниот слој на тенкото црево преку кои се апсорбира дигестираната храна.

Висцеларни мускули-мазни мускули од кои се изградени сидовите на внатрешните органи.

Витамини-органски соединенија од различна хемиска природа значајни за нормалниот клеточен метаболизам.

Г

Гамета-полова клетка-јајце клетка или сперматозоид.

Гаметогенеза-создавање на полови клетки во половите жлезди.

Ганглија-збир на тела од нервни клетки кои се наоѓаат надвор од централниот нервен систем.

Ген-дел (секвенца) од молекулата на ДНА.

Гломерул-клопче од капилари во Бовмановата капсула.

Гликемија-ниво на гликоза во крвта.

Гликоген-резервен полисахарид (шеќер) во клетките на црниот дроб и мускулите.

Глукагон-хормон кој се секретира од панкреасот и има хипергликемично својство.

Гонада-полова жлезда

Гонадотропин-хормон кој дејствува на полова жлезда, јајник или тестис.

Графов фоликул-фаза од развитокот на јајце клетката, пред овулацијата.

Д

Дендрити-куси нервни продолжетоци, кои ги спроведуваат импулсите кон телото на нервната клетка.

Дермис-вистинска кожа, се наоѓа под постојаната.

Дијапедеза-способност на леукоцитите да го напуштат крвниот сад инфекција или воспалителни процеси.

Дијафиза-издолжен, цевчест дел од коската.

Дијафрагма-мазен мускул под белите дробови, во облик на купола кој ја дели градната од стомачната празнина и има улога при респирацијата.

Дистални тубули-бубрежни каналчиња најоддалечени од гломерулот.

Дуоденум-почетен дел од тенкото црево.

Е

Екскреција-отстранување на крајните непотребни продукти на метаболитичката активност на клетката како што се: уреа, мочна киселина, креатинин, сулфати, фосфати и др.

Екстрацелуларна течност-течност надвор од клетките, вклучува крв, плазма и течност која го зафаќа просторот меѓу клетките и ткивата (интерстицијална течност).

Ендокрина жлезда-жлезда со внатрешно лачење.

Ендометриум-внатрешен слој на матката.

Ензим-органиски катализатор, забрзуваат реакција меѓу одредени супстанции, но не се менуваат во текот на реакцијата.

Епиглотис-капаче на гркланот.

Епифизи-крајни проширени делови на долгите коски.

Еритроцит-црвено крвно зрнце.

Естрогени хормони-женски полови хормони.

Ж

Жолто тело (corpus luteum)-се создава од Графовиот фоликул по овулацијата, го создава хормонот прогестерон .

Жолчка-супстанција создадена од црниот дроб. Има улога во емулгирање на мастите.

З

Зглоб-место на поврзување на две или повеќе коски.

Зеница-отвор во центарот на окото низ кој навлегува светлината.

Зигот-оплодена јајце клетка.

И

Илеум-крајниот дел од тенкото црево.

Инсулин-хормон кој се лачи од бета клетките на панкреасот. Инсулинот ја намалува концентрацијата на гликоза во крвта.

Ирис-шареница, обоен дел на окото околу зеницата.

Ј

Јајце клетка- женска полова клетка (гамета).

Јајчник (ovarium)-женска полова жлезда.

Јејунум-втор дел на тенкото црево.

К

Капилари-мали крвни садови со тенки сидови преку кои настанува размена на материји меѓу крвта и ткивата.

Коагулација-згрутчување на крвта.

Колон-главен дел на дебелото црево.

Кортизол-гlikоокортикоид кој се лачи од кората на надбубрежната жлезда.

Крвен притисок-притисокот што го врши крвта врз сидовите на крвните садови.

Куперови жлезди-влегуваат во состав на машкиот систем за репродукција.

Л

Лајдигови клетки-сместени се меѓусемените каналчиња во тестисот, во нив настанува продукција на тестостеронот.

Леукоцити-бели крвни клетки.

Лимфа-безбојна течност, составена од лимфоцити и лимфна плазма.

Лимфоцити-агрануларни бели крвни клетки кои имаат одбранбена улога.

Лумен-централен отвор на некој орган или сад.

Лутеинизирачки хормон (LH)-хормон кој поттикнува овулација и формирање на жолтото тело кај женските единки, додека кај машките единки ги стимулира клетките во тестисите да продуцираат тестостерон.

М

Макрофаг-голема фагоцитна клетка која потекнува од моноцит.

Медула-внатрешен дел на некој орган.

Меланин-пигмент кој ја дава бојата на кожата, се создава во епифизата.

Менопауза-период во кој прекинува менструацијата.

Менструација-периодично лупење (десквамација) на сидот на матката кое е пропратено со крвавење.

Миозин-контрактилен протеин во мускулната клетка.

Микција-празнење на мочниот меур.

Н

Надбубрежна жлезда-ендокрина жлезда која е сместена над бубрегот.

Наковална-слушно ковче од средното уво.

Неврон-нервна клетка изградена од тело, (невроцит), куси нервни продолжетоци (дендрити) и долг продолжеток (аксон, неврит).

Невротрансмитер-хемиски супстанции ослободени од завршетоците на аксонот, кои овозможуваат пренесување на импулси преку синапса.

Нерв-збир од нервни влакна, надвор од централниот нервен систем.

Нефрон-функционална единица на бубрезите.

О

Овулација-ослободување зрела јајце клетка.

Олфакторен-сетило за мирис.

Орган на Корти-рецептори за слух сместен во ушниот полжав во внатрешното уво.

Осеин-протеин кои ја дава еластичноста на коската.

Ослободувачки хормон-потекнуваат од хипоталамусот, дејствуваат врз функцијата на аденохипофизата.

Остеоцит-коскена клетка, формирана од сврзно ткиво.

П

Панкреас-жлезда со двојно лачење, создава дигестивни ензими и хормони.

Пепсин-желудочен ензим, кој го започнува разложувањето на сложените протеини во желудникот.

Перикард-околусрцева обвивка.

Перисталтика-брановидни движења во цревата.

Перитонеум-тенка мембрана која ја обложува стомачната празнина и го формира надворешниот слој на органите во гастроинтестиналниот тракт.

Плазма-течен дел на крвта.

Плексус-мрежа од садови или нерви.

Прогестерон-хормон кој се лачи од жолтото тело и плацентата.

Проксимален-најблиску до местото на потекло.

Птијалин-ензим кој се лачи во усната празнина, учествува во разградување на јаглехидратите.

Р

Респирација-размена на кислород и јаглероден диоксид меѓу надворешниот воздух и клетките (дишење).

Рефлекс-автоматски одговор во кој се вклучени неврони.

Родопсин-фотосензибилен пигмент во мрежницата на окото.

Рожница-прозрачен дел од белката кој го покрива предниот дел на окото.

С

Седиментација-брзина на таложење на црвени крвни клетки.

Семипермеабилна-полупроствлива

Серум-течен дел на крвта без фактори на коагулација, бистра жолтеникава течност.

Синапса-физиолошка врска меѓу две поларизирани мембрани.

Синцициум-мрежа од клетки меѓусебно поврзани кај срцев мускул.

Скротум-ќесе во кое се сместени тестисите.

Сперматозоид-машка полова клетка или гамета.

Спинални нерви-нерви кои излегуваат од 'рбетен мозок.

Сфинктер- прстенест мускул кој ја регулира големината на отворот.

Т

Таламус-дел од мозокот сместен во меѓумозокот.

Тестис-машка полова жлезда

Тестостерон- машки полов хормон во тестисите.

Тироидна жлезда-ендокрина жлезда сместена во пределот на вратот.

Торакс-градна празнина.

Трансплантација-пресадување на ткиво или орган .

Трансфузија-внесување на крв во циркулацијата од друга индивидуа.

Тромбоцитопенија-недостиг на тромбоцити во крвта.

У

Узенгија-слушно ковче во средно уво.

Уреа-краен производ на протеинскиот метаболизам.

Урина-течност која се екскретира од бубрезите.

Ф

Фагоцитоза-внесување на големи честички преку клеточна мембрана.

Фасција-сврзна обвивка која соединува повеќе мускулни снопиња со што се формира мускулот.

Фертилизација (оплодување)—соединување на јаце клетка и сперматозоид.

Фецес-отпаден материјал исфрлен од дебелото црево.

Фоликул-кесе, празнина пример оваријалниот фоликул.

Форамен-отвор или премин во или низ коската (**foramen magnum**).

Фоторецептор-сензитивни клетки кои реагираат на промена на интензитетот на светлината.

Х

Хематокрит-процентуален однос на крвна плазма со крвни клетки.

Хемоглобин-протеин кој содржи железо и се наоѓа во еритроцитите.

Хеморагија-крвавење.

Хепарин-супстанца која спречува коагулација на крвта.

Хепатоцит-клетки на црн дроб.

Хормон-секрет на ендокрини жлезди кои преку крвта се пренесува до сите клетки или органи.

Ц

Централен нервен систем-дел од нервниот систем, се состои од черепен и 'рбетен мозок.

Цереброспинална течност-течност околу мозокот и 'рбетниот мозок.

Церумен-ушна маст.

Црнодробна портна вена-ја собира крвта од внатрешните органи и се влева во хепарот.

Ч

Чеканче-слушно ковче од средното уво.

Ш

Шванова обвивка-обвивка на аксонот.

Шев-неподвижни и цврсти врски меѓу две коски.

Користена литература

1. Аница Карговска-Клисарева, Добривоје Ѓорѓевиќ „**Анатомија и физиологија-2**“ за I година здравствена струка. Скопје, 1998
2. Arthur C. Guyton, John E. Hall „**Medicinskafiziologija**“ 13to izdanje, Zagreb, 2017
3. Д-р Тања Маказлиева, д-р Звезда Спасовска „**Хигиена и микробиологија**“ за I година средно стручно образование, Скопје, 2013
4. Јорданка Димовска, Славчо Митев, Ицко Ѓорѓоски „**Биологија за III година**“ на реформираното гимназиско образование, Скопје, 2003
5. Јорданка Димовска, Славчо Митев, Божидарка Ѓошиќ-Марковска „**Биологија**“ за III година, Скопје, 1998
6. J.V. Basmajian, Professor of Anatomy and Physical Medicine, Emory University, Atlanta, Georgia, „**Primary anatomy**“, sixth edition, Baltimore 1970
7. Проф. Александар Димовски „**Анатомија на човекот**“, Скопје, 1985
8. Проф.д-р Весела Малеска-Ивановска, проф.д-р Васка Антевска, проф д-р Бети Дејанова, проф д-р Лидија Тодоровска, науч.сор. Људмила Ефремовска, проф. д-р С. Петровска „**Физиологија 2**“ Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Медицински факултет, Катедра за физиологија, Скопје, 2012
9. Проф.д-р Сунчица Петровска, проф.д-р Весела Малеска-Ивановска, проф.д-р Васка Антевска, проф д-р Бети Дејанова, проф д-р Лидија Тодоровска, науч. сор.Људмила Ефремовска „**Физиологија 1**“ Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Медицински факултет, Катедра за физиологија со антропологија, Скопје, 2012
10. Сузана Диневска, Ќовкаровска Софија Ачкоска „**Биологија**“ за III година на реформираното гимназиско образование, Скопје, 2006
11. „**Sobotta Atlas of anatomy**“ by Elsevier GmbH, Munich, 2009
12. „**Textbook of anatomy and physiology**“ Norma Jane Kolthoff, professor of University of Wisconsin, London 1971
13. <https://www.pexels.com>
14. <https://www.us.clipdealer.com/photo>
15. <https://www.docplayer.net>

